



UNIVERSITÉ MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريريج

Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A.

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الارض والكون

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers

قسم العلوم الفلاحية

Département des Sciences Agronomiques



UNIVERSITÉ MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences agronomiques

Spécialité : Amélioration des plantes

**Effet du type d'engrais sur le rendement et
quelques paramètres morphologiques de deux variétés de blé
dur (*Triticum durum* Desf.) sous conditions semi –arides**

Présenté par : DERARDJA aya
SILEM mouloud

Soutenu publiquement le : 30 Septembre 2020

Devant le jury :

Président : M^r FELLAHI Z. MCB (Université de Bordj Bou Arreridj)

Encadrant : M^{me} KELALECH H. MCB (Université de Bordj Bou Arreridj)

Examineur : Mr Maamri K. MCB (Université de Bordj Bou Arreridj)

Année universitaire : 2019/2020

Remerciements

Tout d'abord, louange à « Allah » qui nous a donné le courage, qui nous a guidé sur le droit chemin tout au long de nos études et notre travail et qui nous a inspiré les bons pas et les justes réflexes. Sans sa miséricorde, ce travail n'aurait pas abouti.

*Ce travail a été revu, rectifié et approuvé par notre promotrice **Mme KELALECHE H.** maître de conférence à l'université Mouhamed El Bachir el Ibrahimi à BBA, nous la remercions d'abord pour nous avoir fait confiance, pour nous avoir encadré et dirigé, ensuite pour ses conseils précieux, ces orientations judicieuses et ces directives efficaces. Qu'elle trouve ici l'expression de notre profonde gratitude et respect.*

*Nos plus vifs remerciements, et notre reconnaissance toute particulière sont exprimés à l'égard de : **M.FELLAHI Z.** pour ses encouragements durant le travail, ainsi que pour nous avoir fait l'honneur de présider le jury chargé d'examiner notre travail.*

*Notre vive reconnaissance s'adresse également à **M.MAAMRI K.**, pour ses fructueux conseils et encouragements. Et de nous avoir fait l'honneur de faire partie du jury de soutenance.*

*Sans oublier **Mr. BENDARADJI AID** professeur à l'université de Msila pour ces encouragements et ses orientations pendant toute la durée de l'expérience, ainsi **M. DIAFAT CHAOUKI** chef service au niveau de la subdivision de BBA pour son aide et ces conseils précieuses.*

*Qu'il me soit permis aussi de remercier sincèrement **M.BOURAHLA A.**, pour avoir bien d'être notre co-encadreur.*

*Toute notre reconnaissance à **Mr. LAABACHI B.** gérant de l'exploitation, pour nous avoir accueillis et supportés, pour leur aide, pour leur disponibilité et leur gentillesse.*

*Nous remercions également de fond du cœur **Mlle MAAFI OULA** pour bien faciliter nos travaux et leur soutien constant et leur sympathie.*

*Nous ne pouvons oublier d'adresser nos remerciements les plus vifs et sincères à notre collègue **RAGOUB ABDELBASSET** pour son aide précieuse et sa disponibilité. Hommage respectueux.*

En fin, nous ne serons achevés sans remercier tous les enseignants, tous les collègues et toutes les personnes qui nous ont aidés directement ou indirectement.

Sincères remerciements.

Dédicace

*...Nous dédions cet événement marquant de
notre vie à nos familles sans lesquels nous ne
serions pas arrivé jusque-là...*

Le résumé

L'étude a porté sur l'analyse de l'effet de deux types d'engrais azotés (urée et Timazot) apportés sur deux variétés (Boutaleb, Oued el bared) en conditions semi-aride.

La présente expérimentation a été conduite au cours de la campagne agricole 2019-2020 sur L'exploitation agricole de Ms Bachir Laabachi d'El Hammadia wilaya de Bordj Bou Arreridj. Les résultats obtenus ont montré que la fertilisation azotée favorise l'ensemble des paramètres étudiés, mais son efficacité varie beaucoup avec les types d'azote.

Les résultats de l'étude ont montré une augmentation significative de la surface foliaire, de la hauteur des plantes, et de la longueur d'épi avec l'utilisation de Timazot en combinaison avec la variété Boutaleb .Nous avons également enregistré un effet positif de Timazot sur le rendement et ses composantes, à l'exception du rendement biologique qui a été négativement répondu au types d'azote.

Mots clés : Fertilisation azotée, engrais azotés, blé dur, composantes du rendement, semi-aride.

ملخص

أنجزت هذه الدراسة بغرض معرفة تأثير نوعين من السماد الأزوتي (تيمازوت ولوري) على تحسين إنتاج صنفين من القمح الصلب (بوطالب وواد البارد) في الظروف المناخية شبه الجافة. أجريت دراستنا في الموسم الزراعي 2019-2020 بمزرعة السيد لعباشي البشير المتواجدة بالحمادية ولاية برج بوعريبيج، أظهرت النتائج المتحصل عليها ان التسميد الأزوتي حفز جميع المؤشرات المدروسة، لكن فعاليته اختلفت باختلاف نوع السماد المضاف .

كما بينت النتائج المحصل عليها أن كل من المساحة الورقية، طول النبات، وطول السنبل، تزداد إثر استعمال سماد نوع تيمازوت، خصوصا مع الصنف بوطاب أين تماشي معه جيدا، كما حسن هذا الأخير كل مكونات المردود بشكل جد ايجابي، غير ان استعمال هذا السماد اثر سلبا على المردود البيولوجي

الكلمات المفتاحية : التسميد الأزوتي، الأسمدة الأزوتية، نوع قمح، مكونات مردود القمح، مناخ شبه جافة

BBA : Bordj Bou Arreridj
CE : Conductivité électrique
CIC : Conseil International des Céréales
CV : Coefficient de Variation
EAN : Efficience Agronomique de l'azote (N)
°C : Degré Celsius
AA, BB et DD : Génome diploïde
ANOVA : Analyse de la variance
cm : Unité de mesure de la longueur centimètre
cm²: Centimètre carré
CNIS : Centre National de l'Information et des Statistiques des Douanes
DS: Dose de semis
ET: Écart type
FAO: Food and agricultural Organisation
g: Gramme
H: Humidité
ha: Hectare
HP: Hauteur de la plante
ICARDA: Centre International de Recherche pour les Zones Sèches
INRAA: Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie
IR: Indice de récolte
ITGC: Institut technique des grandes cultures
j: Jour
kg: Kilo gramme
MADRP : Ministre d'Agriculture et de Développement Rural
Min : Minimum
mm: Millimètre
mmohs: Millimohs
MO: Matière organique
Moy: Moyenne
ns : Non significative
pH: Potentiel d'Hydrogène
PMG: Poids de mille grains
PROBA : Probabilité
qx : Quintaux
r: Coefficient de corrélation
RB: Rendement biologique
Rdt: Rendement
RP: Rendement en paille
RR: Rendement réel
RT: Rendement calculé théorique
s: Significative
SAU: Surface Agricole utile
SF: Surface foliaire
ST : Sans traitement
T : Timazot
THS : Très Hautement Significative
U : Urée

Liste des tableaux

Tableau01 : Interaction entre l'azote et les oligo- éléments.....	17
Tableau02 : Résultat des analyses physico-chimique de la parcelle	19
Tableau 03 : Dose de semis des variétés étudiées.....	23
Tableau 04 : Effet du type d'engrais sur la longueur d'épi des deux variétés de blé dur.....	31
Tableau 05 : Effet du type d'engrais sur le nombre d'épi des deux variétés de blé dur.....	34
Tableau 06 : Effet du type d'engrais sur le nombre de grain par épi des deux variétés de blé dur.....	35

Liste des figures

Figure 01 : Histogramme montrant les rendements en blé en Algérie.....	05
Figure 02 : Diagramme d'une graminée typique du blé dur.....	06
Figure 03 : Étape de la phase levé	07
Figure 04 : Étape de la phase tallage	07
Figure 05 : La phase montaison-Gonflement	08
Figure 06 : La phase épiaison	08
Figure 07 : Stade maturation du grain	09
Figure 08 : Absorption de l'azote au cours de la croissance du blé.....	12
Figure 09 : Le site de l'essai	18
Figure 10 : Le placement du dispositif sur site	21
Figure 11 : Le dispositif appliqué pour le V1 Boutaleb.....	22
Figure 12 : Le dispositif appliqué pour la V2 Oud el bared.....	22
Figure 13 : Application des deux engrais.....	24
Figure 14 : Effet du type d'engrais sur la surface foliaire des deux variétés de blé dur.....	28
Figure 15 : Effet du type d'engrais sur la hauteur de plante des deux variétés de blé dur.....	30
Figure 16 : Effet du type d'engrais sur la longueur d'épi des deux variétés de blé dur.....	32
Figure 17 : Effet du type d'engrais sur le nombre de talle des deux variétés de blé dur	33
Figure 18 : Effet du type d'engrais sur le poids de mille grains des deux variétés de blé dur.....	36
Figure 19 : Effet du type d'engrais sur la longueur d'épi des deux variétés de blé dur.....	32
Figure 20 : Effet du type d'engrais sur le nombre de talle des deux variétés de blé dur	33
Figure 21 : Effet du type d'engrais sur le poids de mille grains des deux variétés de blé dur.....	36
Figure 22 : Effet du type d'engrais sur la biomasse aérienne des deux variétés de blé dur.....	37
Figure 23 : Effet du type d'engrais sur le rendement en paille des deux variétés de blé dur.....	38
Figure 24 : Effet du type d'engrais sur le rendement réel en grain des deux variétés de blé dur.....	39
Figure 25 : Effet du type d'engrais sur indice de récolte des deux variétés de blé dur.....	40

SOMMAIRE

Résumé	
Liste des Abréviations	
Liste des Tableaux	
Liste des Figures	
Liste des Annexes	
Introduction	01

INTRODUCTION

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : Généralité sur le blé dur

1. Historique, origine et classification.....	03
2. Importance de la culture dur.....	03
2.1. Dans le monde.....	04
2.2. En Algérie.....	04
3. Description de la culture du blé dur.....	05
3.1. Caractéristiques morphologiques.....	05
1. Tige.....	05
2. Feuilles.....	05
3. Fleurs.....	05
4. Racines.....	05
5. Graine.....	05
3.2. Cycle de développement du blé dur.....	06
2.1. Semis-levée.....	06
2.2. Le tallage.....	06
2.3. La montaison.....	07
2.4. L'épiaison.....	07
2.5. La floraison.....	08
2.6. Le remplissage du grain.....	08
3.3. Les exigences du blé.....	08
1. La température.....	09
2. La photopériode.....	09
3. L'eau.....	09
4. Le sol.....	09
5. La fertilisation.....	09
5.1. Azote (N)	09
5.2. Phosphore(P)	09
5.3. Potassium(K)	09

Chapitre II. Fertilisation azotée du blé dur

1. Généralité.....	09
2. Le rôle de l'azote.....	10
3. Les différentes formes de l'azote dans le sol.....	10
a) L'azote total.....	10
b) L'azote organique.....	11
c) L'azote minéral.....	11
4. Variation des besoins azotés u blé au cours du cycle de développement.....	11
5. Effet de l'azote sur la culture du blé du.....	12
6. Défèrentes types d'engrais azoté utilisé.....	13
A. Les engrais naturels.....	13
B. Les engrais azotés minéraux.....	13

a) Engrais nitriques.....	13
b) Engrais ammoniacaux-nitriques.....	13
c) Engrais ammoniacaux.....	13
C. D'autre forme	14
a)Le Sulfazot (26% N)	14
b) L'urée [CO (NH ₂) ₂] (46% N)	14
c) Timazot (30% N) N- process.....	14
7. Raisonnement de la fertilisation azotée.....	15
7.1. Calcule de la dose totale d'engrais azotée.....	16
8. Influence de quelques facteurs sur l'alimentation azotée.....	17
a) L'humidité du sol.....	17
b) Nature de précédent culturale.....	17
c) Les interactions ioniques.....	17

PARTIE EXPÉRIMENTALE
CHAPITRE 1 : MATÉRIEL ET MÉTHODES

I. Description du site expérimental.....	18
1. Situation géographique.....	18
2. Le sol.....	18
3. Le climat.....	19
3.1. Caractéristiques du climat de la campagne d'étude 2019/2020.....	19
3.1.2 .Précipitations.....	19
3.1.2 Température.....	19
II .Mise en place de l'expérimentation.....	20
1 .Matériel végétale.....	20
3. Les engrais utilisés.....	20
3.1 Le Timazot (30% N)	20
3.2 L'Urée (46%N)	21
4. Le dispositif expérimental.....	21
5. Conduite de la culture.....	23
1 .Itinéraire technique suivi.....	23
1.1. Précédent culturel.....	23
1.2. Travail du sol.....	23
1.3. Mise en place de la culture (semis)	23
1.4. Fertilisation.....	24
1.4.1. Engrais de fond.....	24
1.4.2. Fertilisation azotée.....	24
1.4.3 .Application des engrais.....	24
1.5. Désherbage.....	24
1.6. Irrigation.....	24
1.7. Traitements phytosanitaires.....	25
1.9. Récolte.....	25
3. Paramètres mesurés.....	25
3.1. Caractères morphologiques.....	25
• La surface foliaire de la feuille étendard (SFE)	25
•La hauteur de la plante totale (HPT en cm)	25
•La longueur de l'épi (LE)	25
•La longueur des barbes (LB)	25
3.2. Composantes du rendement.....	25

3.2.1. Nombre de pieds levés par mètre carré.....	25
3.2.2. Nombre de tiges herbacées par mètre carré.....	26
3.2.3. Nombre d'épis par mètre carré.....	26
3.2.4. Nombre de grains par épi.....	26
3.2.5. Poids de mille grains (PMG)	26
3.3. Rendement.....	26
3.3.1. Rendement biologique (biomasse aérienne)	26
3.3.2. Rendement en paille.....	26
3.3.3. Rendement réel.....	26
4. Analyse statistique des données.....	26
Chapitre II. Résultats et discussion	
1. Paramètre morphologique.....	28
1.1. Surface foliaire (SF)	28
1.2. Hauteur finale des plantes (HP)	29
1.3. Longueur des barbes LB.....	30
1.4. Longueur de l'épi sans barbe (LE)	31
2. Paramètre de production.....	32
2.1. Nombre de tiges herbacées par mètre carré.....	33
2.2. Nombre d'épis par mètre carré.....	33
2.4. Nombre de grains par épi.....	34
2.5. Poids de mille grains (PMG)	34
3. Rendement.....	35
3.1. Rendement biologique (biomasse aérienne) (qx/ha)	35
3.2. Rendement en paille (q/ha).....	36
3.3. Rendement réel en grains (q/ha)	37
3.4. L'indice de récolte.....	38
Conclusion	
Références bibliographiques	
Annexes	

Introduction

Le blé dur est exclusivement destiné à l'alimentation humaine. C'est la céréale de base de l'Afrique du Nord et du proche et moyen orient. Les céréales présentent l'avantage important de constituer des provisions pouvant se conserver sous forme de grains de grande valeur nutritionnelle et constituées par des substances amylacées et d'environ 10% de protéines. Elles sont de transformation aisée et variée par cuisson. (**Gouasmi et al., 2017**).

L'Algérie importe actuellement jusqu'à 3.5 x 10⁶ tonnes de blé dur, le rendement grain national de cette culture est le plus faible du bassin méditerranéen (**Amokrane et al. 2002**). En effet, la production de semences demande un grand soin, plus de précision dans les procédures et davantage de compétences techniques.

L'incapacité de l'Algérie à s'auto-suffire en cette denrée reste déconcertante compte tenu des superficies emblavées. À priori ce sont les faibles rendements constatés qui font que la production reste encore timide, quand certains pays développés atteignent facilement les rendements moyens de 45 q/ha, l'Algérie frôle dans les meilleures années une moyenne nationale de 15 q/ha (**ONIGC, 2007**).

Les niveaux de rendement des cultures céréalières enregistrés chaque année, sont caractérisés par des fluctuations interannuelles importantes. Cette situation est due essentiellement à la production qui reste tributaire des facteurs agro-climatiques d'une part et d'autre part des facteurs d'ordre technique, la rotation, la fertilisation et le travail du sol. Cela se traduit d'une année à l'autre par des variations importantes de la SAU, de la production et du rendement (**Djennadi, 2006 ; Djermoun, 2009 ; Abdellaoui et al, 2010**).

