

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



Université 20 Août 1955 Skikda

Faculté des Sciences

Département des Sciences Agronomiques

Filière : Sciences Agronomiques

Option : Science du sol



Mémoire de fin d'études :

En vue de l'obtention du diplôme de Master II en Sciences Agronomiques

Thème :

Réponse physiologiques à la fertilisation azotée sur le blé dur
(*Triticum durum* Desf.) de deux types de sol différents

Présenté par :

Latrech Amira

Toumi Wissam

Sakta Ibtissem

Membres de Jury:

Mme : Souilah Nabila	(MCA) Présidente	Université du 20 Août 1955 – Skikda
Mr : Hafsi Zakaria	(MCB) Examineur	Université du 20 Août 1955 – Skikda
Mme : Larit Labah	(MCB) Promotrice	Université du 20 Août 1955 – Skikda

Année universitaire : 2021-2022

REMERCIEMENT

Avant tout, nous remercions Dieu le tout puissant qui nous a donné le courage, la volonté et la patience pour faire ce travail.

Tous d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de Mme LARIT SABAH, on le remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant notre préparation de ce mémoire.

Nous remercions les membres du jury qui ont accepté de juger ce modeste travail : Mme SOULAH NABILA comme présidente et Ms HAFSI ZAKARIA comme examinateur.

Sans oublier bien sur les ingénieurs des laboratoires du département d'Agronomie

Mes remerciements s'adressent également à tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin à réaliser ce travail.

Dédicace

A mes très chers parents «Inspecteur pédagogique Noureddine

☞ Arifa», source de ma joie de vivre et de mon courage d'avancer.

A ma soeur: Raounak

A mes frères: Mouad.Yahya.Anas.Akram

A tous mes amies, particulièrement:Mereim.Kholod.Abir.Anisa

A tous ceux que j'aime et je respecte.

Je dédié ce travail

AMIRA.LTR

Dédicace

En signe de respect et de reconnaissance, je remercie ALLAH qui m'a aidé à réaliser ce mémoire.

Je dédie Ce modeste travail à ceux qui sont toujours dans Mon cœur :

Mon très Cher père : lakhdar.

Ma très chère mère : yamna.

A mes sœurs :Widad , Amal et son fiancé Bilal ,Warda et à ses enfants : Bahir ,Adam, Taky ddine, Yakjn, et son mari : Aze ddine

Et a mes frères: farouk, Ali, Wassim, Djaber, Abd Alhak et sa femme Iman et sa fille Wigdan, Walid et sa femme Wahiba.

A toute ma grande famille Sakta, Neghra.

A mes très chères Amies :Rima, sara, wissem, Maroua, Asma ,Amina, Amira.

Et nous remercions notre promotrice Mme : Larit. S à l'Université du 20 Aout 1955, Skikda de nous avoir proposé ce thème, et pour son aide précieuse et ses considérables conseils.

Et toute la promotion de master Sol 2021 /2022, et nous

Souhaiterons bonne chance dans leur vie.

IBTISSAM

Dédicace

Au nom d'Allah, le Tout Miséricordieux, le Très Miséricordieux Tout d'abord je tiens à remercier le tout puissant de m'avoir donné le courage et la patience pour arriver à ce stade afin de réaliser ce travail que je dédie :

A mes yeux :

A ma très chère mère : noura qui n'a jamais cessé de prier pour moi

A ma très chère père : Mohamed pour ses encouragements son soutien, surtout pour son amour et son sacrifice afin que rien n'entrave le déroulement de mes études

A mon âme sœur : kaoutar

A mes chers frère :Oussama ,Amin ,Ayyoub ,Adem

A mes meilleur amis :Sarra, Rania ,Ibtissem ,Louiza ,Ikram,Karim.....

A tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin.

WISSAM

RESUME EN FRANÇAIS

Résumé

La présente étude a été conduite au cours de l'année universitaire 2021/2022 pour comparer l'effet de différents doses De la fertilisation azotée avec du nitrate d'ammonium comme suit: T0 (Témoin), T1 (2g), T2 (3g), sur les paramètres physiologiques et morphologiques de blé dur (*Triticum durum* Desf.) variété **Hoggar** cultivées dans deux milieux de sol différents (sol sableux et sol agricole)

Notre travail porte sur l'étude de plusieurs paramètres morphologique et physiologiques : longueur de la tige, la surface foliaire , la hauteur des plantes, longueur de l'épi et la Teneur en eau

L'étude des caractéristique morphologique et physiologique de plant de blé dur , montre qu'il y a une augmentation dans : la longueur de plante , la surface foliaire , longueur de l'épi chez le type de **Sol 1** (El Hadaiek) , contrairement le sol 2 (sableuse) il Ya une diminution de la longueur de tige , la longueur du col , longueur de l'épi et la teneur en eau

Le traitement N1 (2g) a donné les meilleurs résultats pour presque tous les paramètres étudiés chez les deux types du sol (sol 1 et sol 2) ,

En conclusion, l'étude a montré que l'engrais azoté nitrate d'ammonium est un effet efficace pour augmenter la croissance et développement des plants de blé, et que les sols agricoles sont plus adaptés à la croissance du blé plantes que les sols sableux.

Mots clés: La fertilisation azotée, Blé dur (*Triticum durum* Desf.) , Caractère physiologique et morphologique, nitrate d'ammonium

RESUME EN ENGLAIS

Abstract

The present study was conducted during the academic year 2021/2022 to compare the effect of different doses of nitrogen fertilization with nitrate of ammonium as follows: T0 (Control), T1 (2g), T2 (3g), on the physiological and morphological parameters of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) **Hoggar** variety grown in two different soil media (sandy soil and soil agricultural)

Our work focuses on the study of several morphological and physiological parameters: stem length, leaf area, plant height, ear length and water content.

The study of the morphological and physiological characteristics of the durum wheat plant shows that there is an increase in the length of the plant, leaf surface, length of the ear in the type of Soil 1 (El hadaiek), unlike soil 2 (sandy) there is a decrease in the length of the stem, the length of the ear, the length of the ear and relative water content

The N1 (2g) treatment gave the best results for almost all the parameters studied in the two types of soil (soil 1 and soil 2),

In conclusion, the study showed that nitrogen fertilizer ammonium nitrate is an effective effect to increase the growth and development of wheat plants, and agricultural soils are more suitable for the growth of wheat plants than sandy soils.

Key words: Nitrogen fertilization , Durum wheat (*Triticum durum* Desf.) , Physiological and morphological character, ammonium nitrate NH₄NO₃

RESUME EN ARABE

المخلص

أجريت الدراسة خلال العام الدراسي 2022/2021 لمقارنة تأثير تركيبات مختلفة من التسميد بالنيتروجين من نترات الأمونيوم على النحو التالي (T0) : الشاهد، T1 (2g)، T2 (3g)، على الخصائص الفسيولوجية والمورفولوجية للقمح الصلب (*Triticum durum* Desf.) صنف Hoggar النامي في وسطين مختلفين من التربة (التربة الرملية والتربة الزراعية)

يركز عملنا على دراسة العديد من الخصائص المورفولوجية والفسيولوجية: طول الساق ، ومساحة الورقة ، وطول النبات ، وطول العنق ، ومحتوى الماء النسبي

أظهرت دراسة الخصائص المورفولوجية والفسيولوجية لنبتة القمح المدروس أن هناك زيادة في: طول النبات ، مساحة الورقة ، طول العنق في نوع التربة 1 (الحدائق) ، على عكس التربة 2 (الرملية) هناك انخفاض في طول الساق وطول العنق وطول الأذن ومحتوى الماء النسبي

أعطت المعاملة N1 (2g) أفضل النتائج لجميع المتغيرات المدروسة تقريباً في نوعي التربة (التربة 1 والتربة 2) في الختام أوضحت الدراسة أن سماد نترات الأمونيوم للسماد النيتروجيني له تأثير فعال في زيادة نمو وتطور نباتات القمح ، وأن التربة الزراعية هي لأكثر ملاءمة لنمو نباتات القمح من التربة الرملية.

الكلمات المفتاحية : التسميد النيتروجيني ، القمح الصلب (*Triticum durum* Desf.) ، الخصائص الفيزيولوجية والمورفولوجية ، نترات الامونيوم

Liste des Abréviations

ANOVA	Analyse de la variance
Cm	Centimètre
HT	Hauteur de tige
Hp	Longueur de plante
LC	Longueur de col
SF	Surface foliaire
LEB	Longueur de l'épi avec barbe
LESB	Longueur de l'épi sans barbe
(TRE)	Teneur relative en eau
g	Gramme
µg	Microgramme
µg /L	Microgramme / Litre
%	Pourcentage
S 1	Sol agricole et Hadaeik
S 2	sol sableux et Hassi Messaoud.
V	Variété

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
1	Classification botanique	04
2	Répartition de fractions du sol.	09
3	l'origine et caractéristique	25
4	La distribution des unités expérimentales et les répétitions composées dans les pots.	26
5	Caractéristique physico-chimique du sol	35

Liste des figures

N°	Titre	Page
01	Cycle de développement du blé	05
02	Cycle de l'azote	22
03	La longueur de tige	36
06	Longueur de plante	38
07	Surface foliaire	39
08	Longueur du col	40
09	Longueur de l'épi avec barbe	42
10	Longueur de l'épi sans barbe	43
11	Teneur relative en eau	44

Liste des photos

N°	Titre	Page
01	Représente la serre	24
02	Le dispositif expérimental de l'essai de la croissance dans les pots	26
03	Préparation des pots et remplissage avec la terre d'étude	28
04	pH mètre	30
05	Calcimètre de BERNARD	33

Table des matières

Remerciement

Dédicace

Liste de abréviations

Liste de tableaux

Liste des figures

Liste des photos

Sommaire

1.Introduction **1**

Chapitre 1 : Revue bibliographique

Partie 01: Présentation de l'espèce étudiée **03**

1. Le blé dur **03**

1.1.Difinition **03**

1.2.Historique de blé dur **04**

1.3. Classification botanique **05**

1.4. Biologie et cycle de développement du blé dur **05**

1.4.1.La période végétative **05**

1.4.2.La période reproductrice **06**

1.5. Exigence du blé **07**

Partie 02 : Les sols , généralités **08**

1. Généralité sur le sol **08**

1.1. Définition du sol **08**

1.2. les constituants d'un sol **09**

1.3. salinisation du sol **10**

1.4.l'eau dans le sol **10**

2.Les caractéristiques physico-chimiques du sol **11**

2.1. Les caractéristiques physiques **11**

2.1.1. Sructure du sol **11**

2.1.2. Texture du sol **11**

2.1.3.La granulométrie **11**

2.2. Les caractéristiques chimiques	12
2.2.1.L'acidité ou Le pH	12
2.2.2.Le calcaire total et calcaire actif / CaCO ₃ T et CaCO ₃ actif	12
2.2.3.La Matière organique (MO)	12
3. Les types des sols	13
3.1. Le sol sableux	13
3.2. Le sol calcaire	13
3.3. Le sol argileux	13

Partie 03 : Fertilisation azotée

1.Généralité sur la fertilisation	14
2.Principes de la fertilisation	15
3.Eléments nutritifs nécessaires à la croissance de la plante	15
4.Les éléments fertilisants	16
5.Les engrais	16
5.1. Classification des engrais	16
5.1.1. D'après le nombre d'éléments fertilisants qu'ils comportent	16
5.1.2. D'après leur origine et leur forme	17
5.2. Les principaux éléments essentiels dans le sol	17
5. 3.Les avantages des engrais composés	18
6. Fertilisation azotée	19
6.1. Définition de l'azote	19
6-2-Réserves du sol en azote	19
6.3. Formes de l'azote dans le sol	20
6.4. Rôle de l'azote dans la plante	21
6.5. Cycle de l'azote	21
6.5.1. Ammonification	21
6.5.2. Nitrification	21
6.6. Les besoins de blé en azote	23

Chapitre II : Matériel et Méthode

1. L'objectif de l'essai	24
2. Présentation du site de l'essai	24
3. Matériel et Méthode	25
3.1. Semences de blé dur	25

3.2. Origine et caractéristiques des variétés	25
4. Méthode d'étude	25
4.1. Doses d'azote appliquées	25
4.2. Dispositif expérimental	26
4.3. Présentation de la région d'étude	27
5. Le mode de culture et condition de croissance	27
6. Paramètres étudiés	28
6.1. Sur le sol	28
6.1.1. Analyse granulométrique	29
6.1.2. Mesure du pH	29
6.1.3. Mesure de la conductivité électrique (CE)	
6.1.4. Analyse de matières organiques	30
6.1.5. Dosage du calcaire total	31
6.2. Mesure sur la plante	33
6.2.1. La surface foliaire	33
6.2.2. Teneur relative en eau (TRE)	33
6.2.3. Longueur de tige	34
6.2.4. Longueur du col	34
6.2.5. Longueur de la plante	34
6.2.6. Longueur de l'épi avec barbe	34
6.2.7. Longueur de l'épi sans barbe	34
7. Analyse des données	34

Chapitre III : Résultats et discussion

1. Analyses du sol	35
2. Paramètres morphologique sur la plante	36
2.2. La longueur de tige	36
2. 2. Longueur des plantes (LP)	37
2. 3. Surface foliaire	39
2.4. Longueur du col	40
2.5. Longueur de l'épi avec barbe	41
2.6. Longueur de l'épi sans barbe	43
2.7. Teneur relative en eau (TRE)	44
Conclusion	46

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Introduction

Les céréales occupent, à l'échelle mondiale, une place primordiale dans les programmes de recherche et d'amélioration agricole. La presque totalité de la nutrition de la population mondiale est fournie par les aliments en grains dont 95% sont produits par les principales cultures céréalières comme les blés qui constituent la première ressource d'alimentation humaine, elles constituent une des principales sources de protéines. La production mondiale de blé est estimée avec 761.5 MT en 2020 et une utilisation mondiale avec 754.1 MT au même année **(FAO ;2020)**

En Algérie, les produits céréaliers occupent une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale. Elles ont toujours été et demeurent une denrée importante dans la ration alimentaire **(Yallaouiyaici et Ghalem, 2006 ; Djermoun, 2009)**. La situation actuelle de l'Algérie nécessite une meilleure prise en charge de l'amélioration de la production agricole notamment celles des cultures stratégiques de large consommation qui sont principalement les céréales. La production nationale de blé ne couvre que 30 % des besoins nationaux estimés à plus de 7 millions de tonnes (Ministère de l'Agriculture, 2008). Le blé dur occupe 43% de la zone de production du pays et le blé tendre vient au deuxième rang avec 800.000 hectares. **(Kacem, 2005)**.

Quant 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 20ème 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 **(Badraoui et al, 2000 ; Evans, 1998 in Latiri ,2002 ; Latiri, 2002)**

INTRODUCTION

L'alimentation en azote détermine directement le rendement potentiel. Aussi l'effet de l'azote sur le rendement est spectaculaire, l'azote est considéré comme le pivot de la fertilisation (**Bertrand *et al.*, 2000 cité par Badjissaga, 2007**).

A cet égard, nous avons étudié l'effet du nitrate d'ammonium apporté à différentes doses sur la culture du blé dur (*Triticum durum* Desf.) variété **Hoggar** dans deux types de sols.

Cette thèse Contient trois chapitres le premier chapitre qui représente une revue bibliographique qui se base essentiellement sur l'espèce étudiée, leur origine et leur cycle de développement ainsi que les sols et les types de sols et la fertilisation azotée. Le deuxième chapitre a porté sur le matériel végétal. Le troisième chapitre représente les résultats et leurs discussions et finalement une conclusion générale et perspective.

Chapitre I :Revue Bibliographique

Partie 01: présentation de l'espèce étudiée

1 / Le blé dur

1-1- Définition

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

1-2- Historique de blé dur

Historiquement le blé dur est une plante annuelle, monocotylédone, qui appartient au genre *Triticum*, de la famille des graminées ou « poaceae » (**Feillet, 2000**). Est l'une des premières céréales cultivées dans le monde, où ça continue de dominer le commerce mondial de Céréales, devant le maïs. Le riz, à l'inverse, est surtout consommé sur place dans les zones de production. Les États-Unis sont le premier exportateur de céréales, rassemblant en 2012/2013 le quart du volume total. Les échanges mondiaux de céréales continuent de s'amplifier, parallèlement à la hausse de la production. Entre les campagnes 1990/1991 et 2012/2013 les exportations de céréales ont crû de plus de la moitié, atteignant 294 millions de tonnes (**Graphagri, 2013**).

En Algérie, le blé dur (*Triticum durum* Desf.), est la première céréale cultivée dans le pays.

Elle occupe annuellement plus d'un million d'hectares. Sur les hautes plaines orientales algériennes, la culture pluviale du blé dur représente, avec l'orge et l'élevage ovin, l'essentiel de l'activité agricole (**Abdelhamid et al., 2006**).

La production de blé dur est consommée par l'homme, le plus souvent directement sur le site de l'exploitation, et les résidus du blé sont utilisés par l'élevage (**Abdelhamid et al., 2006**). Il est compte parmi les espèces les plus anciennes et constitue une grande partie de l'alimentation de l'humanité, il assure 15% de ses besoins énergétiques (**Melki et al., 2015**).

Le blé dur est utilisé principalement pour la fabrication des semoules. Le procédé de transformation du blé dur en semoule génère également la production d'issues et de coproduits de blé dur, qui sont des matières premières destinées à l'alimentation animale (**Anonyme, 2012**).

Chapitre I : Revue Bibliographique

Pour le génome nucléaire, le blé possède l'un des génomes les plus complexes parmi les céréales et, au-delà, dans l'ensemble du monde vivant. De plus, le blé comporte non pas un «simple » génome nucléaire mais un génome nucléaire composite, une association de trois génomes de trois espèces différentes, regroupés dans la même cellule et formant par là-même une nouvelle espèce. Outre un génome nucléaire, le blé possède comme tout végétal un génome mitochondrial et un génome chloroplastique (**Hervé, 2013**).

Les céréales ont d'autre part joué un rôle capital dans le développement de l'humanité: la plupart des civilisations se sont développées autour d'une céréale (**Moule, 1971**).

1-3- Classification botanique

Le blé dur obéit à la classification suivante

Tableau 1: Systématique du blé dur selon (Prats, 1960 ; Créte, 1965 ; feillet, 2000)

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

1-4- Biologie et Cycle de développement de blé

Il faut une centaine de jours environ pour réaliser un cycle de développement complet de graine, et donc passer d'une génération à la suivante, chez le blé. Le cycle est un peu plus long pour un blé d'hiver semé en automne (**fig n°1**).

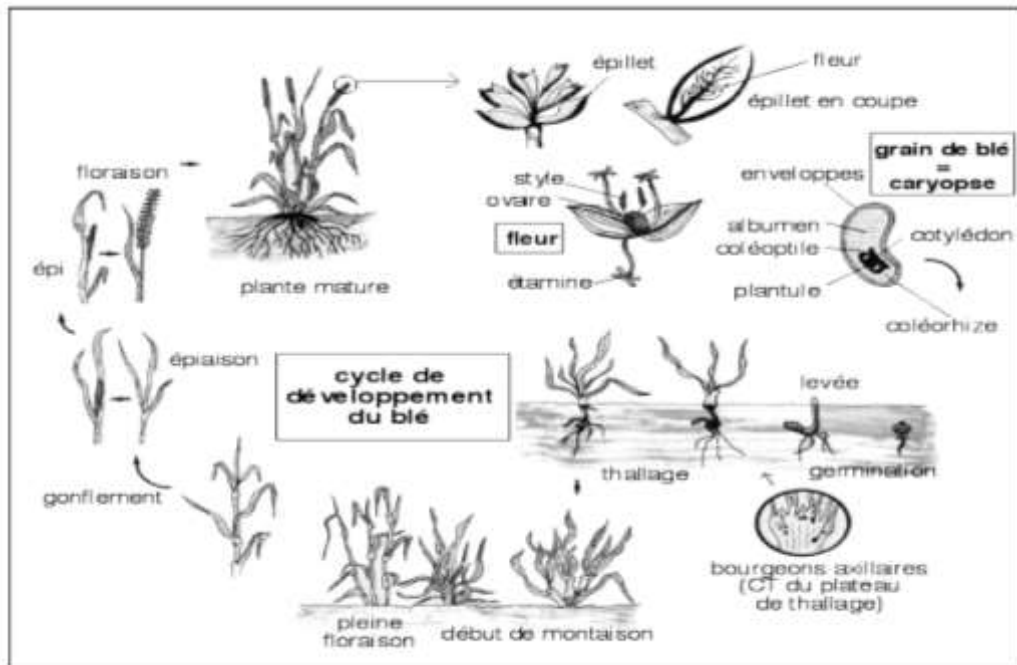


Figure 1 : Le cycle de développement du blé (Ry *et al.*, 2000)

1-4-1-Période végétative :

- ✓ La germination

La germination (**Figure 1**) est une étape par laquelle la plantule qui est en vie ralentie dans la graine, entre en vie active et commence à se développer grâce aux réserves contenues dans la graine (**Foudili et Gasmi, 2017**). In kenza (2021) Les déchirures des téguments, la racine principale, recouverte d'une gaine appelée Coleorhiza, apparaît, suivi de la sortie de la première feuille, recouverte d'une enveloppe appelée Coléoptile. À la surface du sol, d'autres racines et feuilles apparaissent. La durée de cette phase varie avec une température de 8 à 15 j (Clément et (and) Prat, 1970).

Chapitre I : Revue Bibliographique

✓ La levée

La levée est caractérisée par le nombre de feuilles de la jeune plante et leur stade de développement Giban et al., (2003).

✓ tallage

La production de talle commence à l'issue du développement de la troisième feuille selon (Cherfia, 2010), ensuite une formation des tiges latérales appelées talles. Et la fin du tallage indique la fin de période végétative.

1-4-2- Période de reproduction :

Selon Feillet, (2000), la période reproductive comporte les phases montaison, épiaison, floraison et maturation (figure 01).

➤ Montaison

La montaison débute lorsque les entrenœuds de la tige principale se détachent du plateau du tallage (**Belaid, 1987 in Salmi, 2015**)

➤ L'épiaison

c'est la sortie de l'épi de la gaine de la dernière feuille, on note l'épiaison quand l'épillet terminal apparaît au-dessus de la gaine de la dernière feuille Giban et al., (2003). Les températures élevées et la sécheresse au cours de l'épiaison et de la floraison peuvent réduire la viabilité du pollen et ainsi réduire le nombre de grain (**Herbek et Lee, 2009**).

➤ La floraison

est marquée par la sortie des étamines lors des épillets et se termine dès que toutes les étamines sont extériorisées Giban et al., (2003). Le blé commence à changer de couleur il perd sa couleur verte pour tourner plus jaune /doré/bronze Soltner, (2005). **In bendjebel et benslama, (2021)**

➤ Maturation

La phase de maturation succède au stade pâteux (45% d'humidité), elle correspond à la phase au cours de laquelle le grain va perdre progressivement son humidité en passant par divers stades Giban et al., (2003). Elle débute à la fin du palier hydrique marqué par la stabilité

Chapitre I : Revue Bibliographique

de la teneur en eau des grains pendant 10 à 15 jours Giban et al., (2003). Au-de là de cette période, le grain ne perdra que l'excès d'eau qu'il contient et passera progressivement au stade rayable à l'angle (20% D'humidité) puis, cassant sous la dent (15 à 16% D'humidité) (Giban et al., 2003). In(**bendjebel et benslama, 2021**).

1-5- Exigence du blé

❖ Sol

Selon **Maachi.,(2005)** les sols les plus appropriés pour le blé sont les sols profonds et bien drainés. le blé dur sont sensible au calcaire et à la salinité, un pH de 6,5 à 7,5 semble adéquat puisqu'il favorise assimilation de l'azote.

❖ Température

La température est l'un des facteurs importants pour la Croissance et activité végétative. A une température de zéro 0°C la germination est bloquée et la phase de croissance nécessite 15 à 25°C. La capacité de courir et également déterminée par le les températures et la durée du jour (**Zane, 1993**).

❖ lumière

La lumière est le facteur qui réagit directement sur le bon fonctionnement de la photosynthèse et le comportement de blé. Un bon tallage est garanti, si le blé est placé dans les conditions optimales d'éclairage

❖ L'eau

L'eau a une grande importance dans la croissance de la plante (**Heller et al., 2004**). l'eau est demandée en quantité variable. Les besoins en eau sont estimés à environ 800 mm Soltaner, (2000).

Partie 02 : Les sols , généralités

1. Généralités sur le sol

Les sols sont des systèmes multiphasiques et hétérogènes, composés d'air, d'eau et de solide (sable, limons, argile, matière organique (MO), nutriment, écosystème ... etc.). En outre, les sols sont des médias ouverts et dynamiques, échangent de la matière et l'énergie avec l'atmosphère, la biosphère et l'hydrosphère (**Sposito,1997**), il doit accomplir cinq fonctions principales de base:

- Offrir un habitat physique, chimique et biologique pour les organismes vivants.
- Réguler les flux d'eau, le stockage et le recyclage des cycles des nutriments et d'autres éléments.
- Maintenir des activités et diversités biologiques pour subvenir à la croissance des plantes et la productives des animaux
- Filtrer, tamponner, transformer, immobilisé, et détoxifier les substances organiques et inorganiques.
- Fournir un supporte mécanique aux organismes vivantes et à leur structures. (**Nortcliff,2000**).

1.1. Définition du sol

Le sol est la couche superficielle meuble de la lithosphère terrestre, présente une épaisseur variable de quelque centimètre à plusieurs mètres. Il est constitué par un mélange de pédologique.

Il est le résultat de l'altération de remaniement et de l'organisation de couche supérieur de l'écorce terrestre sous l'action de la vie, de l'atmosphère, des échanges d'énergie qu's y manifestent (**Boulaine et Aubert ,1976**).

Chapitre I : Revue Bibliographique

1.2. Les constituants d'un sol

Le sol contient deux fractions intervenant principalement de fraction minérale et organique.

Tableau 02 : Répartition de fractions du sol. (Ykhlef IBtissam , Abbabis Fella, 2019/2020)

Matière organique	4 à 5%
Air	10 à 30%
Eau	20 à 34 %
Matière minérale	44 à 50%

- **Fraction minérale**

Les sols sont divisés en trois catégories :

-Silice : est un oxyde de dioxyde de silicium, a une structure isolée très diversifiée et est un Souvent combiné avec des cations métalliques tels que l'aluminium, le fer et le magnésium.

-Oxydes, hydroxydes : très importants et plus élevés dans le sol car Alumine $Al(OH)_3$, Oxyde de fer (FeO-OH).

-Carbonates : les plus abondants sont le carbonate de calcium (calcite), le carbonate Magnésium (partie organique de la dolomite Quant à la matière organique ou phase organique du sol, elle correspond à toute Substances composées de carbone organique, animées ou inanimées (insectes, plantes, substances humiques, micro-organismes).

La SOM fournit de multiples fonctions et services écosystémiques tels que la fertilité des sols, a qualité Culturel... (Chenu et Barre, 2015).

L'humus est un terme qui regroupe l'ensemble de la matière organique non vivante du sol et qui peut être classé en deux catégories :

-**Substances non humiques** : correspondent à la fraction de matière organique dont les caractéristiques physicochimique sont reconnaissables.

-**Substances humiques** : sont issues de la transformation chimique ou biologique de matière organique du sol (Pansu and Gautheyrou, 2001).

1.3.Salinisation du sol

La salinisation est un processus d'enrichissement d'un sol en sel solubles qui aboutit à la formation d'un sol salin, la salinisation peut être aussi définie comme d'accumulation des sels solubles.

La salinisation des sols est le processus d'accumulation des sels à la surface du sol et dans zone racinaire, qui occasionne des effets nocifs sur les végétaux et les sols, il s'ensuit une diminution des rendements et à terme une stérilisation du sol, la salinisation se produit généralement lorsque la quantité d'eau perdue par le sol par évapotranspiration dépasse de l'infiltration des précipitations.