Quand on s'intéresse aux techniques culturales, il convient d'évoquer l'élément clé pour l'élaboration des rendements en blé, telle la fertilisation azotée qui nécessite actuellement une gestion plus stricte, qui repose sur la stratégie d'adapter les apports aux besoins de la culture durant ses différents stades de développement (**Justes, 1993 in Fertas, 2007**). Dans la dernière moitié du 20^{ème} siècle, une augmentation importante des rendements a été rendue possible par l'utilisation de l'azote, produit industriellement depuis les années 40. Ainsi, une meilleure nutrition des plantes par la fertilisation peut permettre une augmentation des rendements et de la qualité tout en préservant les sols et les ressources naturelles. L'utilisation des engrais doit être effectuée de façon adéquate pour protéger l'environnement et restituer au sol. Les ressources exportées par les plantes ; elle dépend de la richesse initiale

du sol en éléments fertilisants, du type de sol, du stade d'apport et du niveau de rendement visé (**Badraouiet *al*, 2000 ; Evans, 1998 in Latiri ,2002 ; Latiri, 2002**)

La fertilisation, elle-même, recouvre un vaste ensemble de techniques, de moyens et de produits, dont la mise en œuvre harmonieuse permet d'élever ou de maintenir la capacité des récoltes. La fertilisation azotée joue un rôle essentiel dans la plante, et reste le facteur limitant de l'augmentation de la production, à condition que les autres facteurs soient à leur optimum (condition climatique, techniques culturales,...).

De nombreux auteurs ont déjà montrés l'importance de la nutrition azotée chez les céréales. Selon **Soltner (2003) ; N'dayegamiye et Poulin (2011) ; Hirel et *al.* (2007)**, l'azote est un élément essentiel pour le développement des cultures et des rendements. Toutefois, depuis la révolution verte, il y a plus de 50 ans, les agriculteurs ont tendance à optimiser la fertilisation azotée afin de maximiser le rendement des cultures une quantité suffisante d'azote doit être disponible aux cultures pour obtenir une bonne récolte (**Hirel et *al.*, 2007**). Par contre, un excès favorise les problèmes de verse, les retards de maturité, la dégradation de la qualité des récoltes et la pollution de l'eau souterraine par les nitrates et l'augmentation des couts de production (**N'dayegamiye et Poulin, 2011**).

À cet égard nous avons entrepris un travail pour étudier l'effet de 02 types d'engrais azotés l'un de ces engrais est banale et l'autre c'est un engrais technologique avec le N processus d'une composition plus vaste testé sur deux variétés de blé dur Boutaleb et Oued lbared en conditions semi-aride. Le but de cette étude est de discerner le type d'engrais le plus efficace, et quelle est la meilleur variété qui donne un rendement plus élevée.

Chapitre I : Généralité sur le blé dur

1. Historique, origine et classification

Le blé est l'une des premières espèces cultivées par l'homme. Depuis plus de 7000 à 10000 ans le blé occupe le croissant fertile, zone couvrant la Palestine, la Syrie, l'Irak et une grande partie de l'Iran (**Croston et Williams, 1981**).

Le blé dur espèce connue depuis la plus haute antiquité, appartient au groupe des tétraploïdes, du genre *Triticum* qui comprend de nombreuses espèces. Le blé (*Triticum*), le riz (*Oriza L.*) et le maïs (*Zeamays L.*) constituent la base alimentaire des populations du globe et semblent avoir une origine commune : issues d'une même espèce ancestrale qui aurait contenu tous les gènes dispersés chez les trois espèces actuelles (**Yves et De Buyser, 2000**).

Le blé est une plante herbacée, monocotylédone qui appartient au genre *Triticum* de la famille des graminées. Les deux espèces qui dominent aujourd'hui la production sont : le blé tendre (*Triticum aestivum L. sub sp. aestivum*) et le blé dur (*Triticum durum Desf.*). Plusieurs autres espèces existent, toutefois elles ne sont cultivées qu'en faibles quantités, mais se différencient par leur degré de ploïdie (blé diploïdes : génome AA ; blé tétraploïdes ; génomes AA et BB ; blé hexaploïdes : génomes AA, BB et DD) et par leur nombre de chromosomes (14, 28 ou 42) (**Feillet, 2000**).

Le blé dur est une plante annuelle, monocotylédone, appartenant à la famille des Poaceae. La classification du blé dur, selon (**APG III, 2009**) :

Règne: Plantea

S/règne : Tracheobionta

Embranchement : Phanérogamiae

S/Embranchement : *Magnoliophyta (Angiospermes)*

Division : *Magnoliophyta*

Classe : *Liliopsida (Monocotylédones)*

S/Classe : *Commelinidae*

Ordre : *Poales (Glumiflorale) Cyperales*

Famille : Poaceae (Graminées)

S/Famille : Pooideae (Festucoideae)

Tribue : Triticeae

S/tribu : Triticinae

Genre : *Triticum*

Espèce : *T.durum Desf.*

2. Importance de la culture du blé

2.1. Dans le monde : La culture des céréales représente un secteur économique important. La situation de la céréaliculture est liée à l'évolution des superficies, des productions et par conséquent des rendements obtenus (FAO, 2020).

Le classement de l'année 2019 des principaux premiers producteurs du blé indique que l'États-Unis est toujours en première position et la Canada en deuxième position. Suivés par Pakistan et l'Ukraine en troisième et quatrième position (FAO, 2020). Selon les dernières prévisions du conseil international des céréales, la production mondiale de blé dur en 2018/19 s'élève à 38 Mt, en hausse par rapport à 2017/18. Elle progresse notamment dans certains pays exportateurs comme le Canada et les États-Unis mais aussi chez les pays importateurs du Maghreb, notamment en Algérie.

2.2. En Algérie : Les produits céréaliers occupent une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale. Cette caractéristique est perçue d'une manière claire à travers toutes les phases de la filière (MADR, 2020)

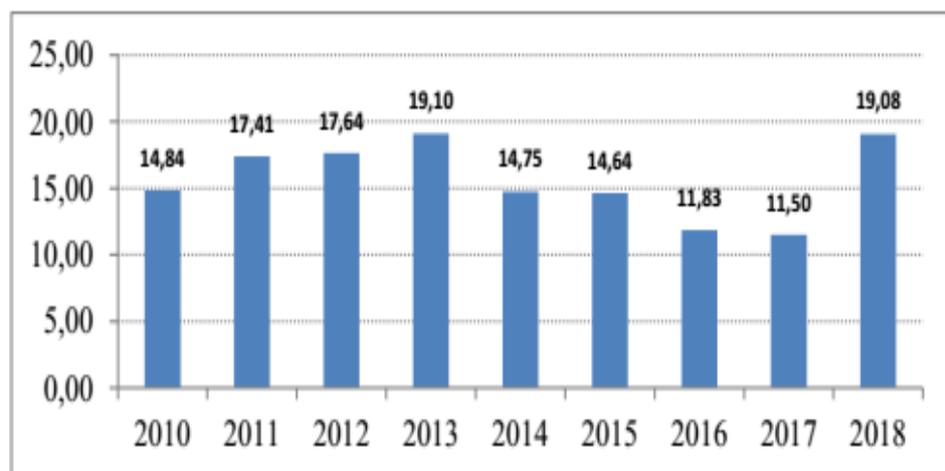


Figure 01 : Histogramme montrant les rendements en blé en Algérie (FAO, 2020).

3. Description de la culture du blé dur

3.1. Caractéristiques morphologiques

Le blé, est une plante de climats chauds et secs. L'épi a généralement de longues barbes, et une section carrée ou comprimée. L'épillet a 2-5 fleurs. Les glumes n'ont pas d'arêtes. Le grain nu est translucide et très dur (**Aknouche et al., 2017**). Un plant de blé se compose de différentes parties, dont les caractéristiques sont décrites comme suit (**Figure02**) :

1. Tige

La tige commence à prendre son caractère au début de la montaison, c'est-à-dire prend sa vigueur et porte 7 à 8 feuilles, elle présente des bourgeons auxiliaires que servent à l'origine des talles, elle s'allonge considérablement à la montaison (**Alismail et al., 2017**).

2. Feuilles

La feuille est composée de deux parties : une gaine qui entoure la tige et qui, depuis le nœud où elle est fixée, couvre la quasi-totalité de l'entrenœud ; un limbe qui se déploie lorsque la feuille atteint sa taille adulte. À maturité le plant de blé possède une douzaine de feuilles sur l'axe principal et un peu moins pour chaque axe secondaire (**Casnin et al., 2013**).

3. Fleurs

Les fleurs sont nombreuses, petites et peu visibles. Elles sont groupées en épis situés à l'extrémité des chaumes (**Sadouki et al., 2018**).

4. Racines

Les racines de blé sont de type fasciculé peu développé. Le système racinaire du blé est caractérisé par (**Alismail et al., 2017**). Deux systèmes radiculaires se forment au cours de développement : Un système primaire : ce sont des racines séminales qui fonctionnent de la germination au tallage. Un système secondaire : de type fasciculé, les racines partent des nœuds les plus bas et sont presque toutes au même niveau (plateau de tallage). (**Morsli, 2010**).

5. Graine

Les grains de blé sont des appelés caryopses. Ces derniers sont de formes ovoïdes, possèdent sur l'un fruit, de leurs faces une cavité longitudinale "le sillon" et à l'extrémité opposée de l'embryon des touffes de poils "la brosse" **Ait-Slimane-ait-kaki (2008)**.

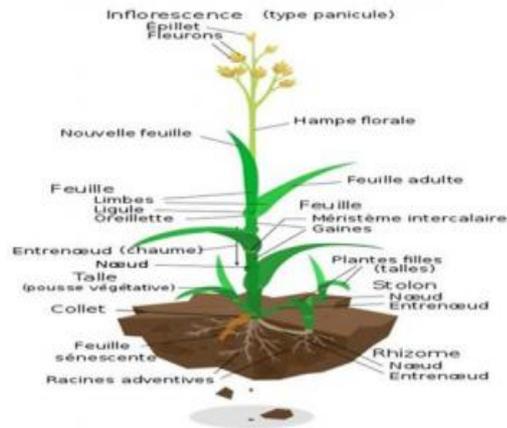


Figure 02 : Diagramme d'une graminée typique du blé dur (Sadouki et al., 2018).

3.2. Cycle de développement du blé dur

Selon Robert et al. (1993) In Morsli, (2010), le cycle de la céréale comporte les stades suivantes :

2.1. Semis-levée

→ Cette période correspond à la mise en place du nombre de pieds/m². La plante forme des ébauches des futures feuilles.

→ Levée : apparition de la première feuille qui traversent la coléoptile (qui est une gaine enveloppant la première feuille).

→ 2-3 feuilles : ce stade est caractérisé par le nombre de feuilles de la plantule.

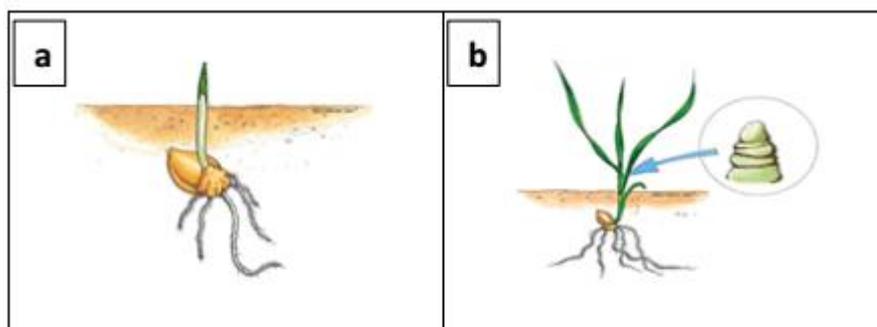


Figure 03 : Etapes de la phase levé (Soltner, 2005).

a : Germination, levée. **b :** développement des feuilles.

2.2. Le tallage

-**Stade début tallage** : lorsque la plante possède quatre feuilles, une nouvelle tige (la talle primaire) apparaît à l'aisselle de la feuille la plus âgée.

-**Stade plein tallage** : les talles apparaissent successivement ; talles primaires de deuxième et troisième feuilles et puis talles secondaires à l'aisselle des feuilles des talles primaires. Des ébauches d'épillets se forment pendant le tallage, alors que les ébauches de feuilles régressent.

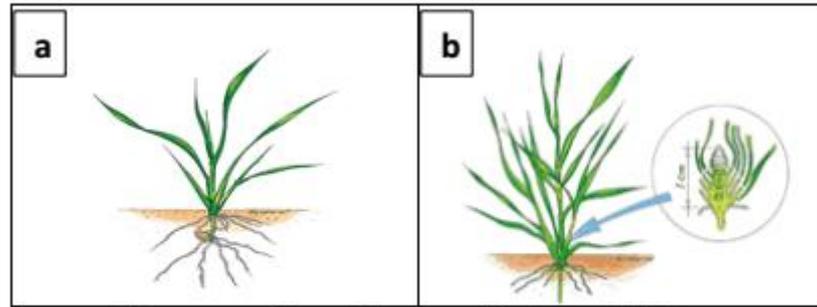


Figure04 : Phase de tallage (Soltner, 2005).

a : Stade Début tallage, **b** : Stade plein tallage.

2.3. La montaison

→ **Stade épi 1 cm** : c'est la fin du tallage herbacé, marqué par l'élongation des entrenœuds de la tige principale. Au niveau des futurs épillets, on peut observer la formation des ébauches de glumes.

→ **Stade 1 à 2 nœuds** : le premier, puis le second entre-nœud de la tige principale s'allonge. Au cours de cette période, se succèdent deux stades au niveau de l'épi. Le premier stade, correspondant à la formation des glumelles et le deuxième correspondant à la différenciation de l'épillet terminal. Ce dernier indique que le nombre d'épillets est définitif, et alors s'initie la phase de formation des fleurs.

→ **Stade méiose mâle** : à ce stade, l'épi gonfle et la gaine de la dernière feuille ainsi que les grains de pollen se différencient dans les anthères. C'est une période particulièrement importante dans l'élaboration du nombre de grains.

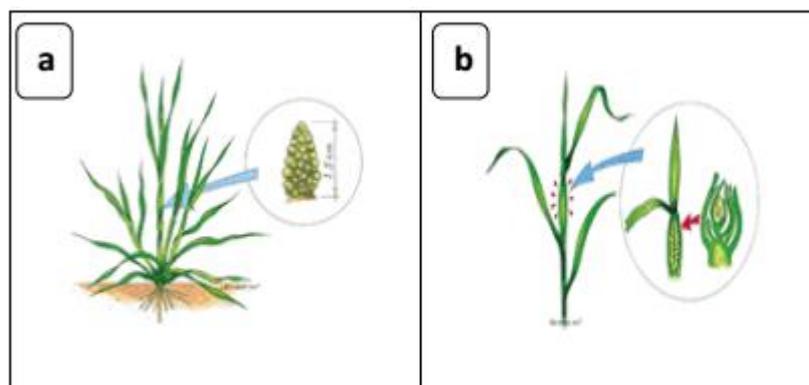


Figure05 : La phase de Montaison- Gonflement (Soltner, 2005).

a : Elongation de la tige principale. **b** : Gonflement de l'épi.

2.4. L'épiaison

Ce stade recouvre la période des épis, depuis l'apparition des premiers épis jusqu'à la sortie complète de tous les épis hors de la gaine de la dernière feuille.

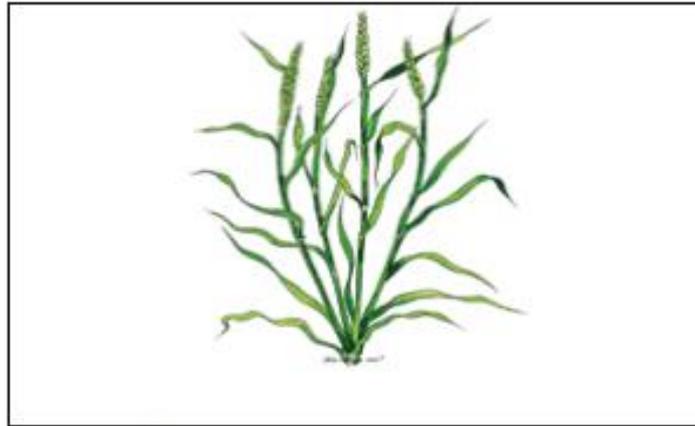


Figure 06 : Stade épiaison (Soltner, 2005).

2.5. La floraison

C'est l'apparition des étamines hors des épillets. A ce stade, la croissance des tiges est terminée, la fécondation a déjà eu lieu et le nombre de grains maximum est donc fixé.

2.6. Le remplissage du grain

→ **Stade grain laiteux** : les enveloppes du grain sont formées. La taille potentielle du grain est déterminée.

→ **Stade grain pâteux** : le poids de 1000 grains est acquis par suite du remplissage des enveloppes.

→ **Grain mûr** : Obtenu après la dessiccation du grain entre stade laiteux et pâteux. La quantité d'eau contenue dans le grain est stable (**Bourras. 2001**).