La salinisation entraîne un accroissement de la pression osmotique qui rend l'eau plus difficilement mobilisable par les plantes ; une toxicité de certains ions pour les végétaux (Cl, Na⁺,...) et une dégradation du sol (modification de l'état structural, diminution de la conductivité électrique ...)

1.4.L'eau dans le sol :

On peut rencontrer les trois types d'eau suivants:

- **Eau gravitaire** : cette eau est soumise à la pesanteur et n'est donc pas retenue par le sol après ressuyage, elle contribue donc à la différenciation des profils.
- **Eau capillaire** : on distingue l'eau capillaire absorbable qui correspond à l'eau contenue dans la microporosité de 0,2 à 8 µm, elle est utilisable par les végétaux.
- **Eau hygroscopique ou pelliculaire** : il s'agit d'une mince pellicule d'eau entourant les particules minérales et organiques. Très énergiquement retenue, elle n'est susceptible d'aucun mouvement et n'est pas absorbable par les végétaux

2. Les caractéristiques physico-chimiques du sol

2.1. Les caractéristiques physiques

2.1.1. Structure du sol

La structure du sol est l'agencement dans l'espace de ses constituants, elle est déterminée par la forme des agrégats les plus petites élément indivisibles.

Les sols fertiles ne sont ni des sables purs, ni de la tourbe ; ce sont presque toujours des mélanges entre une certaine proportion de particules minérales et une autre de matières organiques plus ou moins décomposées (Duchaufour, 1991; Pousset, 2002). **in Zaater .,(2020).**

La structure représente la façon dont sont assemblées ces particules élémentaires qui constituent le sol. On comprend alors qu'un sol constitué de sable pur n'a pas de structure car les éléments qui le constituent ne sont pas liés entre eux (Duchaufour, 1991; Pousset, 2002). **in Zaater .,(2020).**

2.1.2. Texture du sol

dérivant de la détermination de la composition granulométrique, correspond à la répartition des minéraux par catégories de grosseurs (diamètre ,les particules étant supposées sphériques) indépendamment de la nature et de la composition de ces minéraux .La granulométrie fournit donc des renseignements précieux sur la pédogenèse .En effet , son intérêt pratique, concernant l'ensemble des propriétés physiques et chimique du sol (rapport du sol et de l'eau aération, complexe absorbant,...) est en liaison étroite avec la texture (**Duchaufour, 2001**).

2.1.3. La granulométrie :

La granulométrie correspond à la répartition des particules minérales <2mm selon des classes de grosseur. Une admises les limites des différentes classe de dimensions de particules (**Denis, 2000**).

2.2. Les caractéristiques chimiques

2.2.1.L'acidité ou Le pH

L'acidité ou Le pH Parmi les nombreuses propriétés chimiques qui peuvent caractériser un horizon, nous ne retiendrons ici que l'acidité, ou potentiel hydrique (pH). Cette grandeur est relativement simple à mesurer et est d'une grande importance dans la l'évolution et la formation des sols. Le pH se mesure sur une échelle allant de 0 (très acide) à 14(très basique). Un sol est dit acide lorsque son pH est inférieur à 5.5. Un sol est dit basique lorsque son pH est supérieur à 7. Et le sol avec pH entre 5.5 et 7 est dit neutre. Il permet d'approfondir les modalités d'interaction entre les ions et les surfaces absorbantes du sol (Agbenin, 2004; Duchaufour, 1977; Duchaufour, 2001) **in Zaater .,(2020).**

2.2.2.Le calcaire total et calcaire actif / CaCO₃T et CaCO₃ actif

Le calcaire total est une des composantes héritées du sol, éventuellement légèrement modifiable par apports massifs et répétés d'amendements basiques. La présence de calcaire confère au sol des caractéristiques spécifiques en terme de comportement physique et chimique et influe sur son activité biologique. Son absence totale a pour conséquence une acidification progressive, plus ou moins rapide suivant le contexte pédoclimatique, qu'il est nécessaire de compenser par des apports réguliers d'amendements basiques (chaulage).

Une terre peut être riche en calcaire total et relativement pauvre en calcaire actif. L'excès de calcaire actif nuit à certaines plantes. On considère généralement que des problèmes sérieux peuvent commencer à apparaître à partir de teneurs en calcaire actif voisines de 50 pour mille (**Duchaufour, 2001; Pousset, 2002).**

2.2.3.La Matière organique (MO)

Les classes d'appréciation de la teneur du sol en matière organique sont réalisées en fonction du taux d'argile. En effet, la matière organique améliore la structure et diminue l'érosion du sol, a un effet régulateur sur sa température, permet au sol de stocker davantage d'eau et représente aussi un milieu de culture pour les organismes vivants, contribuant ainsi à améliorer significativement la fertilité du sol (Agbenin, 2004; Duchaufour, 2001). **in Zaater .,(2020).**

3. Les types des sols

3.1. Le sol sableux

Les sols sableux, caractérisés par une faible capacité de fixation des éléments chimiques, ce qui les rend particulièrement sensibles à l'acidification, d'autre part, des propriétés d'infiltration rapide qui les rendent peu propices à jouer le rôle de tampon, avec en conséquence des risques de pollution des nappes en profondeur (Stengel et Gelin, 1998).

3.2. Le sol calcaire

Ils sont les moins sensibles à l'acidification et ont un pouvoir tampon élevé. En fonction de leur granulométrie, le plus souvent argilo-limoneuse à argileuse, et de leur structuration généralement de qualité, ils sont relativement perméables et les risques de pollution des nappes sont à contrôler (Gobat, Aragno et Matthey, 2010; Stengel et Gelin, 1998).

3.3. Le sol argileux

Les sols argileux comprennent les limons (silts) et les argiles qui sont par définition des sols à grains fins dont plus de 50 % de leur poids sec est constitué de particules inférieures à 0,075 mm. Leur consistance peut varier de très molle à dure. Ils sont caractérisés par des teneurs en eau habituellement élevées, ce qui les rend généralement compressibles, indépendamment de leur consistance. (Gobat, Aragno et Matthey, 2010; Stengel et Gelin, 1998).

Partie 03 : Fertilisation azotée

1. Généralité sur la fertilisation

La fertilisation est l'aptitude d'un sol à produire des récoltes en fonction des ces qualités intrinsèques et des techniques culturales utilisées (**Anonyme 1993**). Elle est la capacité du sol à soutenir durablement c'est-à-dire d'une manière continue, la croissance des plantes dans des conditions climatiques données et d'autres caractéristiques pertinentes de la terre (**Young, 1995**).

Les plantes prélèvent les éléments minéraux du sol pour produire les composés organiques. Il est établi que plusieurs éléments sont nécessaires pour le fonctionnement normal de la machine biochimique de la plante. Les éléments nutritifs doivent être présents sous une forme assimilable pour que les végétaux puissent les absorber. La fertilisation minérale a pour but d'apporter le complément nécessaire à la fourniture du sol en vue de répondre aux besoins physiologiques des plantes pour une croissance et un développement optimums. (**Anonyme 2013**).

De nos jours, on connaît plus de 100 éléments chimiques; mais seulement 17 sont considérés essentiels en raison de leur importance pour la croissance et le développement des plantes.

Parmi ces 17 éléments chimiques essentiels, le carbone, l'hydrogène et l'oxygène sont prélevés à partir de l'air et de l'eau. Les 14 autres éléments sont normalement absorbés par les racines de la plante à partir du sol. (**Anonyme 2013**).

Les objectifs finaux de la fertilisation sont d'obtenir le meilleur rendement possible compte tenu des autres facteurs qui y concourent (qualité du sol, climat, apports en eau, potentiel génétique des cultures, moyens d'exploitation), ainsi que la meilleure qualité, et ce, au moindre coût. En outre (particulièrement en agriculture durable) s'y ajoute l'objectif de préservation de la qualité de l'environnement. (**Anonyme 2013**).

2.Principes de la fertilisation

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

En principe, chaque parcelle de terrain est un cas particulier nécessitant des conseils sur mesure.

Il faut donc bien connaître toutes les caractéristiques de la parcelle, il est important de bien apprécier :

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

3.Eléments nutritifs nécessaires à la croissance de la plante

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

- **L'air** : Le carbone (C) sous forme de CO₂ (anhydride carbonique) ;
- **L'eau** : L'hydrogène (H) et l'oxygène (O) à l'état d'eau (H₂O) ;
- **Sol** et des engrais minéraux et organiques :
- **Des éléments de base (macro éléments)** : L'azote (N), le phosphore (P), le potassium(K)
 - **Des oligo-éléments** : Le fer (Fe), le manganèse (Mn), le zinc (Zn), le cuivre (Cu), le bore (B), le molybdène (Mo) et le chlore (Cl) (**Davenport, 2003**).

4. Les éléments fertilisants

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

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

* Le phosphore (P, exprimé en anhydride phosphorique P₂O₅),

*Le potassium (K, exprimée en oxyde de potassium K₂O).

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

5. Les engrais

5.1. Classification des engrais :

5.1.1. D'après le nombre d'éléments fertilisants qu'ils comportent

- ❖ **Les engrais simples** : n'apportent qu'un seul des éléments fertilisants dits majeurs-P-K.
- ❖ **Les engrais composés** : en apportent au moins deux, sinon les trois.

En plus des éléments N-P-K, les engrais simples et composés apportent souvent d'autres éléments dits **secondaires** (Ca, Mg, S, Na...) et des **oligo-éléments**. (**Soltner, 2003**).

Les engrais composés sont obtenus soit par mélange d'engrais simples, soit par réaction chimique (solubilisation nitrique des phosphates naturels, par exemple). Ce dernier procédé donne naissance aux dits « complexes » (**Gauthier, 1991**).

❖ **Engrais binaires** : Ils apportent généralement P₂O₅ et K₂O, aussi leur emploi est très simple, puisque ces deux éléments constituent une fumure de base épandue à l'entrée de l'hiver. Leur choix est seulement guidé par la forme de phosphore que l'on désire utiliser (scories potassiques, superphosphates potassiques, etc.). L'azote est apporté, s'il y a lieu, sous forme d'engrais simple au printemps ou associé à une fumure de complément.

❖ **Engrais ternaires** : L'épandage simultané des trois éléments n'est pas toujours une opération très rationnelle compte tenu de leur différence de mobilité dans le sol. On essaie de concilier les propriétés de l'azote, très mobile, avec celles de l'anhydride

Chapitre I : Revue Bibliographique

phosphoriques et de l'oxyde de potassium qui, au contraire, doivent être mis assez longtemps à l'avance dans le sol (Gauthier, 1991).

5.1.2. D'après leur origine et leur forme

Les engrais peuvent être classés en deux catégories :

- ❖ **Engrais Organiques** : Ils sont obtenus à partir de matières vivantes ou autrefois vivante telsque les déchets animaux (fumier), les résidus de culture (comme les feuilles, tiges), lecomposé, et de nombreux autres produits dérivés d'organismes vivants (Draft, 2012).Proviennent de la transformation de déchets végétaux et surtoutanimaux. Ils apportent sous des formes organiques, non seulement **N-P-K** mais aussi S, Mg, Ca, Na et la plupart des oligo-éléments. Ils peuvent donc être considérés comme des engrais composés (Soltner,2003).
- ❖ **Engrais Inorganiques** :(également appelés : engrais minéraux et chimiques) : les produitsproviennent essentiellement de sources non vivantes au travers de processus artificiels. Laplupart des engrais commerciaux entre dans cette catégorie ont pour origine des roches éruptives (poudre de basalte), sédimentaires (phosphates naturels), ou salines (sels de potassium), soit des synthèses (ammoniac) soit des transformations industrielles (scories, phosphates issus de l'attaque des phosphates naturels) (Draft, 2012)

5.2. Les principaux éléments essentiels dans le sol

Ces éléments sont classés en trois groupes selon leur importance quantitative dans la plante :

➤ Les éléments majeurs :

Azote (N), Phosphore(p), Potassium(K), Calcium(Ca). Soltner, 2003).

➤ Les éléments secondaires

Magnésium(Mg), Soufre(S) intervenant dans la plante en quantité moindre et souvent présents en quantité suffisante dans le sol (Soltner, 2003).

Chapitre I : Revue Bibliographique

Le Magnésium se trouve inclus dans les silicates. Il est surtout abondant dans les roches éruptives ainsi que dans les granites(Diehl, 1975).

Le Soufre se trouve dans le sol sous des formes peu ou pas assimilables par les plantes comme les sulfures (terres asphyxiantes et lourdes) ou au contraire assimilables telles que les sulfates(Joseph, 2000).

➤ Les oligo-éléments :

Ces derniers représentent une part très faible de la matière sèche mais leur présence reste indispensable au bon métabolisme de la plante (Soltner, 2003). Les six principaux oligoéléments sont :

Le fer(Fe) : se trouve sous plusieurs formes mais dans les analyses courantes on dose seulement le fer dis « libre », c'est-à-dire assimilable par les végétaux (Joseph, 2000).

Le manganèse(Mn), favorise la présence de cet élément l'activité de microflore (Diehl, 1975).

Le zinc (Zn), le cuivre (Cu), le bore (B) sont généralement compris entre quelques millièmes (p.p.m) et 0.1 pour cent. La présence de bore a le droit d'être mentionnée dans certaines formules d'engrais qui apportent cet élément (Gervy, 1970).

Le chlore : est généralement présent dans la nature sous la forme de chlorure (Cl⁻).

Dans le sol, le chlorure est facilement soluble, très mobile et facilement prélevé par les végétaux (Munroe, 2018).

5. 3.Les avantages des engrais composés

□□Les engrais composés apportent en une seule livraison les éléments fertilisants nécessaires évitant ainsi les carences importantes dues à l'ignorance ou à la négligence.

□□Ils permettent une simplification du travail et, surtout pour les engrais à haut dosage, une économie de main-d'oeuvre et de transport l'épandage des trois éléments s'effectuant en un passage unique.

Chapitre I : Revue Bibliographique

□□ Des procédés industriels bien étudiés permettent d'obtenir un dosage exact et l'homogénéité désirable ce qui évite les défauts et les pertes que les mélanges à la ferme pourraient parfois comporter.

□□ Par contre, ils sont légèrement plus chers à l'achat que les engrais simples, apportant la même quantité d'éléments utiles, mais ce dont il faut surtout tenir compte, c'est le prix de l'unité fertilisante épandue (**Gauthier, 1991**).

6. Fertilisation azotée

6.1. Définition de l'azote

Selon (**Pousset, 2000**), l'azote est un constituant très important des matières organiques. Indispensable à la croissance et au développement des plantes, il est à la base de la synthèse des acides aminés et des acides nucléiques dans le sol (**Boulaletal, 2007**). L'azote est un élément mobile qui s'adresse à la plante plutôt qu'au sol. Ce caractère peut dans certains cas amener le fractionnement, la fumure à apporter est égale à la différence entre les besoins globaux et l'azote disponible (**Gauthier, 1991**).

Le calcul de la quantité d'azote à apporter dépend de plusieurs paramètres. Les plus importants sont : le rendement objectif, le besoin de la culture en azote, la fourniture d'azote par le sol (minéralisation + reliquat de la culture précédente), et le coefficient apparent d'utilisation de l'azote (**Philippe, 1999**).

6-2-Réserves du sol en azote :

La principale source d'azote est l'atmosphère où on le rencontre sous sa forme diatomique (N₂). La fixation biologique, symbiotique ou non, est à l'origine de l'enrichissement du sol en produits organiques azotés. La majorité de l'azote du sol est formée d'azote organique qui ne sera disponible pour les plantes que par minéralisation, processus lié étroitement avec l'activité des microorganismes. Seule une petite fraction se trouve sous des formes inorganiques et est directement disponible pour les plantes. Ainsi, la matière organique constitue la principale réserve d'azote du sol (Henintsoa, 2013).

6.3. Formes de l'azote dans le sol

L'azote dans le sol se trouve sous trois formes :

- **Gazeuse** : dans l'atmosphère du sol ou il représente en moyenne 80%. L'azote gazeux n'est utilisable que par certaines plantes : les légumineuses (ex. : luzerne, trèfle, soja) qui fixent l'azote de l'air grâce à une bactérie, le rhizobium(**Prévoste,1990**).
- **Organique** : constituant des protéines de la matière organique(**Prévoste,1990**). Selon (**Diehl, 1975**), plus de 90% de cet azote est à l'état organique, engagé dans des combinaisons complexes : urée, matières albuminoïdes, etc., et entrant pour une certaine part dans la composition de l'humus.
- **Minérale** : l'azote peut alors être sous forme ammoniacale (ion ammonium NH_4^+) ou nitrique (ion nitrate NO_3^-). La forme minérale nitrique est la plus assimilable représentent le plus souvent des réserves pour la plante car ils se transforment progressivement en azote nitrique(**Prévoste,1990**). La forme ammoniacale NH_4^+ est en principe fixée par le complexe absorbant mais peut, éventuellement, être absorbée par certains végétaux (**Diehl, 1975**).
- **Forme mixte ammoniaco-nitrique** : les difficultés qu'on rencontre pour assurer d'une manière régulière et continue l'alimentation azotée des végétaux peuvent être résolues, dans la majorité des cas, par l'utilisation des engrais ammoniaco-nitriques ou ammonitrates. Les ammonitrates sont essentiellement constitués par du nitrate d'ammoniaque fixé sur un support minéral : argile ou calcaire (la proportion de ce dernier élément peut atteindre 35%).

Leur souplesse d'emploi et leur prix de revient assez bas en font les engrais azotés les plus utilisés. Les contre-indications sont rares et s'expliquent facilement : éviter les épandages d'automne sous climat humides et sol perméable (perte de la fraction nitrique) et d'été sous climat sec (inutilisation de la fraction ammoniacal).

Le nitrate d'ammoniaque pur n'est pratiquement employé que dans la fabrication des engrais composés (**Diehl, 1975**).

6.4. Rôle de l'azote dans la plante

□□L'azote est un élément indispensable à la multiplication cellulaire, puisqu'il intervient dans la composition des noyaux. D'où son abondance dans tous les tissue jeunes.

□□Ce rôle essentiel fait que l'azote est, la plupart du temps, le facteur déterminant du rendement. Il agit surtout en augmentant le volume des organes végétatifs, la quantité de chlorophylle, donc la photosynthèse (**Diehl, 1975**).

□□L'azote est utilisé pour la synthèse d'acides aminés et nucléiques dans la formation de protéines, dans la formation de la chlorophylle, d'enzymes et de vitamines (**Christian et al., 2005**).

□□Il est le moteur de la croissance végétatif de toutes les parties aériennes de la plante, feuilles, tiges et formation des graines d'où sa contribution à l'amélioration du rendement.

6.5. Cycle de l'azote

Les processus qui déterminent la disponibilité en azote minéral sont pour la plupart sous le contrôle de la microflore du sol (**Figure 02**). Il en résulte une grande sensibilité de ces transformations aux facteurs du milieu (oxygène, température) et par conséquent une difficulté à en prévoir l'intensité(**Larrieu, 2008**).

6.5.1. Ammonification

Comme évoqué précédemment, c'est le processus par lequel les bactéries, les champignons et les actinomycètes peuvent libérer l'azote de leurs composants azotés. Par son manque de spécificité, ce processus peut avoir lieu dans une large gamme de température, d'humidité et de pH du sol(**Scheiner, 2005**).

6.5.2. Nitrification

La nitrification est le processus d'oxydation biologique de l'azote réalisé par des microorganismes du sol au cours duquel l'azote passe de la forme ammoniacale à la forme nitrique en deux stades successifs : la nitrification et la nitrification. La nitrification est produite par des microorganismes hétérotrophes ou autotrophes ; ces derniers sont les plus importants.

Chapitre I : Revue Bibliographique

Les conditions optimales pour la nitrification sont plus restrictives que pour l'ammonification.

Les sols neutres ou légèrement basiques favorisent la nitrification. La teneur en oxygène affecte la nitrification car il s'agit d'un processus aérobie. L'humidité constitue un autre facteur déterminant, l'optimum se situant autour de 60% de la capacité au champ (Bonde et Lindberg, 1988 cité in Scheiner, 2005).

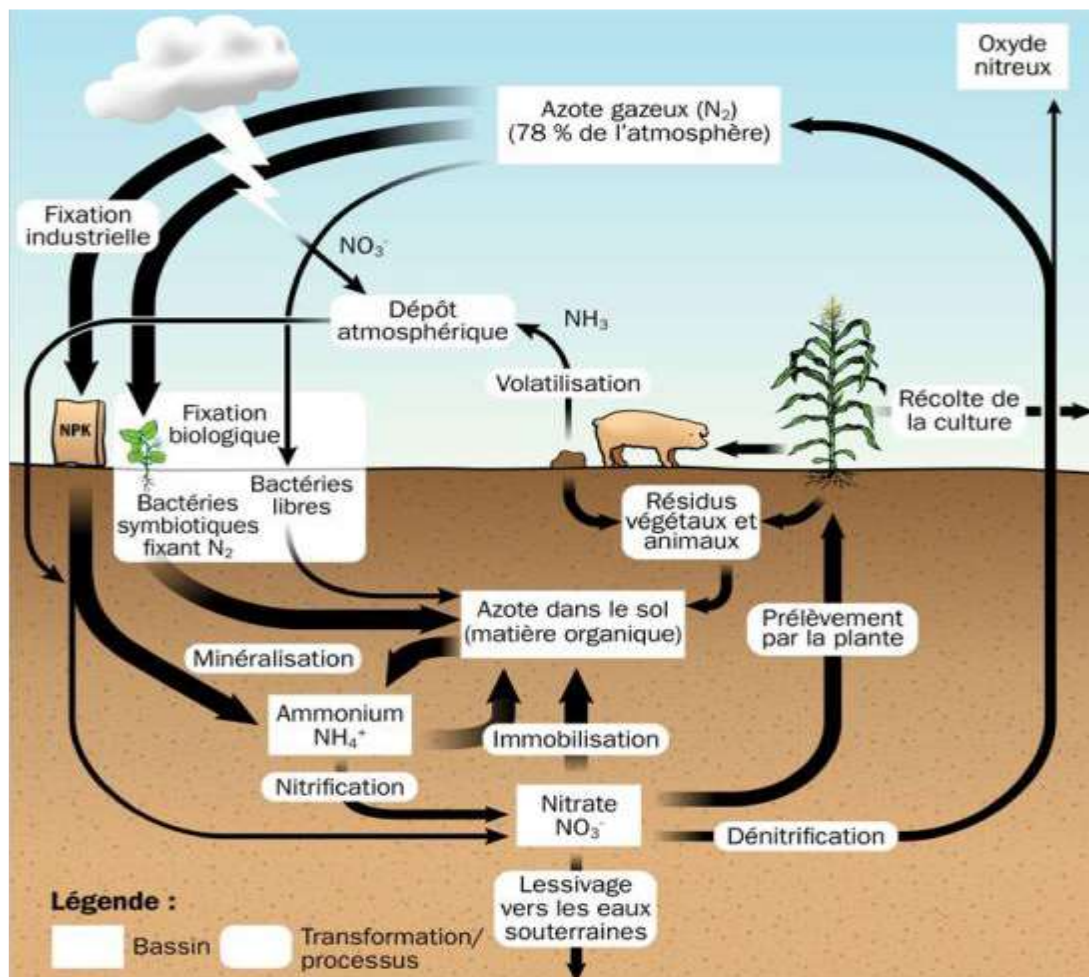


Figure 02 : Cycle de l'azote (Munroe, 2018).

6.6. Les besoins de blé en azote

Le blé dur doit absorber 3,5 unités d'azote pour produire quintal de grain à 13-14% de protéines. Le sol en fournit un peu mais l'essentiel doit être couvert par des apports d'engrais.

L'absorption de l'azote suit la croissance du blé, faible pendant le tallage, elle croît pendant la montaison quand la plante pousse vite. L'engrais est d'autant mieux valorisé que les apports suivent ce rythme.

Les besoins en azote d'une culture de céréale varient au cours du cycle de la culture en fonction des différentes phases de développement. On peut évaluer les besoins en alimentation azotée des céréales sur différentes phases :

□ □ **Phase levée-début tallage** : durant cette phase, les besoins en azote sont faibles. Les apports azotés au semis contribuent à augmenter la vigueur des plantes pendant cette phase.

□ □ **Phase début tallage-début montaison** : la mise à la disposition des plantes de doses optimales d'azote pendant cette phase favorise l'émission et la croissance des talles.

□ □ **Phase début montaison-floraison** : l'activité intense de croissance (élongation des entre-noeuds et accumulation de la biomasse) se traduit par une forte consommation d'azote. L'absorption azotée atteint son maximum à la fin de cette phase.

□ □ **Phase floraison-début maturation** : l'absorption se ralentit de fait de l'arrêt de croissance des parties végétatives. L'absorption de l'azote à partir des fournitures du sol diminue progressivement, et on assiste à une translocation des composés azotés protéiques depuis les organes végétatifs vers les graines.

Chapitre II : Matériels et Méthodes

1. L'objectif de l'essai :

Expérimenter la culture du blé dur (*Triticum durum*) variété **Hoggar** dans deux Différents types du sol) sol sablonneux et sol agricole (traité avec différentes concentrations de nitrate d'ammonium NH_4NO_3).

2. Présentation du site de l'essai :

La recherche a été réalisé au laboratoire et la serre d'agronomie de la faculté des sciences de la nature et la vie département d'agronomie l'Université 20 août 1955 Skikda au cours de l'année académique 2021-2022.

*Caractéristique technique de la serre

Cette serre à une chapelle aura les dimensions suivantes :

Largeur : 6.66 m.

Longueur : 12.00 m

Hauteur sous chenaux : 2.80 m

Hauteur au faîtage : 4.10 m

Pente de la toiture cintre : 42%

La surface totale est de : 82.00 m² Repartie en 01 chappel



Photos 01: Représente la serre

3. Matériel végétal :

3.1. Semence de blé dur

Notre étude a été portée sur une seule variété de blé dur (*Triticum durum* Desf) variété Hoggar, fourni par la station expérimentale de l'ITGC (Institut Technique des Grandes Cultures) ,El khroub ,constantine. (photo N°2)

3.2. Origine et caractéristiques des variétés

L'origine, le type variétal et les caractéristiques de la variété étudiée sont regroupés dans le **tableau 01**.

Tableau 0 3 : l'origine et caractéristique (Ait –kaki, 2008).

Génotype	Origine	Caractéristiques
Algérie	Algérie	Le PMG élevé, tallage moyen, peu sensible a l'helminthosporiose, tolérante a la verse, adaptée aux hauts plateaux et les zones sahariennes

4 . Méthodes d'étude

4.1. Doses d'azote appliquées :

Trois doses d'azote de nitrate d'ammonium (NH₄No₃) ont été apportées au niveau des unités expérimentales.

- Un traitement témoin N0
- Un traitement N1 représente 2g de nitrate d'ammonium
- Un traitement N2 représente 6g de nitrate d'ammonium

4.2. Dispositif expérimental

L'expérimentation est conduite sous serre durant 65 jours, du au 15 février 2022 jusqu'au 29 mai 2021. (Tableau 04 et photo 02)

* Nous avons réalisé des répétitions un taux de 3 fois pour chaque dose et une seule variété $3 \times 3 \times 2 = 18$ unités expérimentales sur deux types de sol.

Tableau 04: La distribution des unités expérimentales et les répétitions composées dans les pots.