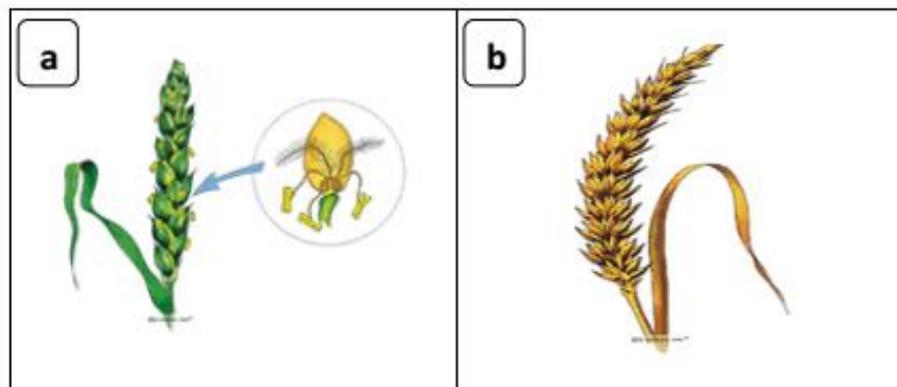


Figure 07: Stade de maturation du grain (Soltner, 2005).

a : La floraison. **b** : Maturation du grain.

3.3. Les exigences du blé

Le blé dur a des besoins élevés en ensoleillement, une faible résistance au froid et à l'humidité, et a une sensibilité à certaines maladies cryptogamiques.

1. La température

La germination commence dès que la température dépasse 0°C, avec une température optimale de croissance située entre 15 à 22° C. Les exigences globales en température sont assez importantes et varient entre 1800 et 2400 °C selon les variétés (OE Ondo, 2014).

2. La photopériode

Le rayonnement solaire et la durée du jour consolide l'effet positif de la température sur le rendement quand elle n'est pas très élevée et accentue son effet négatif dans le cas contraire (Kalarasse, 2018).

3. L'eau

Les besoins en eau sont estimés à environ 800 mm En zone aride, C'est de la phase épi 1 Cm à la floraison que les besoins en eau sont les plus importants. La période critique en eau se situe 20 jours avant l'épiaison jusqu'à 30 à 35 jours après la floraison (OE Ondo, 2014).

4. Le sol

Les sols qui conviennent le mieux au blé sont des sols drainés et profonds. Des sols limoneux, argilo-calcaires, argilo-siliceux et avec des éléments fins (OE Ondo, 2014).

5. La fertilisation

La fertilisation est raisonnée sur le principe de la restitution au sol des quantités d'éléments (NPK) fertilisants prélevés par les récoltes. Le blé a besoin de ces trois éléments essentiels et le rôle de chaque élément sur le plant de blé est le suivant :

5.1. Azote (N) C'est un facteur déterminant du rendement - Il permet la multiplication et l'élongation des feuilles et des tiges. La pour rôle d'augmentation de la masse végétative.

5.2. Phosphore(P) C'est un facteur de croissance qui favorise le développement des racines en cours de végétation. - C'est un facteur de précocité qui favorise la maturation. - Il accroît la résistance au froid et aux maladies. C'est un facteur de qualité.

5.3. Potassium(K) Il régule les fonctions vitales de la croissance végétale. - Il est nécessaire à l'efficacité de la fumure azotée. - Il permet une économie d'eau dans les tissus de la plante. Il assure une meilleure résistance contre la verse et contre les maladies (Gouramis, 2017).

Chapitre 2. Fertilisation azotée du blé dur

1. Généralité

L'azote est essentiel à la croissance des plantes, son action positive sur les rendements des céréales fait de lui un facteur limitant quand les autres facteurs sont à leur optimum (eau,

conditions climatique, nutrition minérale et techniques culturales). Les agronomes le considèrent comme le pivot de la fumure car son apport au sol peut augmenter sensiblement les rendements des cultures (**Pousset, 2002 ; Harrat, 2005**).

La carence en azote, au contraire, se traduit par une réduction de taille et teint vert jaunâtre. Les végétaux prennent un port dressé. Les bourgeons se développent mal ou n'évoluent pas ; chez les céréales, la réduction du tallage est particulièrement nette. Les racines apparaissent très longues, peu ramifiées et blanches (**Lemaire et al, 1989 in Bouhidel, 2006**).

2. Le rôle de l'azote

Selon **Ghouar (2006)**, les engrais azotés sont appliqués depuis plus de 150 ans. Jointes aux progrès de la sélection génétique et des itinéraires techniques, ils permettent d'atteindre des rendements cultureux suffisamment élevés et assurer un faible coût de production.

Selon **Soltner (2003)**, l'azote est un constituant essentiel du cytoplasme car il favorise :

- La synthèse des glucides grâce à l'augmentation du nombre de chloroplastes.
- La constitution des réserves azotées dans les graines.
- La multiplication cellulaire donc la croissance des tissus.
- La multiplication des chloroplastes, puisque la chlorophylle est substance azoté d'où

la couleur vert foncée des plantes après un apport d'azote.

3. Les différentes formes de l'azote dans le sol

a) L'azote total

C'est l'ensemble de toutes les formes d'azote minéral et organique présentent dans un échantillon du sol, excepté l'azote gazeux (essentiellement représenté par le N₂ de l'air).

L'azote total représente un pourcentage variant dans de larges limites. Sa teneur en sol cultivé est comprise entre 0.1 et 0.5%. Les abaques de fertilité, que rapportent **Calvet et Villemin**

(1986) in **Bouhidel (2006)** concernant l'azote total permettent de séparer :

- Sol très pauvre avec : $N < 0.05 \%$
- Sol pauvre avec : $0.05 > N > 0.10 \%$
- Sol moyen avec : $0.10 > N > 0.15 \%$
- Sol riche avec : $0.15 > N > 0.25 \%$
- Sol très riche avec : $N > 0.25 \%$

b) L'azote organique

C'est celui qui est intégré à des molécules organiques plus ou moins complexes résultant de la décomposition des matières végétales, animales ou microbiennes. C'est également celui qui compose la biomasse vivante du sol (micro-organismes) (**Laakab, 2012**).

De plus, **Hebert (1979) in Bouhidel (2006)**, note que l'azote organique représente plus de 95% de l'azote totale.

c) L'azote minéral

Dans le sol, l'azote minéral peut être présent sous trois formes : l'ion ammonium (NH_4^+) ou azote ammoniacal, l'ion nitrite (NO_2^-) ou azote nitreux et l'ion nitrate (NO_3^-) ou azote nitrique. Les deux formes (ammoniacal et nitrique) sont présentes dans la solution du sol et facilement extractibles au laboratoire (**Christian et al, 2005**).

- **Azote ammoniacal (N- NH_4^+)**

Selon **Vilain (1997) ; Mathieu et Pielain (2003)**, le sol renferme peu d'azote ammoniacal, c'est une forme essentiellement transitoire, rapidement transformée en azote nitrique à la belle saison. Les plantes puissent absorber légèrement les ions ammonium (NH_4^+).

- **Azote nitreux (N- NO_2^-)**

C'est une forme de transition, éphémère, soit de l'oxydation d' N-NH_4^+ en azote nitrique (N- NO_3^-), soit de la réaction inverse de réduction (**Barroin et al, 1997 in Lemaire et Nicolardot, 1997**).

- **Azote nitrique (N- NO_3^-)**

BARROIN et al (1997) in LEMAIRE et NICOLARDOT (1997), constatent que l'azote nitrique représente la forme la plus oxydée de l'azote ; Il est considéré comme une source de l'azote pour les organismes végétaux. L'azote nitrique très mobile est la forme principale d'absorption de l'azote par les plantes, ce surtout les ions nitrate (NO_3^-) qu'elles utilisent (**Mathieu et Pielain, 2003**).

4. Variation des besoins azotés du blé au cours du cycle de développement

Vilain (1997) souligne que les besoins totaux sont ceux qui permettent sur l'ensemble du cycle végétatif de la plante, d'obtenir le rendement optimum et la meilleure qualité. On mesure le besoin par la détermination de la teneur et de la masse d'azote aux différents stades du cycle.

L'azote contenu dans la plante au stade maturité est estimé à 94 mg. Environ de 80 % de l'azote présent dans toute la plante à maturité ont été prélevés au stade floraison. Presque

2/3 de l'azote qui constitue les feuilles, les tiges et les épis sont transférés vers le grain. A la récolte, plus de 75 % de l'azote total de la culture se trouve au niveau du grain (**Ghouar, 2006**).

Selon **Soltner (1999)**, les besoins sont toujours intenses. Ils sont faibles au début de la végétation mais à partir de stade tallage il y a une tendance ascendante de quantité d'azote contenu dans la plante (grain, paille). Il y a même accélération des besoins à la fin de la végétation puisque durant la courte période de la floraison à la maturité (Figure 07), le blé va absorber 40% de l'azote qui lui est nécessaire pour toute la culture.

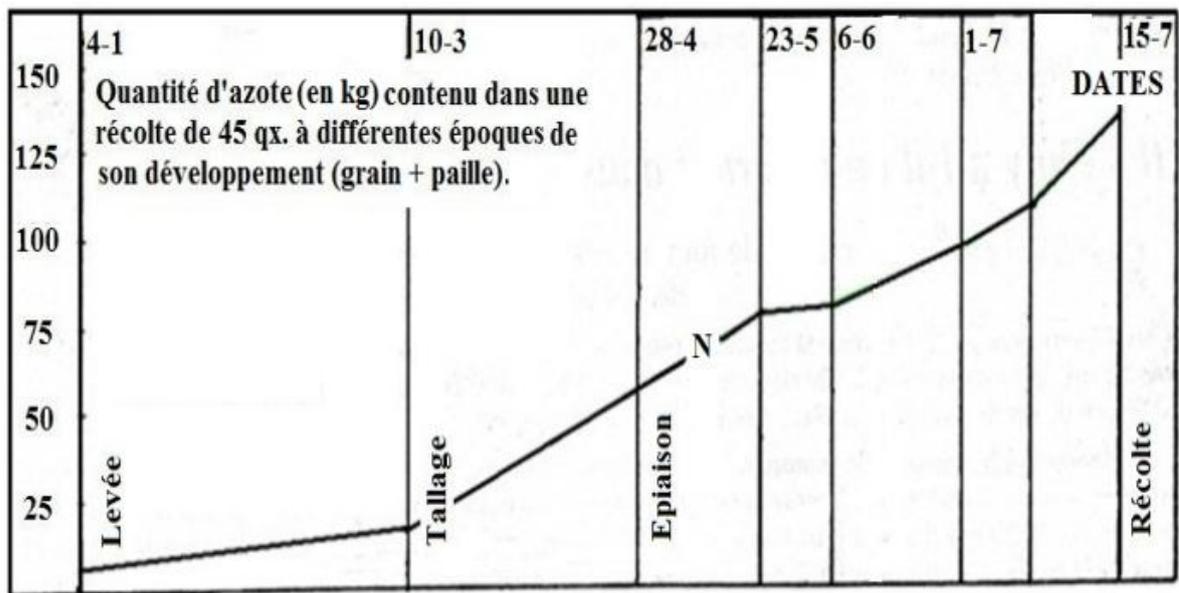


Figure 08 : Absorption de l'azote au cours de la croissance du blé (**Soltner, 1999**).

5. Effet de l'azote sur la culture du blé du

L'azote a un effet direct sur la biomasse aérienne ou une plante bien alimentée croît rapidement, produit une grande masse végétative de couleur vert foncé due à l'abondance de la chlorophylle (**Menad et Ould-said, 2003**).

Djiair (1988) et **Kouadria (1987)**, trouvent que l'apport de doses croissantes a une influence sur le degré de tallage ou ils sont obtenus à un gain moyen en talle par plante par rapport au témoin sans azote égale 0.72 talle pour une dose de 50 unités et de 1.48 talles pour une dose de 100 unités et 2.64 talles pour 120 unités par hectare pour une culture de blé.

Meynard (1987) notent qu'une alimentation azotée conséquente au stade montaison entraîne une augmentation du nombre d'épis par mètre carré.

Aussi, **Sebillotte et al (1978)**, **Remy et Viaux (1983)** soulignent que le nombre d'épis par mètre carré est fortement modifié par les techniques culturales, et essentiellement la fertilisation azotée.

Le poids de 1000 grains est un caractère essentiellement variétal (**Borojevic et Williams, 1980**). **Taureauin 1989**, note que l'azote n'a pas d'influence sur la phase de remplissage du grain pendant laquelle la nutrition hydrique et la température joue un rôle déterminant. Par contre **Kouadria (1987)**, constate une baisse de poids de 1000 grains du blé lorsque les doses d'azote augmentent de la dose 0 à la dose 120 unités par hectare, le poids passe de 29,48 à 26,57 g.

La nutrition azotée peut être associée à un changement au niveau des fractions protéiques du grain qui peut présenter des teneurs variables selon la nutrition azotée. Les gluténines semblent ne pas être influencées par la nutrition azotée et les conditions du milieu en général. Par contre, les gliadines, les albumines et les globulines sont beaucoup plus dépendantes des conditions du milieu et de l'azote (**Gâte, 1995**).

6. Différents types d'engrais azoté utilisé

A. Les engrais naturels

Chevrier et Barbier (2002) indiquent qu'ils sont représentés par l'ensemble des constituants organiques, morts ou vivants, fortement transformés ou non. Elles comprennent donc à la fois l'humus, des débris végétaux et des êtres vivants. Ces derniers doivent passer sous forme minérale avant d'être assimilés par la plante. Leur transformation variera en fonction de l'activité biologique du sol (**SIMON et al, 1989**).

B. Les engrais azotés minéraux

Selon **Pontailier (1971)**, On classe les engrais azotés suivant la forme de leur azote.

a) Engrais nitriques :

Christian et al (2005), notent qu'ils contiennent de l'azote sous forme nitrique, NO_3^- .

- Le nitrate de sodium $[\text{NaNO}_3]$: 16% de N et 36.5% de Na_2O ;
- Le nitrate de calcium $[\text{Ca}(\text{NO}_3)_2]$: 15.5% de N et 34% de CaO ;
- Le nitrate de calcium et le magnésium $[\text{Ca}, \text{Mg}(\text{NO}_3)_2]$: 15% de N, 46% de CaO et 8 % de MgO ;
- Le nitrate de potassium $[\text{KNO}_3]$: 13 % de N et 46% de K_2O .

b) Engrais ammoniacaux-nitriques

Pontailier (1971) et Christian et al (2005) indiquent que ceux-ci contiennent à la fois de l'azote nitrique (apporté par l'acide nitrique) et de l'azote ammoniacal (apporté par le radical ammoniac).

- Le nitrate d'ammoniac
- Les ammonitrates

- Les ammonitrates enrichis en SO₃ et/ou MgO

c) Engrais ammoniacaux

Pontailier (1971) et **Christian et al (2005)** signalent que ces engrais contiennent leur azote sous forme ammoniacale, NH₄⁺.

- Le sulfate d'ammoniaque [(NH₄)₂SO₄]
- L'ammoniac anhydre [NH₃]

d). D'autre forme :

a)Le Sulfazot (26% N)

Le Sulfazot est un engrais azoté soufré de couverture, sous forme granulé. C'est un mélange contenant du nitrate d'ammoniaque et du sulfate d'ammoniaque ainsi que certains produits (Inertes de remplissage et matériaux d'enrobage). Il contient 26% d'azote total, dont l'azote nitrique et l'azote ammoniacal représentant 6.5 % et 19.5% respectivement et 35 %d'anhydride sulfurique. Il est destiné à la culture céréalière comme le blé et l'orge à dose de 2 à 3.5 q/ha, les cultures maraichères à dose de 2 à 3 q/ha, l'arboriculture à dose de 3 à 4 q/ha et la viticulture à dose de 1.5 à 2 q/ha. Il peut être utilisé aussi sur un grand nombre de cultures aux besoins variables. Il est conditionné et vendu dans des sacs de 50 kg (**Anonyme, 2010**).

b) L'urée [CO (NH₂)₂] (46% N)

D'après **Christian et al (2005)**, c'est l'engrais azoté solide le plus concentré. Très soluble, l'urée se transforme rapidement dans le sol en gaz carbonique et en azote ammoniacal. Elle est habituellement sous forme perlée ou, de plus en plus, granulée. La plante peut assimiler l'urée soit directement sous forme d'ammoniaque, soit après nitrification (**Pontailier, 1971**).

c) Timazot (30% N) N- process

Engrais azoté soufré de couverture, sous forme granulé. C'est un mélange contenant : Azote nitrique (30% + 25% Anhydride sulfurique (SO₃) soluble dans l'eau + 2% Oxyde de magnésium (Mgo).)Doté d'une matrice organo-calcique et de spécificités agronomiques à base d'algues, les engrais N-PROCESS libèrent progressivement les éléments fertilisants nécessaire à la plante tout en activant le métabolisme de celle-ci pour une activité photosynthétique maximale. Dont il présente de nombreuse spécularité tel que :

- Limite les pertes : En protégeant l'azote, la technologie N-PROCESS limite les pertes par lessivage et volatilisation.

- Synergie N – S : La synergie entre l'azote et le soufre présents dans le TIMAZOT N30 permet une assimilation et transport efficace des éléments nutritifs dans la plante.
- Activité photosynthétique : La présence de MgO, élément majeur dans le processus de photosynthèse, permet de booster la physiologie du plant

7. Raisonnement de la fertilisation azotée

La fertilisation raisonnée repose sur l'estimation des fournitures du sol en éléments minéraux et des besoins des cultures. Les quantités d'engrais apportées doivent maintenir la fertilité du sol et satisfaire les besoins des cultures (**Deblay, 2006**).

Un meilleur raisonnement de la fertilisation azotée des cultures permet d'éviter des reliquats azotés post-récolte trop élevés et une lixiviation hivernale des nitrates trop importante (**Montagnon, 2004**).

7.1. Calcul de la dose totale d'engrais azotée

Plusieurs méthodes reposant sur des concepts différents sont élaborées pour le calcul de la dose totale d'engrais nécessaire à une culture de blé :

✓ Méthode du bilan prévisionnel

Elle consiste à équilibrer les besoins prévisibles des cultures avec les fournitures d'azote quelle que soit leur origine. L'ouverture du bilan se situe en fin d'hiver où le lessivage des ions nitrates est négligeable et sa fermeture à lieu à la récolte. L'équation est sous la forme (MEYNARD *et al*, 1996).

$$\begin{aligned} \text{Etat final} - \text{Etat initial} &= \text{Entrées} - \text{Sorties} \\ R_f - R_i &= (M_n + X) - (P_f - P_i + L) \end{aligned} \quad (1)$$

La dose d'azote à apporter par l'engrais s'obtient alors par :

$$\begin{aligned} X &= \text{Besoins de la culture} - \text{Fourniture du sol} \\ X &= (P_f - P_i) - (M_n + R_i - L - R_f) \end{aligned} \quad (2)$$

Avec (en kg) :

R_f = Quantité d'azote minéral dans le sol à la fermeture du bilan (récolte).

R_i = Quantité d'azote minéral dans le sol à l'ouverture du bilan (fin d'hiver pour les cultures d'hiver).

M_n = Minéralisation nette de l'azote dans le sol = Minéralisation nette de l'azote humifié du sol (M_h) + Minéralisation nette des résidus de récolte (M_r) + Minéralisation nette de l'azote des produits organiques (M_a).

X = Quantité d'azote minéral apporté par l'engrais.

P_f = Quantité d'azote absorbé par la culture jusqu'à la fermeture du bilan.

P_i = Quantité d'azote contenu dans la culture à l'ouverture du bilan.

L = Lessivage d'azote nitrique au-delà de la profondeur « z » considérée comme accessible aux racines de la culture, entre l'ouverture et la fermeture du bilan.

✓ **Equation d'efficience d'utilisation de l'engrais**

Mis à part le terme R_i qui est mesuré, le reste de l'équation 1 sont modélisés ou estimés à partir d'abaques basées sur des résultats expérimentaux et validés par région. Cependant, la mesure du paramètre R_i n'est pas toujours possible, en raison par exemple de la structure du sol ou de l'excès d'eau. Alors, une autre équation d'estimation de la dose d'engrais tenant compte de l'utilisation de l'azote a été proposée au début des années 90 (Akkal, 1998).

$$\text{Besoins de la culture} = P_x - P_0 = (\text{C.A.U.}) (X) \quad (3)$$

Avec :

P_x = Quantité totale d'azote absorbé par le peuplement végétal jusqu'à la récolte pour une dose d'engrais X .

P_x = Equivalent au terme P_f de l'équation (1)

P_0 = Quantité totale d'azote absorbé par la culture en l'absence d'apport d'engrais azoté.

CAU = Coefficient apparent d'utilisation de l'engrais

X = Dose d'azote apporté par l'engrais

P_0 et CAU sont estimés à partir de références régionales. Ils dépendent des caractéristiques des sols et du climat, du précédent cultural, de la structure de la couche arable et des dates d'apport d'engrais pour le CAU (Plas, 1992 ; Limaux, 1999).

✓ **Méthode actuelle d'estimation prévisionnelle des besoins en azote**

Les postes P_f de l'équation (1) et P_x de l'équation (3) sont communément appelés « **Besoins en azote** ». Ceux-ci correspondent à la quantité d'azote nécessaire pour atteindre un objectif de production permis par le milieu et l'itinéraire technique. Actuellement, l'estimation des besoins en azote du blé est fondée sur la fixation d'un objectif de rendement.

Besoins = (b) (objectif) (4)

(b) étant quantité d'azote nécessaire pour produire 1 quintal de grains (kg N/q). Pour le blé dur à 14 % de teneur en protéines, le coefficient b est fixé à 3,5 Kg N/q de grains (**Gâte, 1995**).

L'estimation de l'objectif de rendement peut se faire dès le semis en fonction des potentialités de la variété et les conditions pédoclimatiques, et être éventuellement révisée au cours du cycle, notamment à la sortie de l'hiver.

8. Influence de quelques facteurs sur l'alimentation azotée

a) L'humidité du sol

L'azote ne sera efficace que si la culture reçoit au moins 15 mm d'eau au cours des 20 jours qui suivent son application (**Anonyme, 2003**).

Selon **Daoud (1990)**, en cas de pluviosité hivernale qui diminue la quantité d'azote nitrique disponible par lessivage, il faut recourir à un renforcement de la fumure azotée par un apport à la dose normale pratiquée dans le cas d'une sécheresse.

b) Nature de précédent culturale

Certains précédents laissent dans le sol des résidus d'azote minéral ou organique comme le cas des légumineuses ; d'autre laissent des résidus dont le rapport C/N est élevé (paille, tige) qui bloquent une partie de l'azote minérale du sol en se décomposant (**Daoud, 1990**).

c) Les interactions ioniques

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

❖ **L'interaction N * P**

Une étude menée par l'ICARDA (internationale centre for agriculture research in dry areas), a montré que les meilleurs résultats sont donnés par l'apport de deux éléments azote est phosphore alors que l'apport du phosphore seul est sans action (**Belaid, 1987**).

❖ **L'interaction N*K**

L'apport combiné des deux éléments N et K a donné les meilleurs résultats (**Halilatet Dogar, 2000**). Ainsi, tous les paramètres de fertilité sont améliorés, à savoir : nombre de grains par épi, poids de 1000 grains et un rendement maximal.

❖ **Les interactions azote * oligo-éléments**

L'interaction entre l'azote et les oligo-éléments (tableau01), peuvent se traduire par des déficiences ou par des absorptions accrues, qui se situent plus souvent au niveau de l'assimilation (**Loue, 1993**).

Tableau01 : Interaction entre l'azote et les oligo- éléments

Oligoéléments	Fer	Zinc	Cuivre	Bore	Molybdène
N	-	Variable	négatif	négatif	-

Source : Loue (1993)

Chapitre I : Matériels et Méthodes

L'objectif de ce travail est de faire comparais et observer l'effet de l'utilisation de deux types d'engrais (l'un est banal l'autre est technologique) sur deux variétés de blé dur (Boutaleb et Oued el bared)

I. Description du site expérimental

1. Situation géographique

L'étude a été réalisée dans la ferme de M^f Bachir Laabachi à L'oued Lakhdar au cours de la campagne 2019-2020.

Le site expérimental, au lieu-dit El Hammadia est une commune de la wilaya de Bordj Bou-Argeridj, est située à 6 km au sud du chef-lieu de la wilaya, au bord de la RN45 sur la route de M'sila, aux coordonnées géographiques $35^{\circ} 58' 47''$ N $4^{\circ} 44' 51''$ E, à une altitude de 881m. Cette région est caractérisée par un climat semi-aride, Cette région est caractérisée par un climat semi-aride(figure 09) .

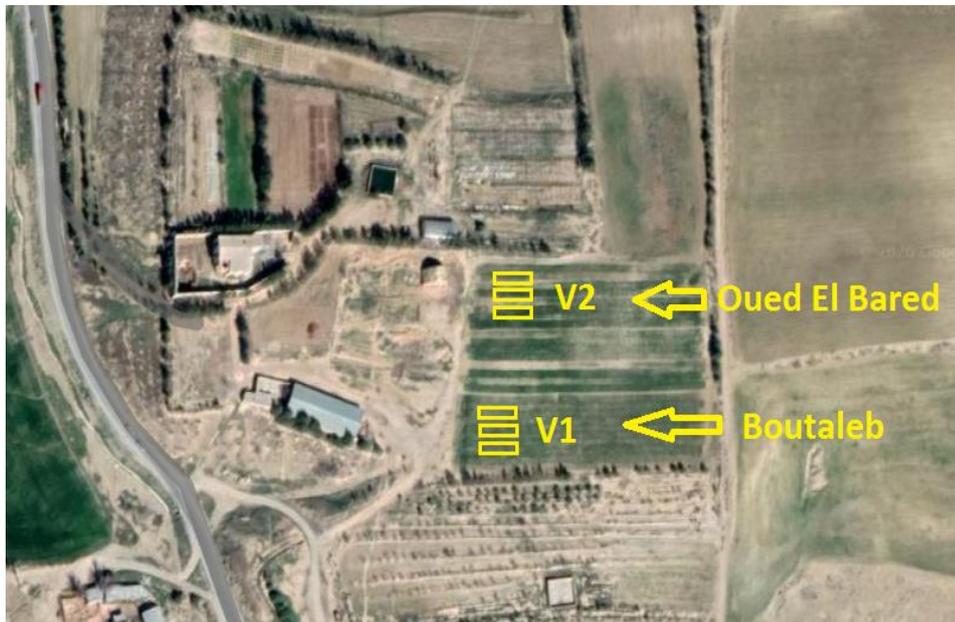


Figure 09 : Le site de l'essai (Google Earth, 2020)

2. Le sol

Les résultats des analyses physico-chimiques du sol de l'exploitation agricole ont été réalisés par la société Timac agro la campagne 2019-2020. Les échantillons du sol ont été prélevés sur une profondeur de 0 à 25 cm. Ces ont été effectuées au laboratoire AURÉA (laboratoire d'analyse et de conseil Agro-Environnemental en FRANCE) (Annexe 01).

Tableau02 : Résultat des analyses physico-chimique de la parcelle

Paramètre chimique	Résultat obtenue
Ph eau	8.6
Ph k Cl	8
Capacité d'échange en cation CEC (meq/100 g)	16.5
Matière organique %	2.8
Calcaire totale%	80.2
Calcaire actif %	32.9

Source : laboratoire AUREA, 2019-2020

Selon les résultats obtenus, on peut dire que le sol expérimental est calcaire ; ceci a têt confirmé par **Baize (1988)**. Le pH du sol (pH eau) est légèrement alcalin. La teneur en azote du sol est très faible selon les normes citées par le **Calvet et Villemin (1986)**.

Le rapport C/N est inférieur à 15 ce qui implique une minéralisation lente et une accumulation de la matière organique (**Cornelis et Philippe, 2011**)

3. Le climat

La zone d'étude se situe dans l'étage bioclimatique semi-aride, elle est soumise au régime climatique des hauts plateaux, qui se caractérise par des hivers froids, une pluviométrie irrégulière, des gelées printanières et des vents chauds et des séchant en fin de cycle de la céréale (**Khelil et Hammouche,2017**).

3.1. Caractéristiques du climat de la campagne d'la campagne d'étude 2019/2020

3.1.2 .Précipitations :

.Les quantités de pluies enregistrées au niveau de la station s'élèvent à 28.2 mm en moyenne par an. Le mois le plus pluvieux est celui de Mai avec 64,2 mm tandis que le mois le plus sec est le mois de juillet avec une pluviométrie de 7.2 mm.

Les précipitations se caractérisent par une distribution irrégulière à travers les saisons, elles se concentrent généralement sur la période allant du septembre 2018 jusqu'au mois de Mai 2019.

3.1.2 Température

L'examen des données relatives aux températures révèle que le régime thermique se caractérise par des températures élevées en été et frais en hiver. Les températures maximales

sont enregistrées en juillet 36.3°C et août 34,1°C. Les basses températures se manifestent en janvier 0.4 °C et février 1.77 °C. (Annexe2)

II .Mise en place de l'expérimentation

1 .Matériel végétale

L'étude est basée sur une seule espèce céréalière ; c'est le blé dur (*Triticum durum* L.), représentée par deux variétés : BOUTALEB et Oued el bared.

La variété BOUTALEB (Hedba 3 X Ofanto) est une variété locale sélectionnée par la station ITGC de Sétif en 2016, elle se caractérise par un rendement élevé peut atteindre 70qx /ha et un PMG élevé avec une bonne qualité semouliers. elle possède une résistance au condition climatique (Au froid ,sècheresse) ainsi une résistance contre les maladies tel que la rouille jaune ,la rouille brun et la rouille noir , piétin échaudage ,piétin verse et oïdium (Annexe 02).

La variété Oued el Bared est une variété locale sélectionnée par la station ITGC de Sétif en 2016, elle se caractérise par un rendement élevé peut atteindre 75qx /ha et un PMG élevé avec une bonne qualité semouliers. elle possède une résistance au condition climatique (Au froid ,sècheresse) ainsi une résistance contre les maladies tel que la rouille jaune ,la rouille brun et la rouille noir , piétin échaudage ,piétin verse et oïdium . Elle est moyennement sensible à la tache auréolée (Annexe2).

3. Les engrais utilisés

3.1 Le Timazot (30% N)

Le Timazot est un engrais azoté soufré de couverture, sous forme granulé. C'est un mélange contenant :

- Azote nitrique 30%(22% azote N uréique et 8% de l'azote N ammoniacal).
- 25% Anhydride sulfurique (SO₃) soluble dans l'eau.
- 2% Oxyde de magnésium (Mgo).

Il est destiné à la culture céréalière comme le blé et l'orge a dose de 100 à 200 kg /ha , les cultures maraichères à dose de 200 à 400 Kg/ha, l'arboriculture à dose de 150 à 250 Kg/ha et. Il peut être utilisé aussi sur un grand nombre de cultures aux besoins variables (Annexe 3).

3.2 L'Urée (46%N)

L'urée est un engrais azoté solide de couverture le plus concentré, contient 46% d'azote

total et 1% de biuret, destiné à la culture céréalière comme le blé et l'orge à dose de 1.5 à 2.5 q/ha, s cultures maraichères à dose de 2 à 3.5 q/ha, la viticulture à dose de 1.5 à 2.5 q/ha, l'arboriculture à dose de 5.5 à 6.5 q/ha et les légumes secs à dose de 1.5 à 2.5 q/ha ; Elle est obtenue par synthèse à partir de l'ammoniac et du gaz carbonique suivant la réaction schématique :

$$\text{CO}_2 + 2\text{NH}_3 \rightarrow \text{CO} (\text{NH}_2)_2 + \text{H}_2\text{O}$$

L'urée est habituellement sous forme perlée ou de plus en plus granulée. Très soluble, elle est hydrolysée dans le sol et passe, en quelques jours, à l'état d'azote ammoniacal. Ce dernier est, suivant les conditions climatiques du moment, soit fixé par les colloïdes du sol, soit transformé en azote nitrique par les micro-organismes (**Pontailier, 1971 ; Christian et al, 2005 ; Anonyme, 2010**).

4. Le dispositif expérimental

Le dispositif expérimental utilisé est un dispositif factoriel en bloc



Figure 10 : Le placement du dispositif sur site

Ce dispositif comprend :

- le facteur f1 noté F1 à deux variantes (Variété Boutaleb et Variété Oued bared)
- le facteur 2 noté F2 à deux variantes aussi (Engrais banal et Engrais technologique).

Les facteurs étudiés sont le génotype (Variété) et l'application de deux types d'engrais (Traitement). Nous avons utilisé un essai qui a été déjà installé par l'I.T.G.C. chez l'exploitation agricole LAABACHI.

L'essai comporte, donc dix-huit parcelles élémentaires de dimensions 1 m de long et 1m de large, déterminant une superficie de 1 m², avec une ligne de semis espacées de 50 cm. Les parcelles faisant l'objet de suivi sont choisies de façon à éviter le maximum de l'hétérogénéité du terrain de point de vue topographique.