Sol agricole				Sable		
	N ₀	N ₁	N ₂	N ₀	N ₁	N ₂
R ₁	V ₁ C ₀ R ₁ S ₁	V ₁ C ₁ R ₁ S ₁	V ₁ C ₂ R ₁ S ₁	V ₁ C ₀ R ₁ S ₂	V ₁ C ₀ R ₁ S ₂	V ₁ C ₀ R ₁ S ₂
R ₂	V ₁ C ₀ R ₂ S ₁	V ₁ C ₁ R ₂ S ₁	V ₁ C ₂ R ₂ S ₁	V ₁ C ₀ R ₁ S ₂	V ₁ C ₀ R ₁ S ₂	V ₁ C ₀ R ₁ S ₂
R ₃	V ₁ C ₀ R ₃ S ₁	V ₁ C ₁ R ₃ S ₁	V ₁ C ₂ R ₃ S ₁	V ₁ C ₀ R ₁ S ₂	V ₁ C ₀ R ₁ S ₂	V ₁ C ₀ R ₁ S ₂

Les répétitions : R₁, R₂, R₃

N₀ : témoin

N₁ : 2g de nitrate d'ammonium

N₂ : 6g de nitrate d'ammonium



Photos 02 : Le dispositif expérimental de l'essai de la croissance dans les pots (Photos original).

4.3. Présentation de la région d'étude :

La communauté a été sélectionnée pour mener une étude sur un échantillon du sol entre Zones d'Al-Hadayek – Skikda- et de Hassi Messaoud. – Ouargla

Un échantillon du sol a été apporté devant les laboratoires des sciences nature et de la vie de l'Université de Skikda, -20 août 1955

Il a été séché à l'air puis tamisé avec un tamis de 2 mm de diamètre, puis mélangé pour obtenir un sol homogène.

5-Le mode de culture et condition de croissance.

- **Préparation des pots**

La culture des plantes a été réalisée dans des pots en plastique d'une capacité de 2 Kg, ayant une hauteur de 11.5 cm et dont les diamètres supérieurs et inférieurs sont respectivement de 14.5 cm et de 9 cm. le fond des pots a été perforé, puis tapissé de 300 g de gravier fin. Sur cette couche est déposé un filet de plastique perforé pour retenir le sol.

Le sol utilisé a subi un tamisage afin d'éliminer les débris végétaux, animaux et gravier pour n'obtenir que du sol fin. Ensuite, il est mis dans des pots à raison de 1kg par pot.

Après avoir nettoyé les pots et les avoir préparés pour l'expérience, ils ont été remplis de manière homogène et au même niveau jusqu'au bout du bec.



Photo (03) : Préparation des pots et remplissage avec la terre d'étude.(photos original)

- **Préparation de grain :**

Le semis a été effectué à raison de 12 grains de blé par pot, à l'aide d'un papier circulaire d'une surface égale au diamètre du pot, perforé de dimensions égales et réparties de manière ordonnée afin d'éviter d'entasser les perles entre elles afin qu'elles n'entrent pas en contact dans le L'étude, où les grains de blé ont été placés à une profondeur de (2 cm) de la surface du sol, afin de fournir la même profondeur Pour toutes les graines, chaque pot a ensuite été arrosé en fonction de la capacité au champ du sol au début de la plantation.

Après 20 jours de plantation, l'engrais azoté a été ajouté Nitrate d'ammonium (NH_4NO_3), tandis que l'addition La seconde était une semaine avant que les pointes ne soient expulsées.

6. Paramètres étudiés

6.1. Sur le sol

- **Analyses du sol**

Les analyses du sol ont été effectuées au niveau du laboratoire de l'université d'août 1955Skikd.Ces analyses ont porté sur la granulométrie, le pH, matière organique, conductivité, calcaire total.

6.1.1. Analyse granulométrique

L'analyse granulométrique : est l'opération consistant à étudier la répartition des différents grains d'un échantillon, en fonction de leurs caractéristiques (poids, taille). Pour déterminer la grosseur et les pourcentages pondéraux respectifs des différentes familles des grains constituant l'échantillon.

a. Principe de l'essai :

L'analyse granulométrique consiste à classer les différents grains constituant l'échantillon en utilisant une série de tamis, pour la fraction sableuse et la sédimentation dans l'eau avec la pipette de Robinson pour les fractions fines. (MAURICE, S) L'essai s'effectue sur une masse supérieure à 25g avec $600 D \geq m \geq 200 D$ avec : m : masse de l'échantillon exprimé en grammes. D : dimension maximale des plus gros éléments appréciée visuellement et exprimée en millimètres.

b. But de manipulation

C'est la détermination de la répartition en poids des éléments d'un matériau suivant leurs dimensions. Le tamisage à sec portera sur les particules dont le diamètre est supérieur à 63 μm d'un matériau pulvérulent.

C. Mode opératoire :

- Peser l'échantillon (sol EL hadaeik), (sol tamalous).
- Emboîter les tamis les uns sur les autres, dans un ordre tel que la progression des ouvertures soit croissante du bas vers le haut.
- En partie inférieure, on dispose un fond qui permettra de récupérer les fillers pour une analyse complémentaire.
- Tamiser l'échantillon.
- Peser les refus.

6.1.2. Mesure du pH :

Le pH des sols, qui traduit l'acidité des sols s'échelonne de 1 à 14, il nous renseigne sur la nature des roches sur lesquelles s'est formé le sol. Le pH (abréviation de "potentiel Hydrogène") indique un degré d'acidité (de 0 à 6,5) ou d'alcalinité (de 7,5 à 14) d'une solution, 7 indiquant la neutralité. (MAURICE, S)

a. Matériel de pH:

- 1-tamisés à 2 mm
2. 10 g des sols par chaque échantillon
3. pH-mètre
4. Bécher en 50 ml, par échantillon
5. Baguettes de verre
6. Éprouvette
7. Agitateur magnétique.

b. Mode opératoire de pH :

Dans un bêcher de 50 ml, peser 10g de terre fine à 0,01g près et ajouter 25 ml (éprouvette) d'eau déminéralisée. Agiter durant 10 minutes (agitateur magnétique). Mesurer le pH(H₂O). Il faut attendre la stabilité des chiffres donnés par l'appareil avant de faire la lecture. Les électrodes ne réagissent pas instantanément dans un tel milieu.



Photo 04 : pH mètre (photo original)

6.1.3. Mesure du la conductivité électrique (CE) :

Le même protocole expérimental du dosage du pH est utilisé pour la détermination de la conductivité électrique en remplaçant le pH mètre par un conductimètre.

6.1.4. Analyse de matières organiques :

La teneur en MO peut s'obtenir par la méthode de la perte au feu. Cette méthode est déconseillée pour les échantillons possédants beaucoup de calcaire. Le domaine d'étalonnage de cette méthode varie de 1 à 50% de MO (Fournier, 2012)

o Mode opératoire :

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

- Prendre le poids du creuset vide « Mo » ajouter 10 g de sol séché .Noter le poids final - Sécher l'échantillon de sol pendant une 24 h a l' étuve à 105 °c . Puis laisses refroidis au dessiccateur pendant du 10 minute et noter le poids final (M1)
- Calciner le sol au four à moufle a 250 °c pendant 4h .
- Laisser refroidir dans un dessiccateur et peser le creuset contenant le sol calciné (M2).
- Calciner une autre fois le sol au four à moufle a 450 °c pendant 4h.
- Laisser refroidir dans un dessiccateur et peser le creuset contenant le sol calciné (M3)

6.1.5. Dosage du calcaire total :

a.Principe :

Le dosage du calcaire total est fondé sur la réaction caractéristique du carbonate de calcium au contact de l'acide chlorhydrique:



Il s'agit de comparer le volume Ce (CO) dégagé par le contact d'HCl avec un certain poids connu de terre à analyser, avec celui dégagé par le contact d'HCl avec CaCO₃ pur et sec en quantité connue. Les conditions du milieu (température et pression atmosphérique) restent inchangées.

b. Mode Operatoire

- **Essai témoin - Etalonnage de l'appareil.**

Introduire 0,300g, de Ca CO, pur et sec (sortant de l'étuve) au fond de l'erenmeyer et mouiller par quelques gouttes d'H₂O distillée (pour favoriser le contact avec l'HCl).

- mettre 5 ml, d'HCl 6 NA l'aide d'une petite pipette dans le petit tube à essai et l'introduire avec précaution dans l'erlenmeyer.

- boucher convenablement l'erlenmeyer en le raccordant à la colonne.

- la pince étant ouverte, ajuster la position de l'ampoule mobile jusqu'à ce que le niveau du liquide coloré soit au niveau zéro dans la colonne graduée.

- maintenir l'ampoule à ce niveau, fermer la pince et incliner l'erlenmeyer de manière à reprendre HCl contenu dans le tube à essai sur CaCO_3

- agiter calmement l'erlenmeyer pour favoriser la réaction, le CO_2 se dégage et comprime le niveau du liquide dans la colonne.

- abaisser l'ampoule mobile pour suivre la dénivellation dans la colonne.

- la réaction terminée (fin du bouillonnement), ajuster les niveaux et noter le volume V en ml, de CO_2 dégagé.

▪ Essai d'échantillonnage (facultatif)

On opère de la même façon qu'en 4.1, mais en remplaçant le CaCO_3 par successivement 1 g, 5g et 10 g, de terre de façon, à observer le comportement de l'échantillon et à déterminer le poids optimum de terre à échantillonner pour obtenir un volume de CO_2 dégagé se rapprochant de celui de l'essai témoin on peut également procéder autrement, en observant dans un tube à essai, le comportement à l'HCl d'une pincée d'échantillon, et déterminer arbitrairement la prise d'essai p

▪ Dosage proprement dit

On opère de la même façon qu'en 4.1, mais en remplaçant le CaCO_3 , pur sur le poids p de l'échantillon déterminé en 4.2. (Pris: d'essai). Soit un volume de CO_2 dégagé.



Photo 05 : Calcimètre de BERNARD. (photos original)

6.2. Mesure sur la plante

6.2.1. La surface foliaire

La surface foliaire est estimée par la méthode de **Paul et al. (1979)**, qui consiste à :

- placer les feuilles sur du papier calque.
- découper les contours de la feuille.
- peser le papier du calque représentant la feuille (pf) à l'aide d'une balance de précision.
- déterminer par pesée le poids (pq) correspondant à une surface sq connue d'un carré de 1 cm de coté du même papier calque .
- déduire la surface de la feuille SF par la formule suivante :

$$SF = (pf - sq) / pq$$

6.2.2. Teneur relative en eau (TRE)

La teneur relative en eau (TRE) est déterminée d'après la méthode de **Barrs (1968)**, décrite par **Bajji et al., (2001)**. L'avant dernière feuille de chaque plantule est prélevée, puis mise dans papier aluminium pour limiter les pertes d'eau transpiration. Les échantillons foliaires sont

pesés directement pour avoir le poids frais (PF). Ils sont ensuite mis dans des tubes à essai remplis à moitié d'eau distillée, stockés au frais et sous obscurité. Le poids turgide (PT) est déterminé 24 heures après. Le poids sec (PS) est déduit suite à la mise des échantillons foliaires dans une étuve ventilée dont la température est portée à 85°C, pendant 48 h. La TRE est déduit par la formule suivante:

$$\text{TRE}(\%) = 100 \left[\frac{\text{PF} - \text{PS}}{\text{PT} - \text{PS}} \right]$$

6.2.3. Longueur de tige

La longueur de la tige est mesurée depuis le sol jusqu'à la base de l'épi.

6.2.4. Longueur du col :

La longueur du col est mesurée de la dernière feuille jusqu'à la base de l'épi,

6.2.5. Longueur de la plante

Elle est mesurée du ras du sol jusqu'au sommet de la plante à l'aide d'un ruban mètre.

6.2.6 Longueur de l'épi avec barbe

Elle est mesurée à partir de la base de l'épi (1er article du rachis) jusqu'à l'extrémité supérieur des barbes..

6.2.7 Longueur de l'épi sans barbe

Elle est mesurée sur des épis avec des barbes coupées à partir de la base de l'épi jusqu'au Sommet de l'épillet terminal.

7. Analyse des données

Afin de pouvoir caractériser les différences qui existent entre les variétés étudiés Concernant les différents paramètres mesurés, nous avons calculé certains paramètres Statistiques à l'aide du logiciel d'analyse et traitement statistique des données « *Excel STAT version 2014* ».

Chapitre III : Résultats et Discussion

III-Résultats et discussions

1.Analyses du sol

Les résultats des analyses physico-chimique du sol sont représentés dans le tableau n° 05.

Tableau 05: Caractéristique physico-chimique du sol

Caractéristiques du sol	Valeurs	
	Sol 1	Sol 2
Texture du sol	Limoneux sableux	Sol sableux
pH	7.70	7.98
Conductivité ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	1130	802
Teneur en carbonates de calcium $\text{Caco}_3\%$	25.70%	0.029%
Taux de matière organique (MO) %	3.9283%	1.606%

D'après de ces résultats on constate que Le sol étudié (**Sol 1 et Sol 2**) présente respectivement une teneur en argile 16,27% et 10 .97%, limons fins 25.94% et 9.32 % et un taux de sable fin 11.42 % et 26.28 % et de sable grossier 46.34 % et 65.81 % Selon les résultats, le sol étudié présente une texture légère limoneux - sableux (**Sol 1**),et sableux (**Sol 2**) (**Annexe 01**) ,Ce type de sol, de texture limono - argileux, est considéré lourd possède une bonne rétention pour l'eau. Nous pouvons dire qu'il est favorable au blé dur (**Soltner, 2000**).

Un taux de matière organique élevé pour le types du sol 1 et modéré chez le sol 2 selon (normes: 4% à 5%, selon **Sharmen and Roper (2000)**). (**Toutain ,1979**) a indiqué que dans les sols sahariens, la matière organique était détruite rapidement en climat chaud sous irrigation. Les résultats de l'analyse de pH chez le sol 1 (7,70) est un sol Légèrement alcalin que le pH de sol 2 (7.98)est un sol modérément alcalin , Pour la culture de blé le pH du sol le plus adéquat est compris entre 5.8 et 7.5 (**Labreuche et al., 2006**) , D'autre étude ont signalé un pH entre 7.79 et 8.71 pour un sol sableux limoneux. (**Douafer, 2010**). une conductivité électrique faible

salinité qui n'a aucun effet sur le rendement .pour le pourcentage de carbonate de calcium chez le sol 1 (25,70%) ce qui est un sol calcaire que le pourcentage de carbonate total du sol 2 (0.029%) est un sol non calcaire.