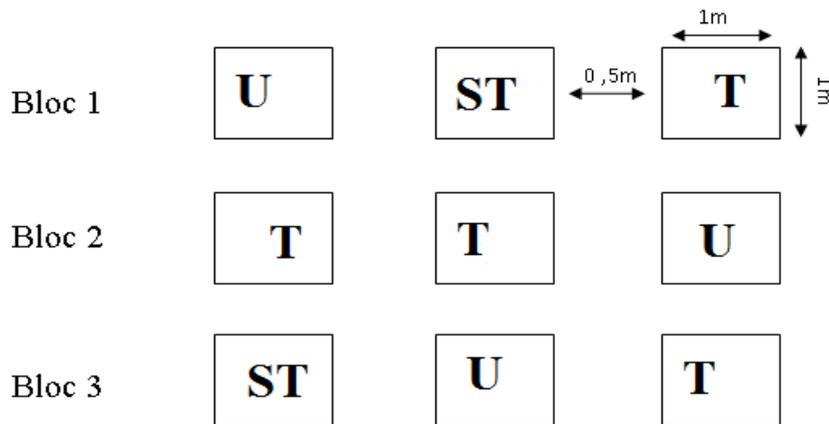


Figure11 : le dispositif applique pour le V1 Boutaleb

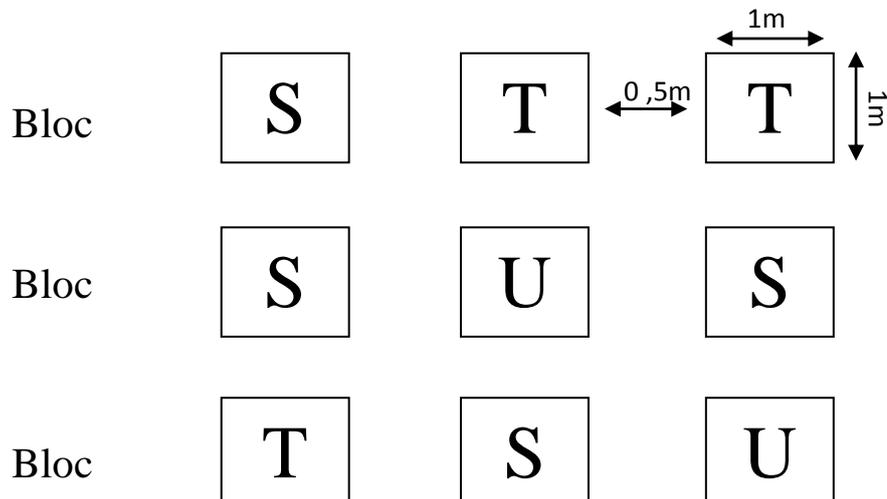


Figure12 : le dispositif applique pour la V2 Oud el bared

5. Conduite de la culture

1 .Itinéraire technique suivi

En condition de culture intensive, l'expression du potentiel des variétés recommandées nécessite absolument l'adoption d'un itinéraire technique performant, qui tient compte des conditions édapho-climatiques de la région, l'itinéraire technique doit être basé sur les principes suivants :

1.1. Précédent cultural

Le précédent cultural est une culture de la pomme de terre, il est déconseillé de cultiver le blé derrière une céréale (blé, orge, avoine). La monoculture aboutit toujours à des chutes de rendement. Aussi s'avère-t-il nécessaire d'alterner le blé avec d'autres cultures en appliquant l'assolement de l'exploitation. (Ragoub et Aissi, 2020)

1.2. Travail du sol Les opérations culturales ont été effectuées dans l'ordre chronologique suivant :

- 03/10/2019 : labour à l'aide d'une charrue à disque d'une profondeur de 30 cm
- 21/10/2019 : premier recroisement
- 03/12/2019 : deuxième recroisement ; ceci est réalisé à l'aide d'un cover-crop pour la préparation du lit de semences.

1.3. Mise en place de la culture (semis) Le semis a été réalisé le 05/12/2019 à une densité de 300 graines par m² avec un semoir 03 m de largeur, à une profondeur de 3 cm. La dose de semis de chaque variété étudiée est notée dans le tableau 09. La dose de semis a été déterminée pour chaque variété à partir du poids de mille grains par la formule suivante :

$$DS = [\text{densité de semis (grains /m}^2) \times \text{PMG (gramme)}] / 1000$$

Tableau 03 : Dose de semis des variétés étudiées.

Variétés	Densité de semis (grains/m ²)	Dose de semis par ha
Boutaleb	300	150Kg/Ha

Oued el bared		
---------------	--	--

1.4. Fertilisation Les engrais doivent être incorporés au sol au moment de la préparation du lit de semence et au moment du développement végétatif. Les doses à apporter doivent être déterminées en fonction de la richesse du sol, appréciée par les analyses du sol et en fonction des besoins du blé dur.

1.4.1. Engrais de fond : Nous avons apporté le FOSFACTYL au moment de la préparation du lit de semences le 03/12/2019 à raison de 100 kilogrammes par hectare.

1.4.2. Fertilisation azotée : la fumure azotée (urée 46% et le Timazot) a été apportée le 18/03/2020 avec une dose d'un quintal par hectare au stade plein tallage.



Figure 13 : application des deux engrais

1.4.3 .Application des engrais :

Les engrais azoté utilisé sont : L'Urée 46% et le Timazot utilisé avec un seul apport avec des doses égales au stade montaison dont :

- Urée 46%: un engrais traditionnel avec une composition simple comporte 46 unités.
- Timazot : un engrais spécifique technologique avec la spécifié de N process avec une composition intéressante qui comporte 30 unité.

L'épandage a été réalisé manuellement pour les deux variétés le : 18 Mars 2020

1.5. Désherbage Un désherbage chimique a été réalisé avec le mélange de trois matières actives Odosulfuronmethyl-sodium (25 g/l), amidosulfuron (100 g/l) et Mefenpyr-Diethyl (250 g/l) effectués le 27/02/2020 au stade début tallage.

1.6. Irrigation L'essai a été mené sous régime d'irrigation par aspersion.

1.7. Traitements phytosanitaires Un traitement préventif contre les principales maladies cryptogamiques a été réalisé le 04/04/2020 par la pulvérisation d'un fongicide d'une matière active TÉTRACONAZOLE pour la protection des céréales d'hiver des maladies fongiques foliaires. La dose de 01 L/ha (soit 125 g de matière active par ha) à appliquer dès le stade montaison jusqu'au stade apparition de la dernière feuille pour une bonne protection des trois dernières feuilles de la plante.

1.9. Récolte

La récolte des mètres carré a été effectuée manuellement le 09/06/2020.

3. Paramètres mesurés

3.1. Caractères morphologiques

• La surface foliaire de la feuille étendard (SFE) :

La surface foliaire de la feuille étendard est estimée à partir d'un échantillon de sept Répétitions, dont on mesure la longueur totale et la largeur moyenne. La surface foliaire est Déduite par la formule :

$$SF \text{ (cm}^2\text{)} = 0.606(L \times l)$$

Où :

SF = surface moyenne de la feuille étendard (cm²)

L = longueur moyenne de la feuille étendard (cm)

l = largeur moyenne de la feuille étendard (cm)

0,606 = coefficient de régression de la surface estimée à partir du papier grammage sur celle

Déduite par le produit (L x l) (**Belkhrchouche et al. ,2009**).

•La hauteur de la plante totale (HPT en cm)

La hauteur représente la distance allant du ras du sol jusqu'à sommet de l'épi. À maturité, la hauteur moyenne de cinq plantes de chaque répétition a été mesurée en centimètre à l'aide d'une règle graduée.

•La longueur de l'épi (LE)

Cette mesuré a été effectuée après le stade de remplissage du grain

•La longueur des barbes (LB)

Nous avons mesuré cette longueur depuis le sommet de l'épillet terminale jusqu'à l'extrémité des barbes sur un échantillon de sept plantes pris au hasard.

3.2. Composantes du rendement

3.2.1. Nombre de pieds levés par mètre carré : une fois le compactage effectué par un mètre linéaire, les résultats sont reportés au mètre carré, selon la relation suivante :

$$(\sum X_n \times 1 \text{ m}) (n \times 0,2 \text{ m})$$

dont : $\sum x_n$: somme de composante dans les mètres linaires ;

n : nombre de placette ;

0,2 m : écartement entre ligne de semis (Soltner, 1999). La détermination de ce paramètre s'est faite au stade 2 à 3 feuilles en comptant le nombre de pieds sur trois placettes.

3.2.2. Nombre de tiges herbacées par mètre carré : le nombre de talles herbacées est déterminé lorsque le stade plein tallage est atteint, en comptant le nombre de talles sur 05 plantes de la station choisie (1 mètre linéaire) puis rapportée au mètre carré.

3.2.3. Nombre d'épis par mètre carré : le dénombrement des épis s'est fait pour les même 05 plantes de chaque station puis rapporté au mètre carré.

3.2.4. Nombre de grains par épi : il a été déterminé par le comptage du nombre de grains se trouvant au niveau de chaque épi sur 05 échantillons.

3.2.5. Poids de mille grains (PMG) : après la récolte de chaque station, nous avons prélevé 1000 grains, ces grains ont été ensuite pesés avec une balance de précision.

3.3. Rendement

3.3.1. Rendement biologique (biomasse aérienne) : en vue de déterminer l'indice de récolte, le rendement biologique doit être mesuré en récoltant les pieds d'1 m² (tiges, feuillies et épis), puis les pesées à l'aide d'une balance. Les valeurs obtenues ont été convertis en quintaux par hectare. Il est à signaler que la biomasse aérienne doit être mesurée à maturité complète. Elle est exprimée en quintaux par hectare.

3.3.2. Rendement en paille : après avoir déterminer le rendement biologique, les tiges est débarrassé de leurs épis puis pesées. Les valeurs sont exprimées en quintaux par hectare.

3.3.3. Rendement réel : les grains de chaque mètre carré de la parcelle élémentaire, récoltée manuelle ont été pesés puis rapporté à l'hectare.

4. Analyse statistique des données L'analyse statistique unidimensionnelle (analyse de la variance - ANOVA) a été adoptée pour déduire les effets significatifs des deux facteurs

étudiés à l'aide du logiciel STATISTICA 8. Le test de Tukey a été utilisé pour faire ressortir les groupes homogènes. Les résultats obtenus sont représentés sous forme d'histogramme grâce au logiciel Office Excel.

Chapitre III : Résultat et discussion

1. Paramètre morphologique

1.1. Surface foliaire (SF)

Le rendement biologique peut être exprimé en première analyse sous la forme d'une fonction d'adaptation de la variété à son milieu. Cette fonction étant caractérisée par des variables liées aux contraintes environnementales et des paramètres d'adaptation liés aux variétés, tel que les paramètres phénologiques et morpho-physiologiques (**Monneveux, 1991**).

L'analyse statistique de la variance de la surface foliaire en cm indique une différence non significative entre les deux variétés étudiées et une différence hautement significative entre les types d'azote par contre l'analyse agronomique montre un effet significatif entre les variétés et entre les types d'engrais (Annexe 05).

La comparaison des moyens indique que le type d'engrais « Timazot » présente une surface foliaire la plus élevée avec 39,34 cm², par contre la valeur la plus faible a été enregistrée chez le témoin avec 25,35 cm². (Figure 14).

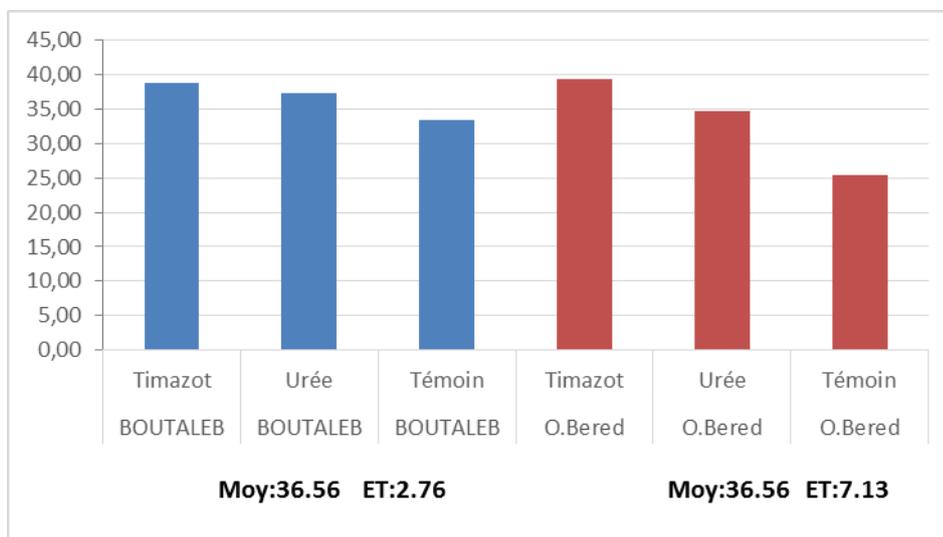


Figure 14 : Effet du type d'engrais sur la surface foliaire des deux variétés de blé dur.

Ces résultats sont en accord avec ceux de **Mosale et al., (2000)** **Mosseddaq et Moughli (1999)** ; **Leclech (2010)** qui ont démontré que la surface foliaire est importante à considérer en réponse à l'azote chez le blé dur.

Mosseddaq et Moughli (1999) ont montré que les traitements avec des apports au stade tallage développent une surface foliaire plus importante par rapport aux traitements sans apport ou bien ceux avec un apport tardif. La surface foliaire s'est avérée fortement corrélée à l'absorption de l'azote. La même constatation a été observée dans notre étude.

En effet, et d'après **Gâte (1995)**, l'azote est impliqué directement dans la nutrition carbonée et donc il influe directement sur la croissance de la plante, et régule tout d'abord l'établissement de la surface foliaire de la culture

1.2. Hauteur finale des plantes (HP) :

La croissance de la partie végétative est favorisée par l'approvisionnement des plantes en azote. Ceci est confirmé par l'analyse de la variance qui montre un effet très hautement significatif pour le facteur type d'azote dont les pieds exposés au traitement de l'engrais Timazot ont la hauteur la plus élevée 89,97cm, suivi par l'Urée avec une hauteur de 88cm et une diminution de cette hauteur a été plus importante chez le témoin 72,47cm (figure 15).en outre l'analyse statistique donne un effet non significatif pour le facteur variétés. (Annexe 05)

Tandis ce que l'analyse agronomique montre un effet significative pour le facteur variétés. Dont la variété Oued el bared à ré pond plus pour le traitement azoté Timazot est enregistré une valeur de 95,47 cm. La moyenne de l'essai pour la variété Boutaleb est de l'ordre 84,74 et l'écart type est 7,41 ; pour la variété Oued el bared la valeur de l'écart type est plus élevé par apport a Boutaleb elle est estimé 11,36 et la moyenne 83,32

On conclut que pour ce paramètre que le Timazot a donné le meilleur résultat avec la variété Oued el bared.

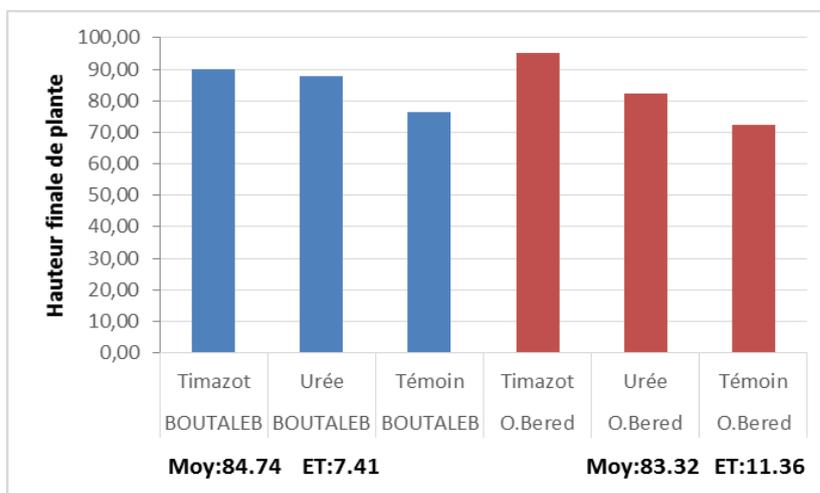


Figure 15 : Effet du type d'engrais sur la hauteur de plante des deux variétés de blé dur.

En effet, **Gros (1979)** souligne que l'azote agit sur la taille du blé en favorisant l'allongement des entre-nœuds, surtout ceux se trouvant à la base. Cette élongation diffère selon les variétés, en relation avec la synthèse d'hormones dans la plante qui stimule la division et l'élongation des cellules dans les tiges (**Gâte et Giban, 2003**)

Remy (1983), note une forte consommation en azote à partir du stade épi 1 cm, cette phase caractérisée par une intense activité de croissance impliquant la croissance des tiges en hauteur.

1.3. Longueur des barbes LB

Les barbes contribuent au remplissage du grain chez le blé dur. En effet ce paramètre joue un rôle considérable dans la production des photosynthétas (**Kramer, 1981**)

L'analyse de la variance montre un effet très hautement significative pour le facteur type d'engrais et un effet hautement significatif pour le facteur variétés (Annexe 05).

Les longueurs varient entre 9.00 et 10.22 cm dont : l'engrais qui a marqué la valeur la plus élevée c'est le Timazot avec une moyenne de 10,22 et le témoin avec une moyenne de 9 à marquer la valeur la plus faible ; pour les variétés la variété Boutaleb a répondu plus que la variété Oued el bared d'après le tableau04 ci-dessus.

Tableau 04 : Effet du type d'engrais sur la longueur d'épi des deux variétés de blé dur.

Traitement variété	T	U	ST
Boutaleb	10,22	9,43	9
Oued el bared	9,66	9,45	9,33

La variété ayant la barbe la plus développée sous contrainte hydrique présente le meilleur rendement. En effet, les barbes peuvent améliorer le rendement en conditions de sécheresse par augmentation de la surface photosynthétique de l'épi (**Slama et al., 2005**).

La présence des barbes joue un rôle important dans le remplissage du grain. **Gâte et al., (1992)** ont mentionné qu'après l'épiaison, quand la dernière feuille devient sénescente, les derniers organes chlorophylliens (glumes et barbes) jouent un rôle prédominant dans le remplissage du grain.