2.Paramètres morphologique sur la plante

2.1.Longueur de tige (LT)

Les mesures de la longueur des tiges de blé dur variété (**Hoggar**), et sur deux types du sol (Sol 1 et Sol 2) aux cours de traitement de nitrate d'ammonium sont reportées dans la **Figure(03)**.

La croissance en longueur des tiges a été enregistrée entre 24 et 20 cm pour les témoins chez deux types du sol . En effet, les traitements (N1 et N2)ont augmenté l'allongement des tiges sur le type du Sol 1 avec des valeurs respectives de 27.33 et 25.66cm comparativement aux témoins(24cm). Par contre, le type du sol2 avec les traitements N1 et N2 , a été réduit cette croissance.

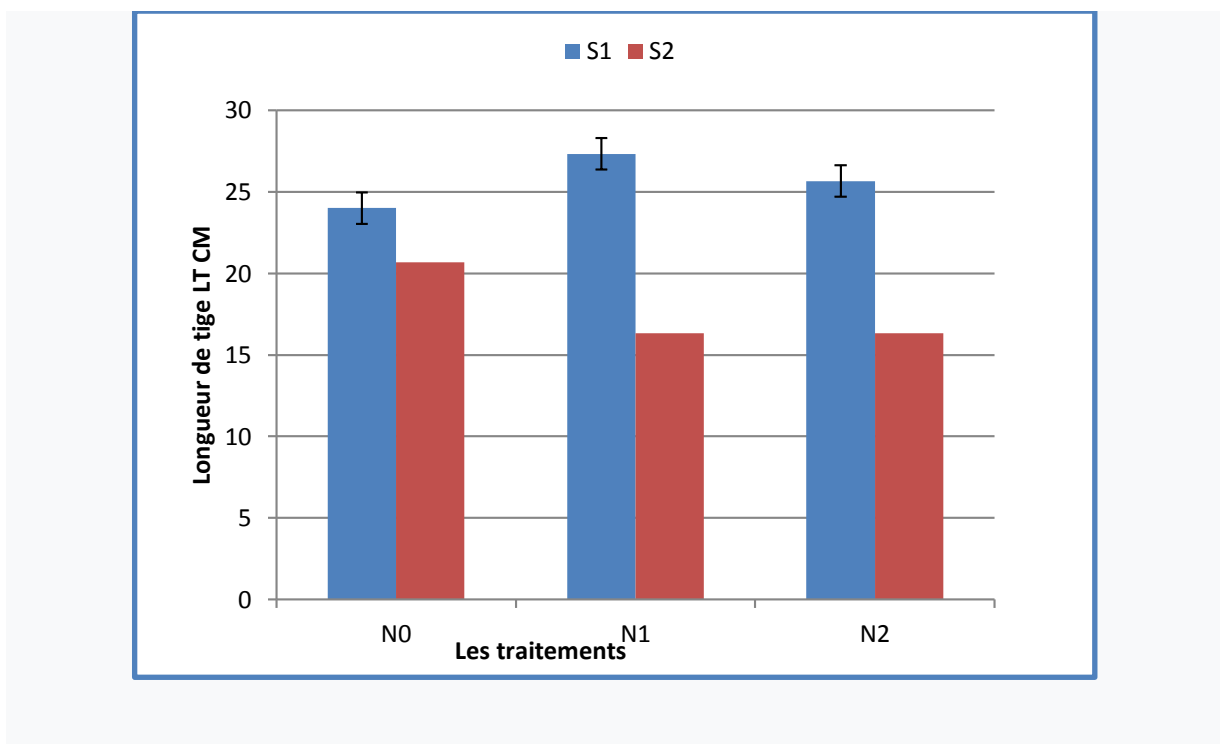


Figure 03 : La longueur des tiges (Cm)

L'analyse de la variance (ANOVA) de longueur de tige, donne une différence non significative entre le traitement et l'interaction (sol× trait) mais chez le sol donne un résultat hautement significative(**Annexe 02**).

Le test **NEWMAN-KEULS** au seuil 5%, class le facteur sol indique un groupe homogène (A) porte les sols(Sol 1 et Sol 2) avec des moyennes générales maximale respectivement de 55.88 %, et 30.33%

Le test **NWEMAN-KEULS** au seuil 5% pour le facteur traitement indique un groupe homogène (A) porte les traitements (N0 , N1 , N2) avec des moyennes générales respectivement de 39.333%, , 45.83% et 44 %

L'azote est un des éléments à mouvement rapide à l'intérieur de la plante qui se déplace des parties nouvellement formées telles que les méristèmes responsables de la croissance , ce qui entraîne une augmentation de la division et de l'allongement des cellules, et augmente ainsi la hauteur de la plante (**Al- Badrani ,2010**)

Cette augmentation est due au rôle de l'azote sur le développement végétatif des végétaux ; plusieurs auteurs signalent que l'azote favorise la multiplication cellulaire et permet l'élongation des tiges et des feuilles(**In Guerziz et Khelifa, 2009**). Au cours de la période de croissance, les plantes ont besoin de beaucoup d'azote et de potassium pour le développement végétatif.

2.2.Longueur des plantes (LP) :

Les résultats se rapportant à l'impacte de fertilisation azotée sur la hauteur des plantes sont présentés dans la (**figure 04**).

Les résultats montrent que le traitement N2 de nitrate d'ammonium est le plus efficace pour la croissance de la longueur des plantes pour le sol 1 on a observé que ce dernier bien exauce que le sol 2 durant les deux traitements

On observe chez les traitements (N1 et N2) ont augmenté la longueur de la plante sur le type du Sol 1 avec des valeurs respectives de 34,05 et 32,41 cm comparativement aux témoins(36,5cm).

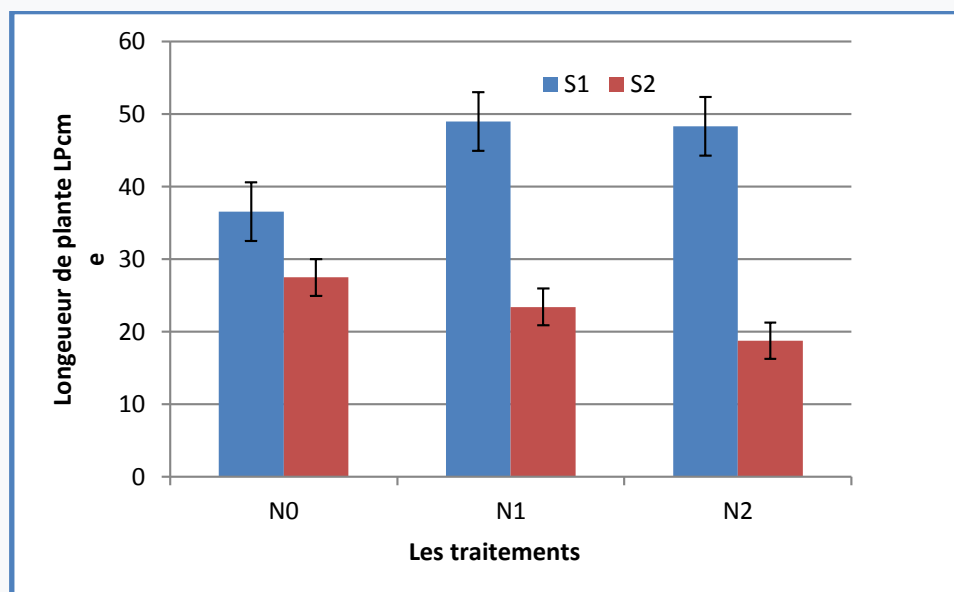


Figure 04 : La longueur de plante (Cm)

L'analyse de la variance (ANOVA) de longueur de la plante, donne une différence non significative entre le traitement et l'interaction (sol× trait) mais chez le sol donne un résultat hautement significative(Annexe 03).

Le test NEWMAN-KEULS Au seuil de 5%, le facteur de sol indique deux groupes homogènes (Sol 1 et Sol 2) avec des moyennes globales maximales respectivement de 70,66% et 37,44%

Le test NWEMAN-KEULS au seuil 5% pour le facteur traitement un groupe homogène (A) porte les traitements (N0, N1, N2) avec des moyennes générales respectivement de 53%, , 54% et 55,16%

La hauteur des plants apparaît comme un critère de sélection important, **Meklich-Hanifi (1983)**, trouve une liaison positive et significative entre le rendement et la hauteur de la paille.

L'azote est un élément indispensable pour la croissance et le développement des plante (**Karrou,2001**), On note dans notre travail que la dose 6 g (N2) de nitrate d'ammonium a donnée le meilleur résultat pour le type du sol agricole

Fisher et Maurer (1978), mentionnent que les blés hauts ont un indice de sensibilité à la contrainte hydrique plus faible comparativement aux blés nains et semi- nains.

2-3-Surface foliaire

Concernant, la surface foliaire . illustré par la **Figure (05)** de blé dur variété (**Hoggar**), et sur deux types du sol aux cours de traitement de nitrate d'ammonium. La croissance en surface foliaire a été enregistrée entre 27,84 et 6,68 cm² pour les témoins. En effet, le traitement (N2)a augmenté la surface foliaire sur deux types du sol (**sol 1 et sol 2**) avec des valeurs respectives de(28,03 et 6,87 cm²) comparativement aux témoins(27,84 cm² et 6,68 cm²).

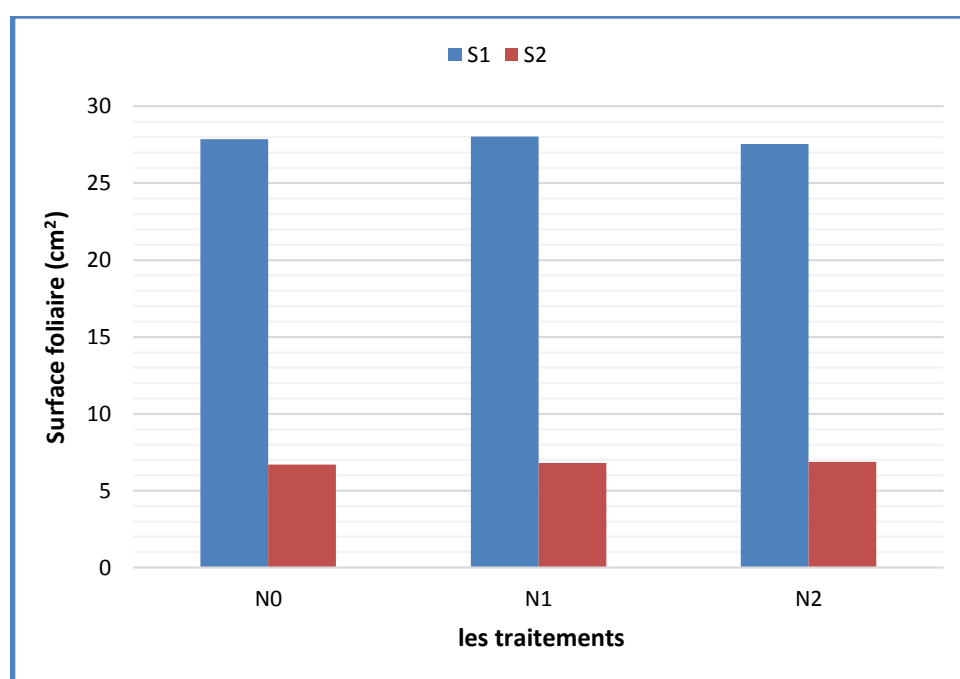


Figure 05 : Surface foliaire (Cm²)

L'analyse de la variance (**ANOVA**) de Surface foliaire, donne une différence non significative entre le traitement et l'interaction (sol× trait) mais chez le sol donne un résultat hautement significative(**Annexe 0 4**).

Le test **NEWMAN-KEULS** au seuil 5%, class le facteur sol indique deux groupe homogène (A.B) porte les sols(sol 1 et sol 2) avec des moyennes générales maximale respectivement de27.80 %, et 6.78%

Le test **NWEMAN-KEULS** au seuil 5% pour le facteur traitement indique un groupe homogène (A) porte les traitements (N0 , N1 , N2) avec des moyennes générales respectivement de 17,41%, , 17,26% et 17,20 %

Nous avons constaté une augmentation hautement significative de la **surface foliaire** avec l'augmentation des doses d'azote. 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.(in **Haffaf , 2016**)

De plus, l'engrais azoté augmente l'efficacité du processus La photosynthèse et la fabrication des nutriments, en plus de l'engrais azoté entraînent une augmentation de la taille des cellules et la vitesse de sa division (**Hammadi, 2002**).

2-4. Longueur du col

Les résultats de longueur du col sont présentés dans la **Figure 06** . L'analyse de ceci montre que la longueur du col du blé dur variété (Hoggar) est affectée par le traitement et une diminution de ce paramètre. En plus de cela, Le traitement (N2) de nitrate d'ammonium a provoqué une diminution de longueur du col par rapport aux témoins, respectivement pour le **Sol 1** (25,87%) et **Sol 2** (35,48%),

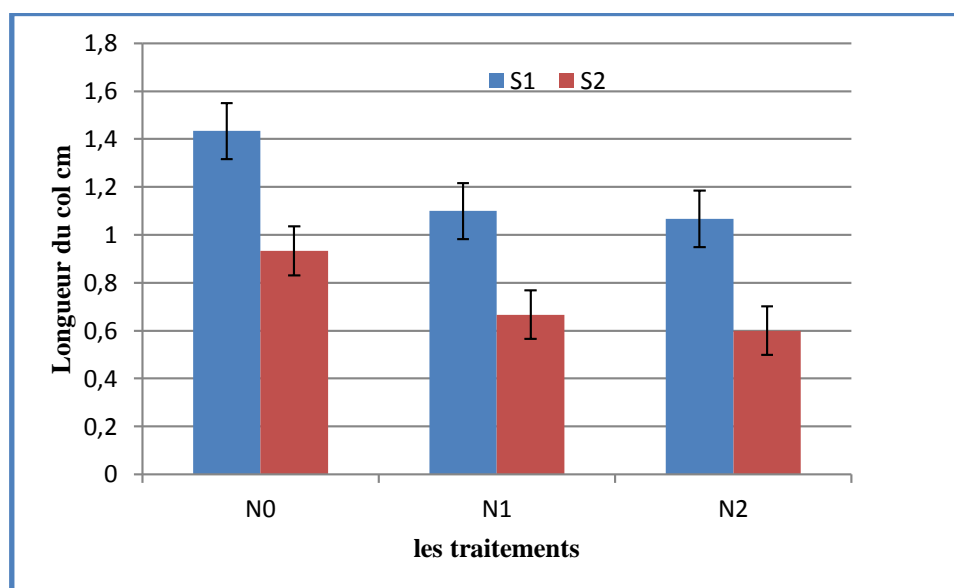


Figure 06 : Longueur du col (Cm)

L'analyse de la variance (ANOVA) de Longueur du col, donne une différence non significative entre le traitement et l'interaction (sol× trait) mais chez le sol donne un résultat significative(Annexe 05).