1.4. Longueur de l'épi sans barbe (LE)

L'épi joue un rôle dans la photosynthèse et la production d'assimilés nécessaires au remplissage du grain.

L'analyse statistique de la variance montre une différence hautement significative entre les variétés et un effet non significatif entre les types d'azote alors que l'analyse agronomique montre un effet significatif pour les deux facteurs étudiés que ce soit le type d'azote ou bien la variété dont la moyenne de l'essai pour la variété Boutaleb est 17,80cm et l'écart type est 0,82 cm d'autre par la moyenne d'essai pour la variété Oued el bared est 17,64cm et l'écart type est 1,11cm .

La variété Boutaleb avec le traitement de Timazot présente la longueur de l'épi la plus élevée avec 8,27 cm suivi par l'Urée 8,23cm et le témoin avec 7,90cm ; pour la variété Oued el bared la valeur la plus élevée 7,73cm l'Urée 7,63cm le témoin 6,17 cm (Figure 16).

On conclut que la longueur d'épi a été favorisée par le Timazot chez la variété Boutaleb

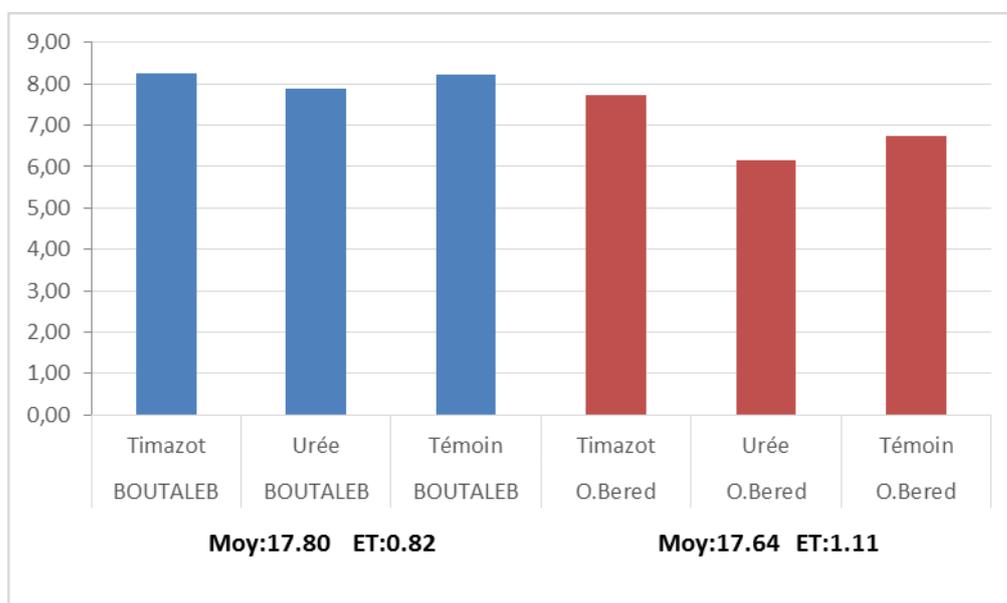


Figure 16: Effet du type d'engrais sur la longueur d'épi des deux variétés de blé dur.

L'épi a une fonction photosynthétique importante au cours du remplissage du grain (Febrero *et al.*, 1990) ; sa contribution à la photosynthèse de la plante entière varie de 13 % (Biscope *et al.*, 1975) à 76 % (Evans *et Rawson*, 1970). Leur croissance est limitée par une offre, des ressources insuffisantes : carence en azote, sécheresse ou température en dehors de l'optimum (Gâte *et Giban*, 2003).

2. Paramètre de production

2.1. Nombre de tiges herbacées par mètre carré

Le nombre de talles par plante est une composante qui explique indirectement le rendement en matière sèche.

Sur le plan statistique l'analyse de la variance de nombre de talles par mètre carré indique une différence hautement significative pour le facteur type d'engrais et une variance non significative pour le facteur variétés (Annexe 05).

Sur le plan agronomique l'analyse de la variance montre un effet significatif pour les deux facteurs étudiés.

La moyenne de l'essai s'élève à 806,11 avec un écart type de 62,37 pour la variété Boutaleb et 703,33 avec un écart type de 21,67 pour la variété Oued el bared. Le génotype ayant enregistré le nombre de talles le plus élevé est la variété Boutaleb avec 876,67 talles/m² et celui du nombre de talles le plus faible est enregistré chez le témoin avec variance de 758 talles/m² et l'Urée avec une valeur de 783,33 talles/m². Pour la variété Oued el bared la valeur la plus élevée est toujours enregistrée au niveau du Timazot 728,33 talles/m² suivi par l'Urée 691,67 talles/m² et le témoin en dernier lieu avec 690 talles/m². (Figure 17)

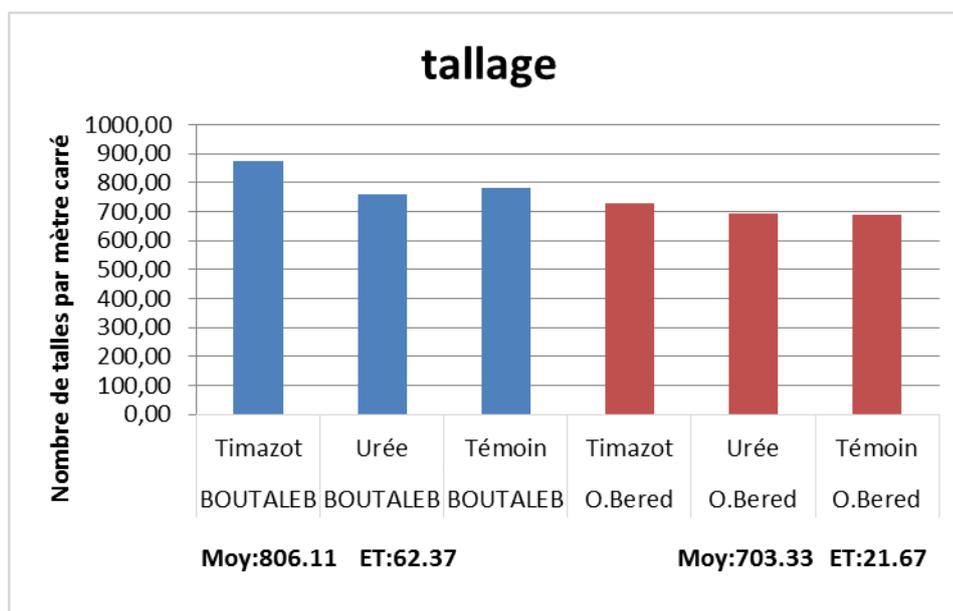


Figure 17 : Effet du type d'engrais sur le nombre de talle des deux variétés de blé dur.

Nos résultats sont en accord avec ceux de **Mosseddaq et Moughli (1999)** ; **Bennai et Benabbas (2007)**. **Gâte (1995)** a souligné qu'en dehors des facteurs climatiques, l'azote a un effet majeur sur la montée des talles herbacées.

En ce sens, **Briad et Salamagne (2002)** ont étudié l'effet de la forme d'engrais azotée sur le tallage chez les céréales et ont noté que le tallage est fortement influencé par la forme d'azote. En effet l'apport ammoniacal s'accompagne d'une augmentation de la teneur en cytokinines, bien connues pour leur effet sur l'induction du phénomène de tallage.

2.2. Nombre d'épis par mètre carré

Le nombre d'épis par mètre carré dépend en premier lieu du facteur génétique, de la densité de semis, de la puissance du tallage, elle-même conditionnée par la nutrition azotée et l'alimentation hydrique de la plante pendant la période de tallage.

Statiquement les résultats de l'analyse de la variance indiquent un effet très hautement significatif pour le facteur type d'engrais et un effet non significatif pour le facteur Variétés.

Sur le plan agronomique l'analyse des moyens montre un effet significatif pour les deux facteurs que ce soit type d'engrais ou bien le facteur variété (Tableau 05).

Pour la variété Boutaleb, La densité la plus élevée a été enregistrée chez Timazot 150 épis/m², suivi par l'Urée 108 épi / m² en dernier le témoin avec un faible taux 95,67 épis/m² ; ces valeurs sont illustrées dans le tableau 08 ; pour la variété Oued el bared la valeur la plus élevée a été enregistré avec le Timazot 143,67 épi / m² suivi respectivement par l'Urée avec 121 épi / m² et le témoin 106,67 épi / m².

Tableau 05 : Effet du type d'engrais sur le nombre d'épi des deux variétés de blé dur.

Traitement variété	T	U	ST
Boutaleb	150	108	95,67
Oued el bared	143,67	121	106,67

Nos résultats sont conformes avec ceux de **Mosseddaq et Moughli (1999)** ; **Halilat et Dogar (2000)** ; **Bennai et Benabbas (2007)**. De même avec ceux de **Del Moral (1993)** qui a étudié l'effet du génotype sur ce paramètre et a noté que le nombre d'épis par m² dépend aussi bien de la capacité du génotype à produire des talles que la proportion de ces dernières pouvant survivre et donner des épis fertiles, les deux processus dépendent de la disponibilité en assimilât, de l'alimentation hydrique et de l'application de la fertilisation azoté.

En outre, **Meynard (1987)** et **Soltner (2000)** ont montré que le nombre d'épis par mètre carré dépend largement des conditions de nutrition minérale pendant la période tallage-montaison : toute carence en azote au redressement-floraison entraîne une régression des tiges susceptibles de monter en épis et diminue la fertilité de ces derniers.

2.4. Nombre de grains par épi

Le nombre de gaines par épi est une composante directe de rendement, qui dépend de la longueur et la densité d'épis.

L'analyse statistique de la variance a montré une différence très hautement significative pour le facteur type d'engrais et une variance hautement significative pour le facteur variétés (Annexe 05).

Pour la variété Boutaleb la moyenne de l'essai est 40,11 et l'écart type 4,48 ; d'autre part la moyenne pour la variété Oued el bared a diminué avec 35,11 et l'écart type s'élève avec 9,11.

Il est à noter que l'Timazot chez la variété Boutaleb a enregistré la valeur la plus élevée avec 43,33 grains/épi suivi par l'Urée 42 grains/épi le témoin 35 grains/épi .chez la variété Oued el bared la valeur la plus élevée est marquer lors du l'usage de Timazot 42,67grain /épi suivi respectivement par l'Urée et le témoin 37,67 grains/épi et 25 grains/épi.

D'après **Fisher (2001)**, le nombre de grains/épils est un caractère qui est étroitement lié au rendement grain, sous différents lieux et pour différents génotypes.

Tableau 06 : Effet du type d'engrais sur le nombre de grain par épi des deux variétés de blé dur.

Traitement variété	T	U	ST
Boutaleb	43 ,33	42	35
Oued el bared	42,67	37,67	25

Le nombre de grains est la deuxième composante qui reflète la nutrition azotée (**Jeuffroy et Bouchard, 1999**). La réponse de cette composante aux changements nutritionnels du blé a été étudiée par de nombreux auteurs (**Masle et Sebillotte, 1981 ; Trino et Ntonga, 1993 ; Ntonga Mimbe et Lafarge, 1995 et Bouthier, 1997**). Par ailleurs, **Boiffin et al., (1981)** estiment que le nombre de grains par épi est un critère pertinent de la réponse à l'azote du blé, voire mieux approprié que le rendement grain, car ce dernier intègre la phase de remplissage des grains où interviennent d'autres facteurs que la nutrition azotée.

2.5. Poids de mille grains (PMG)

Le poids moyen d'un grain se détermine durant la phase de remplissage des grains, après anthèse. L'analyse statistique de la variance a révélé une différence très hautement significative pour le facteur type d'engrais et une variance hautement significative pour le facteur variétés. Dont la moyenne de l'essai pour la variété Boutaleb 42,33 et l'écart type 5,66 pour la variété Oued el bared la moyenne est 38,84 et l'écart type 4,75.

Il semble que la phase de remplissage des grains s'est réalisée dans les conditions les plus favorables chez cette variété Boutaleb avec le traitement de Timazot qui est caractérisée par un PMG élevé 47.63 g suivi par l'Urée 43 g et le témoin 36,37g ; chez la variété Oued el bared le Timazot a marqué la valeur la plus élevée 44,28g suivi respectivement par l'Urée et le témoins avec 36 ,68 g et 35,55g(Figure18). On conclut que même pour ce paramètre la variété Boutaleb a répondu positivement vis-à-vis le traitement Timazot.

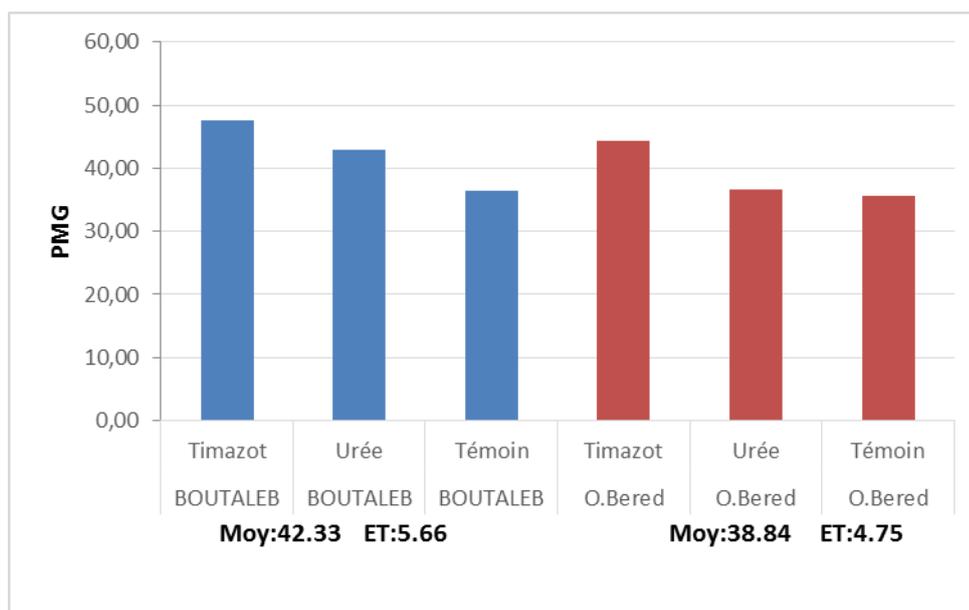


Figure 18 : Effet du type d'engrais sur le poids de mille grains des deux variétés de blé dur.

Soltner (1980) note pour sa part que le poids de 1000 grains dépend à la fois des conditions climatiques (chaleur et humidité) durant la maturation et de la continuité de la nutrition azotée jusqu'à la maturation, c'est ce que confirment par **Gâte et al (1996)**, qui rapportent pour leur part que le rendement est défini par le poids de 1000 grains, qui est dépendant des assimilats fournis par la plante durant la phase de remplissage du grain

3. Rendement

3.1. Rendement biologique (biomasse aérienne) (qx/ha)

L'analyse statistique des résultats montre une différence non significative pour les deux facteurs que ce soit types d'engrais ou les variétés(Annexe 05).

L'analyse agronomique montre un effet significatif pour les deux facteurs dont La moyenne de l'essai du rendement biologique chez Boutaleb s'élève à 160,47 et l'écart type 39 ,53 la moyenne des variétés de Oued el bared est 100,83 et l'écart type 31,79 (Figure20) .

L'analyse de la variance montre que la variété Boutaleb possède la valeur la plus élevée 192,04g suivi successivement par l'Urée et le témoin 173,24g et 116,14g ; pour la variété Oued el bared ca réponse a été médiocre par apport à la variété Boutaleb dont la meilleur valeur a été enregistré c'est 120,08g avec le traitement Timazot, l'Urée vient en deuxième position avec 118,29g, le témoin prend la dernière position avec une faible valeur 64,14g.

Selon **Mosseddaq** et **Moughli (1999)**, les quantités d'azote apportées et la date d'application affectent très fortement la production de biomasse, les apports au début du cycle ceux sont traduits par une grande production en biomasse.

120 : Effet du type d'engrais sur la biomasse aérienne des deux variétés de blé dur.

Dans ce contexte, **Leclech (2010)** et **Ada (2011)** ont noté que l'azote par son effet positif sur la croissance a pour conséquence d'augmenter la surface foliaire. Plus la photosynthèse est active, plus la plante fabrique de la biomasse et augmente son rendement.

3.2. Rendement en paille (q/ha)

Le rendement des céréales à paille est la combinaison de plusieurs composantes : densité de plantes, tallage épi, fertilité épi, PMG (**Deswarte, 2018**).

L'analyse de la variance a révélé un effet hautement significatif entre les deux facteurs étudiés (Annexe 05). La variété Boutaleb a enregistré une forte moyenne 117,71 par apport à la variété Oued el bar 59,33.