Le test **NEWMAN-KEULS** au seuil 5%, class le facteur sol indique deux groupe homogène groupe(A) et groupe (B) porte les sols(Sol 1 et Sol 2) avec des moyennes générales maximale respectivement de 1.20 %, et 0.66%

Le test **NWEMAN-KEULS** au seuil 5% pour le facteur traitement un groupe homogène (A) porte les traitements (N0, N1, N2) avec des moyennes générales respectivement de 1.08%, , 0.88% et 0.83 %

Selon **Masse et Gate (1990)**, le col de l'épi est un organe de photosynthèse situé en pleine lumière, peut avoir une part importante dans la composition du rendement en grain final. **El-Hakimi, 1992**, associe une hauteur du col de l'épi élevée à un caractère de résistance à la sécheresse. En plus, un long col de l'épi constitue une protection contre des contaminations de l'épi par les spores de SEPTORIA à partir des dernières feuilles (**Wardlaw, 1967 in Ragoub, 2013**). Le blé, comme toute autre culture, ne réagit pas de la même façon contre tous les oligo-éléments, mais suivant le rôle propre de chacun. Celui-ci peut être partie intégrante de l'enzyme ou simplement l'activateur d'enzyme (**Coic et al., 1975**)

2-5-Longueur de l'épi avec barbe

Les mesures de la longueur de l'épi avec barbe de blé dur variété (Hoggar), aux cours de traitement sous un nitrate d'ammonium sont rapportées dans la **Figure (07)**.

Les valeurs moyennes de longueur de l'épi avec barbe s'étendent entre un minimal de 5,33cm et un maximal de 5.5cm enregistrée dans le type de **Sol (1)**

Les valeurs moyennes de longueur de l'épi avec barbe s'étendent entre un minimal de 1,16 cm et un maximal de 2,83 cm enregistrée dans le type du **Sol (2)**.

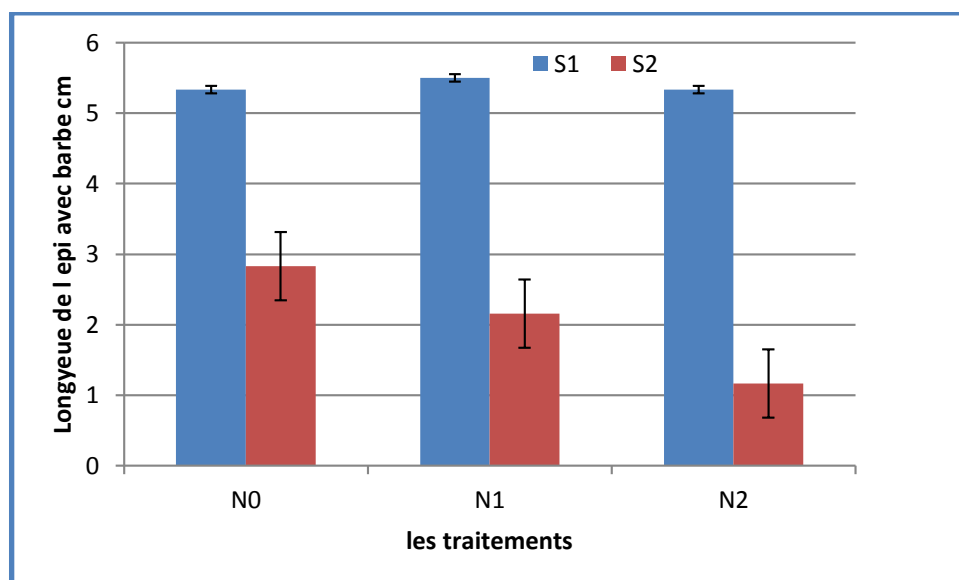


Figure 07 : Longueur de l'épi avec barbe (Cm)

L'analyse de la variance (**ANOVA**) de longueur de l'épi avec barbe, donne une différence non significative entre le traitement et l'interaction (sol× trait) mais chez le sol donne un résultat hautement significative(**Annexe 06**).

Le test **NEWMAN-KEULS** au seuil 5%, class le facteur sol indique deux groupe homogène , groupe(A) porte le sol 1 avec de moyenne générale maximale 13.667% et groupe(B) porte le sol 2 avec de moyenne générale maximale 5.944%

Le test **NWEMAN-KEULS** au seuil 5% pour le facteur traitement indique trois groupes homogène (A) , (AB) et (B) porte les traitements (N1, N0, N2) avec des moyennes générales respectivement de 10,50%, 9.91, et 9.0 %

Selon **Jonard (1964)**, la longueur de l'épi est une caractéristique variétale peu influencée par la variation du milieu et elle est en fonction de la quantité d'eau réservée durant le cycle végétatif. **Zouadine (1989)**, note que la fertilisation azotée influe positivement sur la longueur de l'épi.

2-6-Longueur de l'épi sans barbe

Les résultats se rapportant à l'impacte de fertilisation azotée sur la Longueur de l'épi sans barbe sont présentés dans la (figure 08).

Les résultats montrent que le traitement N2 de nitrate diminium est le plus efficace pour la croissance de Longueur de l'épi sans barbe pour le **Sol 1** on a observé une diminution de la longueur de l'épi sans barbe pour les deux traitements (N1 et N2) chez le **Sol 2**

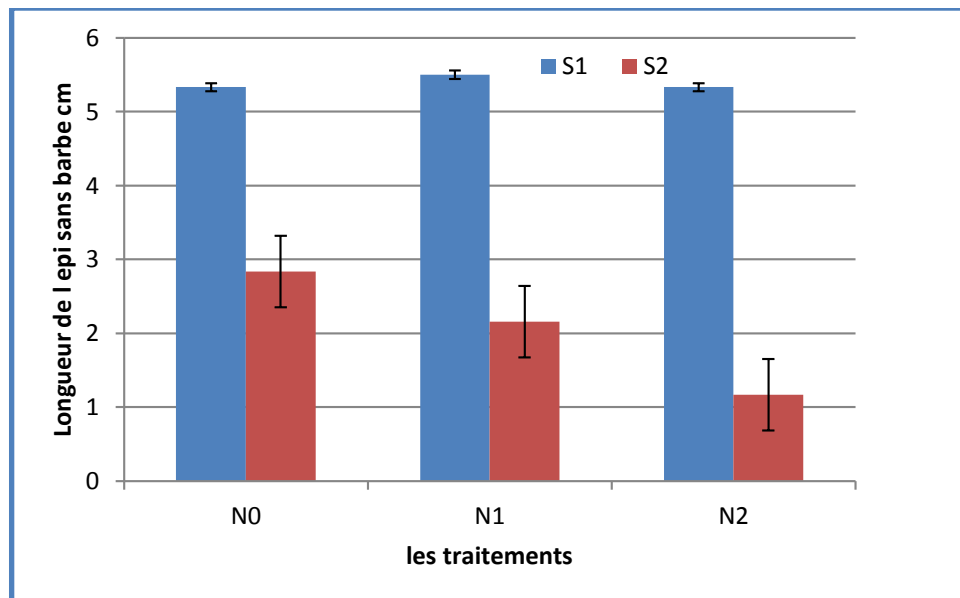


Figure 08 : Longueur de l'épi sans barbe (Cm)

L'analyse de la variance (ANOVA) de longueur de l'épi sans barbe, donne une différence non significative entre le traitement et l'interaction (sol× trait) mais chez le sol donne un résultat hautement significative(Annexe 07).

Le test **NEWMAN-KEULS** au seuil 5%, class le facteur sol indique deux groupe homogène (A) et (B) porte les sols (sol 1 et sol 2) avec des moyennes générales maximale respectivement de 5.389%, et 2.278%

Le test **NWEMAN-KEULS** au seuil 5% pour le facteur traitement un groupe homogène (A) porte les traitements (N0, N1, N2) avec des moyennes générales respectivement de 4.083%, , 3.833% et 3.583%

La longueur des barbes est un paramètre morphologique semble être étroitement lié à la tolérance au déficit hydrique chez le blé dur (**Hadjchristodoulou, 1985**). **Slama (2002)**, mentionne que la variété ayant la barbe la plus développée, sous contrainte hydrique, présente

le meilleur rendement. En plus, la présence des barbes augmente l'efficacité d'utilisation de l'eau et l'élaboration de la matière sèche lors de la phase de maturation du grain (Nemmar, 1980). Baldy (1973) et Gate *et al.*, (1992) confirment que les barbes contribuent à l'adaptation à la sécheresse, grâce à leur capacité de compenser la sénescence foliaire

2-7. Teneur relative en eau (TRE)

Les résultats se rapportant à l'impacte de fertilisation azotée sur la Teneur relative en eau sont présentés dans la (figure 09).

On observe que le nitrate d'ammonium a un effet inhibiteur sur ce paramètre qui se traduit par une diminution de la teneur en eau en fonction de l'augmentation de l'engrais dans le milieu chez le type du **Sol 2**

En effet, traitement (N1) a augmenté la teneur relative en eau sur deux types du sol avec des valeurs (66,1 % et 52,66 %) comparativement aux témoin (52,26 % et 50,26%).

et aussi on remarque Le traitement (N2) de Nitrate d'ammonium a provoquée une diminution de la teneur relative en eau avec de pourcentage de -13,67% comparative aux témoin , chez le **Sol 2**.

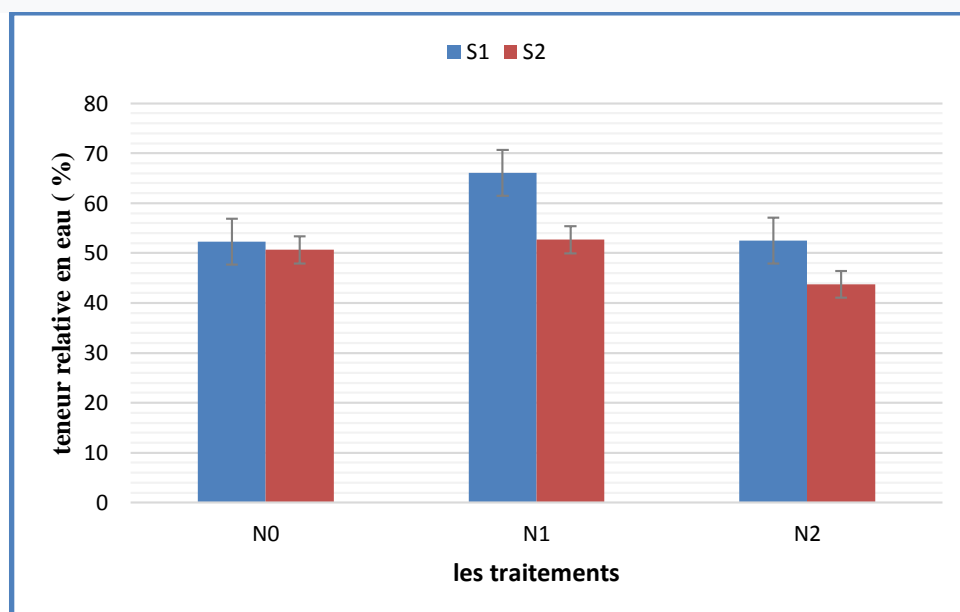


Figure 09 : Teneur relative en eau

L'analyse de variance (ANOVA) pour Teneur relative en eau donne une différence non significative entre le traitement et l'interaction (sol \times trait) et pour le sol, elle donne également un résultat non significatif (**annexe 08**).

Le test **NEWMAN-KEULS** au seuil 5%, class le facteur sol indique un groupe homogène (A.) porte les sols (sol 1 et sol 2) avec des moyennes générales maximale respectivement de 56,95%, et 49,02%

Le test **NEWMAN-KEULS** au seuil 5% pour le facteur traitement un groupe homogène (A) porte les traitements (N0, N1, N2) avec des moyennes générales respectivement de 59,38%, , 51,46% et 48,11%

L'augmentation de la teneur en eau dans les feuilles, en raison de son impact sur les caractéristiques du sol et augmenter la teneur en éléments nutritifs des sols et faciliter l'absorption par la plante. Et activer les processus cellulaires et la production de régulateurs de croissance, acide aminé et vitamines (**Kava et al., 2005**). En plus de l'ouverture et la fermeture des stomates par la disponibilité de potassium à partir de la décomposition de la matière organique. (**DUMAS et al., 2004**).

CONCLUSION

Conclusion

Les engrais sont des facteurs et moyen déterminants pour le développement agricole en vue de promouvoir la sécurité alimentaire et de maintenir la productivité agricole des sols.

L'objectif principal de ce travail est d'étudier les réponses physiologiques et morphologiques de la fertilisation azotée de nitrate d'ammonium comme suit :N0 (témoin) , N1 (2g) , N2 (6g) de blé dur(*Triticum durum* Desf) variété (**Hoggar**), et également les analyses du sol des deux échantillons du sol (sol 1 ,sol2). durant la campagne agricole 2021-2022.