L'analyse de la variance montre que le Timazot a une influence hautement significative sur le rendement en paille avec une valeur de 149,23 qx /ha suivi par l'Urée 128,53qx /ha et le témoin avec un faible taux 75 qx/ ha (Figure19)

Par variété, on signale que la variété Boutaleb a enregistré le rendement en paille le plus élevé au contraire de la variété Oued el bared qui a enregistré un moyenne de pour le Timazot 90,91 qx/ha et pour l'Urée une moyenne de 64,40 qx/ ha et 22,68 qx/ ha pour le témoin

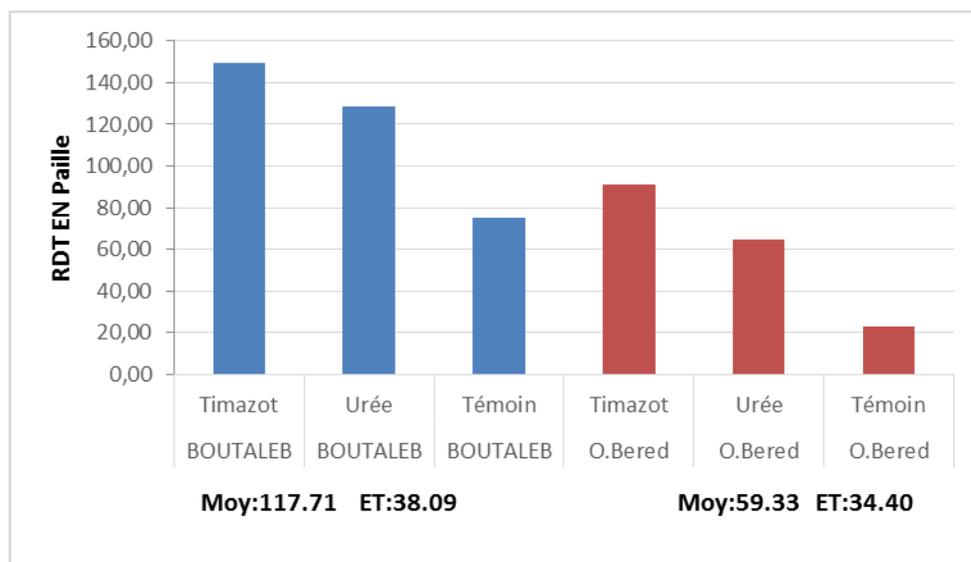


Figure 19 : Effet du type d'engrais sur le rendement en paille des deux variétés de blé dur.

Ceci rejoint les résultats de **Gâte (1995)** qui a obtenu une plus importante accumulation de la matière sèche dans la partie aérienne après avoir doublé la dose d'azote. La production de la biomasse aérienne reste faible jusqu'au stade épi 1cm, et c'est pendant la montaison que la quasi-totalité de la matière sèche et de l'azote sont accumulés dans la paille et les grains.

3.3. Rendement réel en grains (q/ha)

L'expression d'un rendement élevé est associée positivement à un nombre d'épis par m^2 , aux nombres de grains par m^2 et de la fertilité des épis. Ce qui est constaté au cours de notre expérimentation.

Les résultats de l'analyse de la variance ont révélé une différence très hautement significative pour les deux facteurs.

La moyenne de l'essai du rendement réel en grains s'élève à 33,53 qx/ha et un écart type de 8,45 pour la variété Boutaleb et de 19,03qx/ha et un écart type de 9,52 pour la variété Oued el bared.

Le Timazot a enregistré un rendement élevé avec 42.82 qx/ha suivi par l'Urée avec un rendement de 31,46qx/ha et le témoin avec un très faible rendement 26,30qx/ha ; ça c pour la variété Boutaleb par contre la variété Oued el bared enregistre des faible moyenne vis-à-vis

le différent traitement azoté qui sont respectivement le Timazot 29,16 qx /ha, l'Urée 17,65qx /ha, le témoin 10,27 qx /ha.

Le rendement réel en grain a été favorisé principalement par l'utilisation de Timazot en combinaison avec la variété Boutaleb qui nous a donné des résultats encourageante.

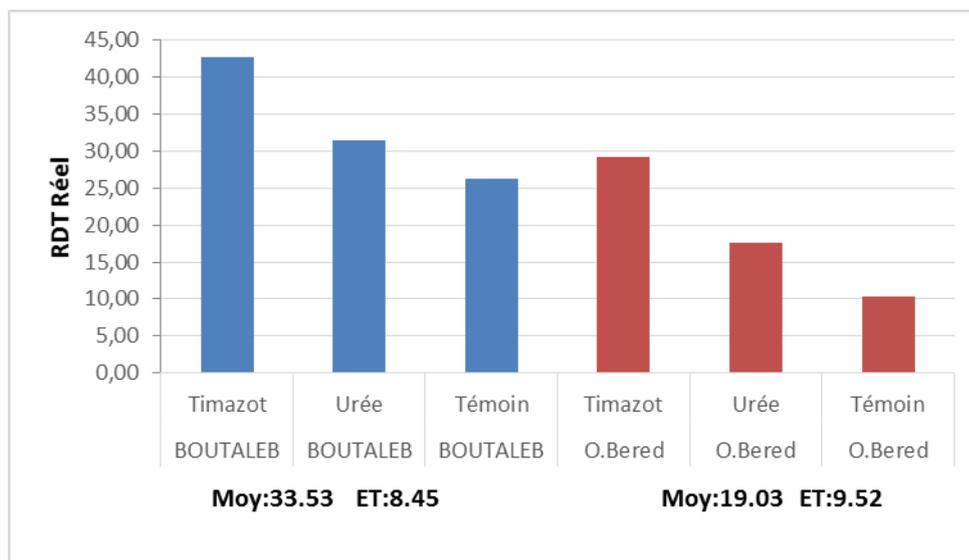


Figure20 : Effet du type d'engrais sur le rendement réel en grain des deux variétés de blé dur.

Le rendement est lié à plusieurs paramètres à savoir ses composantes. Ces dernières en été favorisé par l'apport d'azote à l'exception du poids de mille grains. En effet, **Bahlouli et al (2008)**. Soulignent que, l'expression d'un rendement élevé est associée positivement à un nombre d'épis par m², aux nombres de grains par m² et de la fertilité des épis mais négativement liée au poids de mille grains. Ce qui est constaté au cours de notre expérimentation.

3.4. L'indice de récolte

C'est le rapport entre le rendement commercialisable d'une plante cultivée et la quantité totale de biomasse qui a été produite, exprimés en matière sèche.

L'analyse statistique la variance révèle une différence non significative entre les deux facteurs étudiés. L'analyse agronomique montre une différence significatif entre les facteurs étudiés ; La moyenne de l'essai est plus faible chez la variété Boutaleb 23, 06 et un écart type de 8, 61. Par contre la variété Oued el bared présente une forte moyenne avec 24,25 et un écart type de 13,63. (Figure21).

L'analyse de la variance montre que la variété Oued el bared a enregistré les meilleures valeurs en combinaison avec l'Urée 35,90 suivi par le Timazot 27,60 et le témoin 9,26 en dernier lieu ; la variété Boutaleb vient en deuxième position dont l'urée a enregistré la meilleure valeur 30,64 suivi par le Timazot 24,83 et le témoin 13,70.

Comme résultat cette fois ci l'Urée et la variété Oued el bared en combinaison font l'exception par l'enregistrement des meilleur résultats.

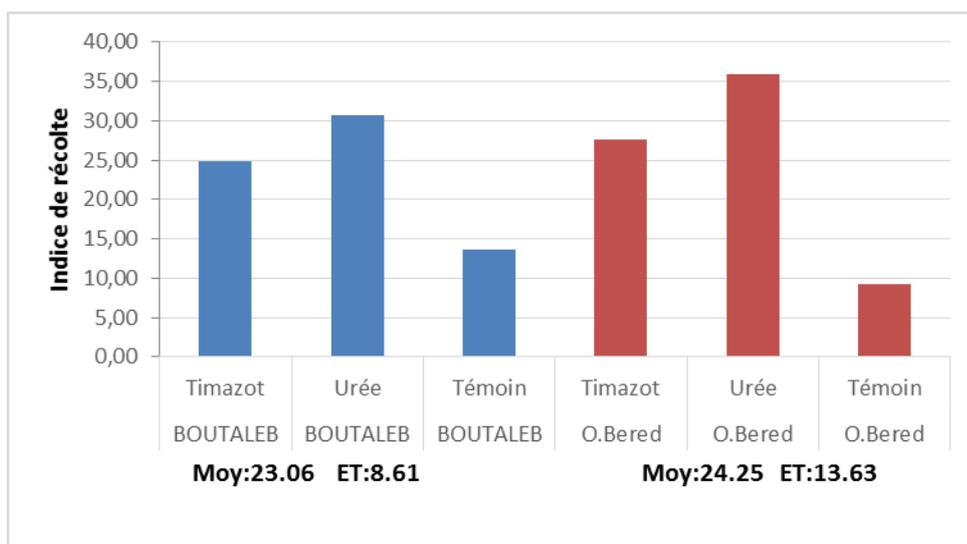


Figure 21 : Effet du type d'engrais sur indice de récolte des deux variétés de blé dur.

Auriau (1978), affirme qu'une meilleure adaptation des céréales aux zones arides apparaît liée à un apport grains sur biomasse élevé.

Bouzerzour (1998), rapporte que dans des milieux variables il faut assurer une production de biomasse aérienne suffisante pour garantir un rendement en grain acceptable.

Conclusion

Notre étude a été réalisée durant la campagne céréalière 2019-2020, a porté sur l'élaboration des composantes des rendements sous l'effet de deux types d'engrais en collaboration avec deux variétés de blé dur (*Triticum durum* L. Desf) cultivés en conditions agro-climatiques appartenant à l'étage semi-aride de l'Est algérien - Bordj Bou Arreridj .

La fertilisation azotée demeure une source d'amélioration de la culture des céréales non négligeable. Sachant que, le perfectionnement de la productivité et l'amélioration des rendements en céréales ne peuvent être obtenus que par une fertilisation raisonnée prenant en considération la fertilité des sols et le potentiel de la culture. De plus avec la simplification du travail du sol et les couverts végétaux, la problématique se complexifie pouvant entraîner des modifications plus ou moins profondes de stratégies de la fertilisation. Les résultats obtenus au terme d'une année d'expérimentation révèlent que la fertilisation azotée agit différemment, mais toujours favorablement sur l'ensemble des paramètres analysés.

Au terme de cette étude et à travers les résultats obtenus, nous avons pu déduire que les types d'azote spécifiquement le Timazot ont améliorés significativement les paramètres morphologiques tels que la surface foliaire, la hauteur finale de la plante, la longueur des barbes et la longueur d'épi que ce soit pour la variété Boutaleb ou la variété Oued el bared.

Les composantes du rendement ont répondu favorablement à l'utilisation de Timazot par rapport à l'Urée à l'exception du rendement biologique. Par ailleurs le nombre d'épi, le nombre de grain par épi ont été améliorés et les relations entre les variables affichent des corrélations significatives entre l'ensemble ceci est pour les deux variétés sauf que la meilleur variété qui a enregistré les meilleures valeurs c'était Boutaleb.

Le rendement en paille et le rendement en grains a été favorable à l'apport de l'engrais surtout Timazot en combinaison avec la variété Boutaleb qui forme un complexe parfaite permis d'avoir excellent résultat (rendement).

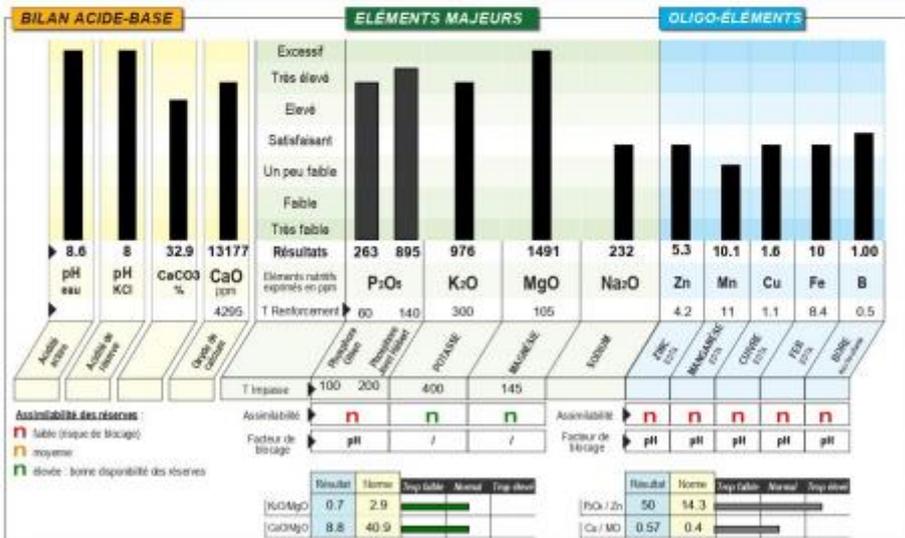
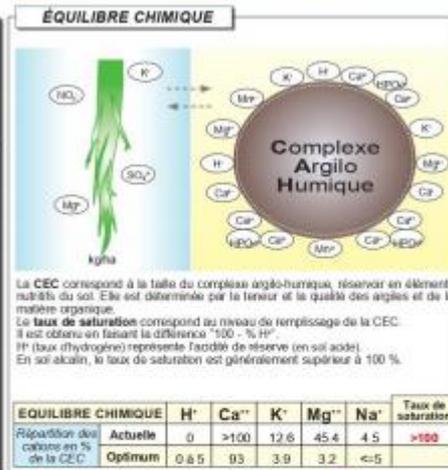
Enfin, il serait intéressant de poursuivre cette étude d'autres années afin de cerner le comportement de ces variétés vis-à-vis d'une fertilisation azotée combinée avec les autres éléments fertilisants avec l'adaptation des modalités des fertilisants et des techniques culturales appropriées. Notons que cette expérience ne représente que les résultats d'une seule année.

Annexe 01 : Analyses du sol

1. Fiche d'analyse du sol



Analyse de terre	
DISTRIBUTEUR TIMAC AGRO ALGERIE CITE EL OUINES N°3 GROUPE DE 19045 ALGER	ANALYSE REALISEE POUR LAABACHI BACHIR
NON REMBESONE	
Bassée : 1	N° échantillon : 12105191 Recu le 20/12/2019, Expédié le 14/01/2020



*Méthode d'analyse: CEC méthode Accrombe + corrigé (NF 803 23476). Matière organique: méthode Anne + 1,72 (NF 321 106). pH eau: méthode eau; "acidité active" (NF X 91 103); pH KCl: méthode KCl "acidité totale" (NF X 91 104); CaCO₃ eau (NF X 91 105); CaCO₃ sec (NF X 91 106); Calcium déterminé Ca²⁺ X¹⁺ par Mg²⁺ selon le protocole d'analyse (NF X 91 108). Phosphore: méthode (N° 1) par jayet ou méthode de vanado; méthode colorimétrique (méthode standard de molybdate, NF X 91 181). Or: Cu, Mn, Fe et Zn: méthode par spectre UV-Vis; P₂O₅: méthode colorimétrique (NF X 91 122). Azote total: méthode micro-dumas (NF 502 198). Méthode d'analyse: méthode de diffusion de neutrons (NF X 91 181). Oxygène: Cu, Mn, Fe et Zn: méthode par spectre UV-Vis; P₂O₅: méthode colorimétrique (NF X 91 122). Azote total: méthode micro-dumas (NF 502 198). Méthode d'analyse: méthode de diffusion de neutrons (NF X 91 181). Oxygène: Cu, Mn, Fe et Zn: méthode par spectre UV-Vis; P₂O₅: méthode colorimétrique (NF X 91 122). Azote total: méthode micro-dumas (NF 502 198). Méthode d'analyse: méthode de diffusion de neutrons (NF X 91 181). Oxygène: Cu, Mn, Fe et Zn: méthode par spectre UV-Vis; P₂O₅: méthode colorimétrique (NF X 91 122). Azote total: méthode micro-dumas (NF 502 198).

LAABACHI BACHIR	Parcelle : 1	AGREMENT	INTERPRETATION
	N° échantillon : 12105191	Analyse réalisée par AUREA, agréé par le Ministère de l'Agriculture	Interprétation et conseil de fumure réalisés par AUREA selon les normes COMFER 2007/2009

HISTORIQUE DE FERTILISATION		INFORMATIONS SOL		PRÉLEVEMENT	
Culture	Ref	Résidus	Apport Minéral P ₂ O ₅ K ₂ O	Apport Organique	Type de sol : LIMON ARGILEUX CALCAIRE
Antécédent			NON NON	NON	Profondeur :
Précédent	NON RESSÈME	Enfous	NON NON	NON	% cailloux :
Nombre d'années sans apport P ¹ :	2	Nombre d'années sans apport K :	2		Terre fine : 3200T/ha
					Préleveur : NON RESSÈME
					Type prélevement :
					Profondeur de prélèvement : 25 cm
					Longitude :
					Latitude :
					Date de prélèvement :

CONSEIL CHAULAGE (kg CaO / ha)			CONSEIL ORGANIQUE (kg MO / ha)			
Entretien CaO	Correction CaO	Apport total CaO	Erosion MO	Correction MO	Apport total MO	Apports MO
/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/
			<p>Le bilan humique annuel moyen est égalé à 100 kg MO/ha. Cela doit être obtenu par un maintien du %MO Constant ou du %MO actuel. L'amendement organique n'est pas indispensable sur culture cultivée depuis des années déjà prévues. Veillez à maintenir ce capital organique en surveillant le bilan humique (équilibré entre les pertes d'humus et les restitutions d'humus).</p>			

CONSEILS P K Mg Interprétation COMFER normes 2007/2009 **CONSEILS OLIGO-ÉLÉMENTS**

Classe d'exigence (pour P₂O₅, K₂O, MgO) ou de sensibilité des cultures à la carence en oligo-éléments : **faible e e e e e e e e e e** **faible e e e e e e e e e e** **Elevé e e e e e e e e e e**

1^{ère} CULTURE MAIS GRAIN 100 Qx Résidus : Enfous

	PHOSPHORE P ₂ O ₅	POTASSE K ₂ O	MAGNÉSIE MgO
EXIGENCE DE LA CULTURE	e e e	e e e	e
T Renforcement / T Inapasse	60/90	300/400	
Exportations (kg / ha) ⁽¹⁾	60	55	15
Coeff multiplicateur (2)	0.6	0.8	
Conseil de fumure (kg / ha)	35	45	---

	Zn	Mn	Cu	Fe	B	Mo
sensibilité de la culture	e e e	e e e	e e e	e e e	e e e	e e e
Guide d'apport	AS	S	AS			
Dose (kg / ha)	Fol					

Manganèse : apport foliaire conseillé si conditions favorables à la carence (sol sec, sol soufflé en sortie d'hiver)

2^{ème} CULTURE BLE 90 Qx Résidus : Enfous

	PHOSPHORE P ₂ O ₅	POTASSE K ₂ O	MAGNÉSIE MgO
EXIGENCE DE LA CULTURE	e	e	e
T Renforcement / T Inapasse	30/60	150/300	
Exportations (kg / ha) ⁽¹⁾	60	45	10
Coeff multiplicateur (2)	0	0	
Conseil de fumure (kg / ha)	---	---	---

	Zn	Mn	Cu	Fe	B	Mo
sensibilité de la culture	e	e e e e e e e e e e	e e e e e e e e e e	e e e e e e e e e e	e e e e e e e e e e	e e e e e e e e e e
Guide d'apport		I	AS			
Dose (kg / ha)		Fol				

Manganèse : apport foliaire conseillé si conditions favorables

3^{ème} CULTURE COLZA D'HIVER 35 Qx Résidus : Enfous

	PHOSPHORE P ₂ O ₅	POTASSE K ₂ O	MAGNÉSIE MgO
EXIGENCE DE LA CULTURE	e e e e e e e e e e	e e e e e e e e e e	e e e e e e e e e e
T Renforcement / T Inapasse	60/100	300/400	
Exportations (kg / ha) ⁽¹⁾	45	30	10
Coeff multiplicateur (2)	0	0	
Conseil de fumure (kg / ha)	---	---	---

	Zn	Mn	Cu	Fe	B	Mo
sensibilité de la culture	e e e e e e e e e e	e e e e e e e e e e	e e e e e e e e e e	e e e e e e e e e e	e e e e e e e e e e	e e e e e e e e e e
Guide d'apport		S		AS	AS	
Dose (kg / ha)						

(1) Exportations calculées selon les normes COMFER 2007 (2) Coefficients multiplicateurs des exportations calculés selon les normes COMFER 2009

	PHOSPHORE P ₂ O ₅	POTASSE K ₂ O	MAGNÉSIE MgO
Dose totale / Dose moyenne	35 / 12	45 / 15	
Somme des pertes	160	130	35
Renforcement (t) / Destockage (-)	-125	-85	-35

Oligo-éléments : conseil établi en fonction de la teneur du sol et de la sensibilité de la culture à la carence. Le conseil peut être "supplémentaire" (I) ou "à surveiller" (AS), il est proposé en Kg d'élément par dans le cas d'un apport au sol (Cu, Zn ou bore). Pour le manganèse, un apport foliaire est recommandé en cas de besoin (FOL).

Annexe 02 : les fiches techniques des variétés utilisées



Institut Technique des Grandes Cultures
Ferme de Démonstration et de Production de Semences de Sétif



Fiche variétale du blé dur

Espèce : Blé dur
Variété : **BOUTALEB**

النوع : قمح صلب
الصنف : **بوطالب**

Zone de culture: Hauts plateaux, plaine intérieure.

Caractéristiques morphologiques

Hauteur de la plante à la maturité	Longue
Glaucescence du limbe	Forte
Glaucescence de la gaine	Forte
Couleur de l'épi	Blanc
Couleur des barbes à maturité	Noir

Caractères spécifiques

Plante (port au tallage)	Demi-dressé
Epi (glaucescence)	Très forte
Paille moelle en section transversale	Peu épaisse
Epi (forme)	Parallèle
Epi (compacité)	Moyen

Caractéristiques culturales

Alternativité	Hiver
Cycle végétatif	Intermédiaire
Tallage	Fort

Résistance

Au froid	Tolérante
À la verse	Résistante
À la sécheresse	Tolérante
Egrenage	Résistante



Résistance aux maladies

Rouille jaune	Tolérante
Rouille brune	Tolérante
Rouille noire	Tolérante
Piétin échaudage	Tolérante
Piétin verse	Tolérante
Oïdium	Tolérante
Septoriose	Tolérante
Tache auréolée	Tolérante
Fusariose	Tolérante

Conditions techniques

Date de semis	Novembre
	Début Décembre
Dose de semis (Kg/ha)	130-150
Fertilisation (U/Ha) :	
Azotée	46 à 70
Phosphatée	46
Potassique	46

Productivité

Rendement en grain optimal	50.1 qx/ha
----------------------------	-------------------

Caractéristiques Qualitatives

Poids de mille grains	Elevé
Qualité de la semoule	Bonne Qualité.



Fiche variétale du blé dur

Espèce : Blé dur
Variété : Oued El Bared

النوع : قمح صلب
الصنف : واد البارد

Zone de culture: Hauts plateaux, plaine intérieure.

Caractéristiques morphologiques

Hauteur de la plante à la maturité	Moyenne
Glaucescence du limbe	Moyenne
Glaucescence de la gaine	Moyenne
Couleur de l'épi	Blanc
Couleur des barbes à maturité	Noir



Caractères spécifiques

Plante (port au tallage)	Dressé
Epi (glaucescence)	Moyenne
Paille moelle en section transversale	Peu épaisse
Epi (forme)	Pyramidale
Epi (compacité)	Moyen

Caractéristiques culturales

Alternativité	Hiver
Cycle végétatif	Précoce
Tallage	Fort

Résistance

Au froid	Tolérante
À la verse	Résistante
À la sécheresse	Tolérante
Égrenage	Résistante

Résistance aux maladies

Rouille jaune	Tolérante
Rouille brune	Tolérante
Rouille noire	Tolérante
Piétin échaudage	Tolérante
Piétin verse	Tolérante
Oïdium	Tolérante
Septoriose	Tolérante
Tache auréolée	moyennement sensible
Fusariose	Tolérante



Conditions techniques

Date de semis	Novembre Début Décembre
Dose de semis (Kg/ha)	130-150
Fertilisation (U/Ha) :	
Azotée	46 à 70
Phosphatée	46
Potassique	46

Productivité

Rendement en grain optimal	52.83 qx/ha
----------------------------	-------------

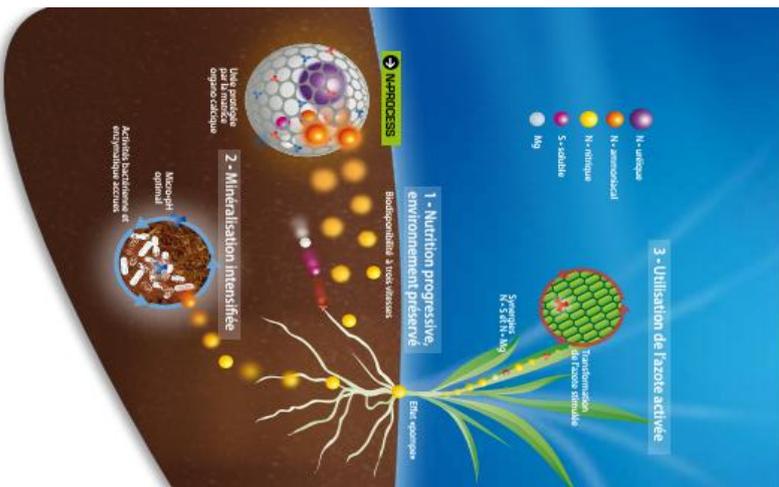
Caractéristiques qualitatives

Poids de mille grains	Elevé
Qualité de la semoule	Bonne Qualité.

Annexe 03 : fiche descriptif du Timazot

Un **PROCESS** industriel innovant

➔ En protégeant l'azote, TIMAZOT N-Process limite les pertes par lessivage et volatilisation
 ➔ Grâce à la combinaison Azote/Soufre, TIMAZOT favorise un meilleur développement de vos céréales, pomme de terre et vergers pour un meilleur rendement



TIMAZOT 30
 ENGRAIS technologie N-PROCESS

COMPOSITION	
TIMAZOT 30 30-0-0 + 25% SO ₃ + 2% Mgo	
30%	AZOTE (N) total 22 % Azote (N) uréique 8 % Azote (N) ammoniacal
25%	ANHYDRIDE SULFURIQUE (SO ₃) soluble dans l'eau
2%	OXYDE DE MAGNESIUM (Mgo) total
Recommandations d'utilisation	
Culture	Dose kg/ha
Céréales	100 à 200
Arbres fruitiers	150 à 250
Agrumes	200 à 300
Olivier	200 à 300
Vigne	200 à 300
Cultures maraichères en plein champ	200 à 400
Cultures maraichères en serre	200 à 400

Timac AGRO Algérie
 Timac Agro Algérie S.A.R.L.
 N°3 à GP Ppt, n°32 Section 7 Z.L. Bab el Bhar - ALGER - ALGERIE
 Sud/Fax : +213 (0) 21 30 96 84 - www.tz.timacagro.com

ING480 1234 - ©Fotolia-Istock

TIMAZOT 30
 N-PROCESS
N30 + 25 SO₃

- Rendement maximisé
- Qualité améliorée
- Rentabilité assurée

Timac AGRO Algérie

Annexe 04 : Méthodologie du travail



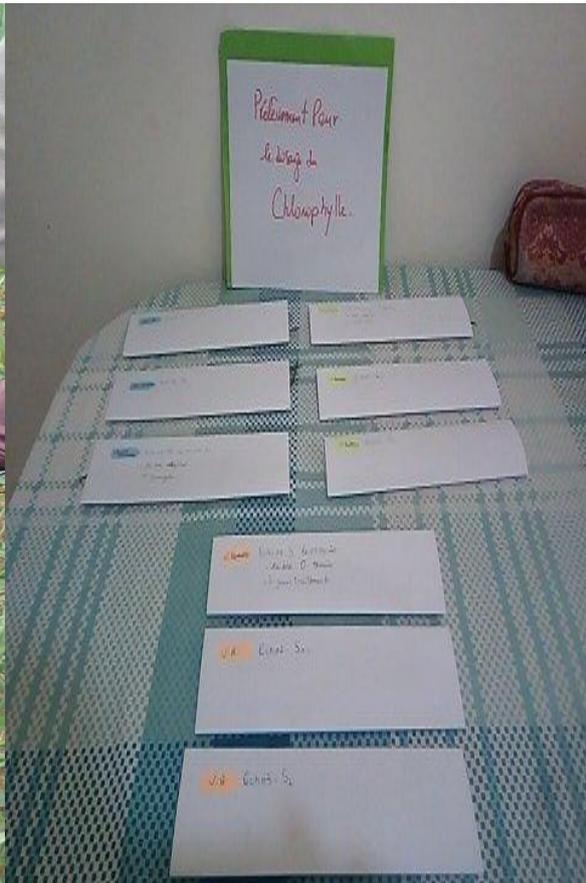
Traçage des blocs



Epiaison



Application d'engrais



prelevement pour l'analyse de chlorophylle



La récolte

Annexe 05 : Résultat de l'analyse statistique de la variance

Tableau 01 : Analyse de la variance de la surface foliaire

Sources de variation	DDL	S.C.E.	C M	F	PROBA
Variétés	1	114,028	114,028	2,525	0,119
Traitement	2	573,461	286,730	6,349	0,004
Interaction	2	29,486	14,743	0,326	0,723
Résiduelle	48	2167,753	45,162		
Totale	53	2884,728			

Tableau 02 : Analyse de la variance de La hauteur finale de plante

Sources de variation	DDL	S.C.E.	C M	F	PROBA
Variétés	1	99,227	99,227	1,810	0,185
Traitement	2	1988,640	994,320	18,138	0,000
Interaction	2	228,123	114,062	2,081	0,136
Résiduelle	48	2631,376	54,820		
Totale	53	4947,366			

Tableau 03 : Analyse de la variance de La longueur des barbes

Sources de variation	DDL	S.C.E.	C M	F	PROBA
Variétés	1	2,120	2,120	0,991	0,004
Traitement	2	9,307	4,654	2,175	0,000
Interaction	2	2,114	1,057	0,494	0,613
Résiduelle	48	102,684	2,139		
Totale	53	116,225			

Tableau 04 : Analyse de la variance de La longueur d'épi

Sources de variation	DDL	S.C.E.	C M	F	PROBA
Variétés	1	12,712	12,712	9,388	0,684
Traitement	2	1,037	0,519	0,383	0,004
Interaction	2	0,535	0,267	0,197	0,821
Résiduelle	48	64,996	1,354		
Totale	53	79,279			

Tableau 05 : Analyse de la variance de nombre de talle herbacée

Sources de variation	DDL	S.C.E.	C M	F	PROBA
Variétés	1	47534,722	47534,722	7,875	0,016
Traitement	2	20952,778	10476,389	1,736	0,004
Interaction	2	5202,778	2601,389	0,431	0,660
Résiduelle	48	72433,333	6036,111		
Totale	53	146123,611			

Tableau 06 : Analyse de la variance de nombre d'épi par mètre carrée

Sources de variation	DDL	S.C.E.	C M	F	PROBA
Variétés	1	486,000	486,000	2,361	0,131
Traitement	2	19371,593	9685,796	47,055	0,000
Interaction	2	790,111	395,056	1,919	0,158
Résiduelle	48	9880,222	205,838		
Totale	53	30527,926			

Tableau 07 : Analyse de la variance de nombre de grain par épi

Sources de variation	DDL	S.C.E.	C M	F	PROBA
Variétés	1	327,574	327,574	9,287	0,004
Traitement	2	1034,704	517,352	14,667	0,000
Interaction	2	307,370	153,685	4,357	0,018
Résiduelle	48	1693,111	35,273		
Totale	53	3362,759			

Tableau 08 : Analyse de la variance de poids de mille grains

Sources de variation	DDL	S.C.E.	C M	F	PROBA
Variétés	1	167,869	167,869	9,368	0,004
Traitement	2	828,491	414,246	23,116	0,000
Interaction	2	49,369	24,684	1,377	0,262
Résiduelle	48	860,163	17,920		
Totale	53	1905,893			

Tableau 09 : Analyse de la variance de la masse aérienne

Sources de variation	DDL	S.C.E.	C M	F	PROBA
Variétés	1	16006,183	16006,183	11,416	0,005
Traitement	2	15093,071	7546,535	5,382	0,021
Interaction	2	348,422	174,211	0,124	0,884
Résiduelle	48	16824,729	1402,061		
Totale	53	48272,405			

Tableau 10 : Analyse de la variance de rendement en paille

Sources de variation	DDL	S.C.E.	C M	F	PROBA
Variétés	1	15336,426	15336,426	17,794	0,001
Traitement	2	15707,914	7853,957	9,113	0,004
Interaction	2	97,879	48,940	0,057	0,945
Résiduelle	48	10342,635	861,886		
Totale	53	41484,854			

Tableau 11 : Analyse de la variance de rendement réel en grain

Sources de variation	DDL	S.C.E.	C M	F	PROBA
Variétés	1	945,835	945,835	251,026	0,000
Traitement	2	967,078	483,539	128,332	0,000
Interaction	2	5,345	2,673	0,709	0,511
Résiduelle	48	45,215	3,768		
Totale	53	1963,473			

Tableau 12 : Analyse de la variance de l'indice de récolte

Sources de variation	DDL	S.C.E.	C M	F	PROBA
Variétés	1	6,406	6,406	0,049	0,828
Traitement	2	1483,249	741,624	5,714	0,018
Interaction	2	76,050	38,025	0,293	0,751
Résiduelle	48	1557,359	129,780		
Totale	53	3123,064			