L'examen de l'ensemble des résultats obtenus dans cette partie de l'étude permet de mettre en évidence les points suivants :

La première partie porte sur l'analyse granulométrique du sol de la région de la wilaya de Skikda ELhadaiek (**Sol 1**) et la region de la wilaya de Hassi Messaoud (**Sol2**) . Nous avons constaté que la nature du sol de ces deux régions sont entre sol sableux et sablo-limoneux, avec un taux de matière organique élevé 3.92 chez le type du sol 1 et modéré chez le sol 2 (1.60).

L'étude des caractéristiques morphologiques et physiologiques de plant de blé , montre qu'il y a une augmentation dans : la longueur de tige , la surface foliaire , longueur de l'épi sans barbe et avec barbe chez le type de **Sol 1** (El hadaiek) , contrairement le sol 2 (sableux) il Ya une diminution de la longueur de tige , la longueur du col , longueur de l'épi avec barbe et sans barbe, Ces dernier résultats sont probablement la conséquence du lessivage des éléments nutritifs (surtout l'azote) durant la période de croissance du blé dur et le non fractionnement d'azote sur les différents stades phénologiques

Le traitement N1 (2g) a donné les meilleurs résultats pour presque tous les paramètres étudiés chez les deux types du sol (sol 1 et sol 2)

Concernant la teneur relative en eau on remarque Le traitement (N2) de Nitrate d'ammonium a provoquée une diminution de la teneur relative en eau chez le type de **Sol 2.**(**Hassi messaoud**)

CONCLUSION

Enfin, on conclut que l'engrais azoté nitrate d'ammonium a un effet efficace pour augmenter la croissance des plants de blé, et que les sols agricoles (sol1) sont plus adaptés à la croissance du blé par rapport aux sols sableux (sol2).

Les résultats dégagés de cette étude préliminaire demeurent incomplètes nécessitant plus d'approfondissements. Pour ce faire, il semble nécessaire de vérifier les résultats obtenus par d'autres études complémentaires en se basant sur d'autres paramètres biochimiques et physiologiques et ceux de production pour bien cerner l'effet de nitrate d'ammonium sur le rendement final.

Références bibliographiques

Les références bibliographiques

-A-

Abdelhamid et al., 2006. Etude de l'effet de la fertilisation chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.)(variété Vitron) dans la région de Guelma. Université 8 Mai 1945 Guelma.05p

Ait, S & Ait, K., 2008. Réponse de quelques génotypes de blé (*Triticum* sp.) au stress salin. Thème master, INV, Skikda, 18 p.

Anonyme, 1993. Optimisation de la fertilisation azotée du blé dans les conditions arides. Université de Biskra.03P

Anonyme, 2012. Etude de l'effet de la fertilisation azotée sur le comportement et le rendement de deux variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf) dans la région de Guelma. Université 8 Mai 1945 Guelma.10 p

Anonyme, 2013. Calcul de la fertilisation azoté. Guide méthodologique pour l'établissement des prescriptions locales, Éditions COMIFER. p5

-B-

Badjissaga M. 2007. Identification des éléments nutritifs majeurs limitant et des stratégies appropriées de fertilisation sous culture de maïs dans l'Ogou-est de la région de plateaux. Mémoire de diplôme agronome, Université TOGO

Badraoui M., Agbani M., El Gharous M., Karrou M., Soudi B., 2000. Normes d'interprétation des analyses de sol pour les cultures de blé et de betterave en irrigué dans les Doukkala. Séminaire 'Intensification agricole et qualité des sols et des eaux', Rabat, 31-47 pp

Bajji et al., (2001). Optimisation de la fertilisation azotée du blé dans les conditions arides. Université de Biskra.05 p

Barrs H., 1968. Determination of water deficit in plants tissues. In : water deficit and plant growth. Koslowski T. (Ed). *Academy Press, New York*, pp : 235-238.

Belaid, 1987. Optimisation de la fertilisation azotée du blé dans les conditions arides. Université de Biskra.15p

Bendjebel A , benslama S, (2021) . Synthèse bibliographique sur l'effet du stress salin sur la germination et la croissance du blé dur (*Triticum durum* Desf.).Memoire De Master , Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi - B.B.A. 39 P

Les Références Bibliographiques

Bertrand P. , Hinsinger B. , Jaillard and Arvieu J C., 1999 .Dynamics of phosphorus in the rhizosphere of maize and rape grown on synthetic, phosphated calcite and goethite. Plant and Soil 211. Pp 111 à 119.

Boulal H., Zaghouane O., EL Mourid M. et Rezgui S. 2007. Guide pratique de la conduite des céréales d'automne (blés et orge) dans le Maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie). Ed. ITGC, INRA, ICARDA, Algérie, 176 p.

-C -

Christian S, Muller J-C, Decroux J. 2005. Guide de la fertilisation raisonnée. Ed. France Agricole. pp105-142

Coïc Y. et Lessaint C. (1975). La nutrition minérale et en eau des plantes en horticulture avancée. Le document technique de la S.C.P.A., 23 p.

Cheikh M'hamed H., Abdellaoui R., Kadri K., Ben naceur M & Bel hadj S., 2008. Evaluation de la tolérance au stress salin de quelques accessions d'orge (*Hordium vulgare* L.) cultivés en Tunisie. Sciences & Technologie, 28, 30-37.

Coppenet. M, 1968 . les oligo –éléments, colloque sur la fertilité du sol et e la nutrition des plantes. Bucarest .p119-134 .

-D-

Davenport J, 2003. storage and handling of chemicals. chapitre 23 section. dans l'ouvrage fire protection handbook, 19 edition, NFPA, Quincy (USA).

Denis, 2000. Etude de paramètres morphologiques, physiologiques due aux stress salin chez deux variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.)sur deux types du sol. Université 20 Août 1955-Skikda.17p

Diehl, 1975. Etude de l'effet de la fertilisation chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.)(variété Vitron) dans la région de Guelma. Université 8 Mai 1945 Guelma.30 p

Douafer, L , Soltani N ,2010. Evaluation de la pollution des sols de quelques biotopes de l'Est algérien par l'utilisation d'un bioindicateur, *Helix aspersa* (Mollusca, Gasteropoda): inventaire, activité enzymatique et composition physico-chimique du sol.memoire master , Universite Badji Mokhtar – Annaba , 113P

Les Références Bibliographiques

Draft, 2012. Etude de l'effet de la fertilisation chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.)(variété Vitron) dans la région de Guelma. Université 8 Mai 1945 Guelma.26 p

Duchaufour, 2001. Etude de paramètres morphologiques, physiologiques due aux stress salin chez deux variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.)sur deux types du sol. Université 20 Août 1955-Skikda.22P

Dumas Y., Smail S., Bemamara A., 2004. Effect of potassium fertilization on the behavior of three processing tomato cultivars under various watering levels. Qctq Hort. P13.

-E-

El-Hakimi A., 1992. Evaluation de la variabilité génétique des caractères d'adaptation à la sécheresse chez les espèces primitives (sauvages et cultivées) des blés tétraploïdes. Thèse de DEA. Montpellier, France, 60p + annexes.

-F-

FAO ;2020. Optimisation de la fertilisation azotée du blé dans les conditions arides. Université de Biskra.11p

Feillet, 2000. Etude de paramètres morphologiques, physiologiques due aux stress salin chez deux variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.)sur deux types du sol.03p

Fisher R.A. et Maurer R., 1978. Drought resistance in spring resistance wheat cultivar. I. Grain yield responses. *Aust. J. Agri, Res.*; **29**: 105-912.

Foudili D, Gasmi A,2017. Stress de la sècheresse chez quatre variétés du blé dur (*Triticum durum* Desf.) : Un examen sur quelque caractéristique morphologique et sur les pigments [En ligne]. Mémoire de Master. Algérie : Université Mohamed Boudiaf- M'Sila, 2017, p 78.

-G-

Gauthier, 1991. Etude de l'effet de la fertilisation chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.)(variété Vitron) dans la région de Guelma. Université 8 Mai 1945 Guelma.08p

Gervy, 1970. Etude de l'Effet d'une fertilisation organique en parallèle avec une fertilisation chimique (cas de l'engrais NPK) sur la croissance et le développement du blé dur (*Triticum durum* Desf.). Université des Frères Mentouri Constantine.15 p

Les Références Bibliographiques

- Graphagri, 2013.** Etude de l'effet de la fertilisation chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.) (variété Vitron) dans la région de Guelma. Université 8 Mai 1945 Guelma. 05p
- Guerziz, B., Khelifa, A., 2009.** Etude de l'effet de la fertilisation azotée sur le développement et le rendement de blé dur (*Triticum durum* Desf.). Mémoire de maîtrise en biologie. Option biotechnologie végétale, département de biologie université de Guelma Algérie. 31p.

-H-

- Hadjchristodoulou A., 1985.** Stability performance of performance of cereals in low rainfall areas as related to adaptive traits. In: Drought tolerance in winter cereals. Srivastava J.P., Perceddu E., Acevado E. and Varma S. ed., John Wiley and Sons, U.K., 191-200.
- Haffaf H., Benkherbache N., Benniou R. et Saoudi M. 2016.** Étude de la fertilisation azotée appliquée pour la production de semences du blé dur *Triticum durum* (variété waha) en zone semi-aride (M'sila). Revue Agriculture. Numéro spécial 1/272 - 277
- Hamada Y., 2002.** Evaluation de la variabilité génétique et utilisation des espèces tétraploïdes du genre *Triticum* en amélioration génétique de la tolérance au déficit hydrique chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.). Thèse Magister, I.S.N. Université Mentouri. Constantine. Algérie.
- Heller R., Esnault R, et Lance C , (2004).** Physiologie végétale , Tome1 – Nutrition , Edi Dunod (6^{ème} edition). paris, 222 pages
- Herbek, J., & Lee, C. (2009).** Growth and development. In: A comprehensive guide to wheat management in Kentucky. The Univ. of Kentucky. <http://www.uky.edu/Ag/GrainCrops/ID125Section2.html> (accessed 29 Nov. 2012).

-J-

- Jonard p .,(1964).** Comparative de la croissance de deux variétés de blé tendre .Ann ., Am.,des plantes ; Volume 14 , N^o2 .pp 101-130
- Joseph, 2000** Etude de l'effet de la fertilisation chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.) (variété Vitron) dans la région de Guelma. Université 8 Mai 1945 Guelma. 30 p

-K-

Les Références Bibliographiques

Kacem, 2005. Etude de l'Effet d'une fertilisation organique en parallèle avec une fertilisation chimique (cas de l'engrais NPK) sur la croissance et le développement du blé dur (*Triticum durum* Desf.). Université des Frères Mentouri Constantine.01p

Karrou M, 2001 .Revue H.T.E –n118-mars 2001.P 94

Kava M., Atak M., K., Khawar M., Cifici C. Y. and Ozean S., 2005. Effect of pre-sowing seed treatment with zinc and foliar spray of humic acid on yield of common bean (*Phaseolus vulgaris L*) Turkey. Int. J. Agri. Biol. 7(6):875- 878p.

-L-

Labreuche J., Laurent F., Moquet M., Protin P.V., Aubrion G. 2006. Cultures intermédiaires : la protection des eaux pour un surcoût de 20 à 45 Euros/ha. Perspectives Agricoles, pp 22-29

Latiri K, 2002. La fertilisation : Engrais et production agricole. INRA. Tunisie. pp 1-2

-M-

Maachi.,(2005). Etude de l'effet de la fertilisation azotée sur le comportement et le rendement de deux variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf) dans la région de Guelma. Université 8 Mai 1945 Guelma.09

Masse J. et Gate P.H. 1990. La maturation. I.T.C.F. Service Plante-Climat. 10p

Mekliche-Hanifi L., 1983. Etude agronomique, analyse diallèle et cytogénétique de quatre variétés de blé tendre cultivées en Algérie. Thèse Magister INA. El-Harrach.

Munroe, 2018. Etude de l'effet de la fertilisation chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.)(variété Vitron) dans la région de Guelma. Université 8 Mai 1945 Guelma.30 p

-N-

Nemmar M. (1980). Contribution à l'étude de la résistance à la sécheresse chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.) et chez le blé tendre (*Triticum aestivum* L.) : étude de l'accumulation de la proline sous l'effet du stress hydrique. Thèse D.A.A. ENSA. Montpellier. France. 65 p.

Nortcliff,2000. Réponse de la culture de blé dur (*Triticum durum* (Desf.) à la fertilisation potassique sur plusieurs substrats salés. Université Djilali Bounaâma de Khemis Miliana.01p

-P-

Les Références Bibliographiques

Pansu, M. and Gautheyrou ; J,20010 .L'analyse du sol minéralogique. Organique et minéral. Edition springer

Philippe V., 1999. Une 3ème voie en grande culture Environnement Qualité Rentabilité. Paris.211p.

Pousset, 2000, Master Academique universite kasdi merbah ouargla.09P

Prats, 1960 ; Créte, 1965 ; feillet, 2000) Etude de paramètres morphologiques, physiologiques due aux stress salin chez deux variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.)sur deux types du sol.04p

Prévoste,1990. Etude de l'effet de la fertilisation chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.)(variété Vitron) dans la région de Guelma. Université 8 Mai 1945 XGuelma.27 p

-R-

Ragoub A. (2013). Etude comparative de comportement de plusieurs genotypes de ble dur (*Triticum durum* desf.) en zone semi- aride. cas de la région de sétif, Univeristé de M'sila, 110p.

Ry et al., 2000. Etude comparative de l'effet du semis direct et du labour conventionnel sur le comportement du blé dur (*Triticum durum* Desf.) Université Ferhat Abbas Setif.08p

-S-

Salmi M., 2015 .Caractérisation morfo-physiologique et biochimique de quelques générations F2 de blé dur (*Triticum durum* Desf.) sous conditions semi-arides. Magister.Univ. Ferhat Abbas Sétif 1. 5-7-10-57p.

Scheiner D., 2005. Spéciation du Carbone, de l'Azote et du Phosphore de différentes boues de stations d'épuration au cours de leurs incubations contrôlées dans deux types de sol, thèse de docteur institut national polytechnique de Toulouse, agronomie, N° d'ordre 2257, 1-218p.

Sharmen and Roper (2000). Etude de paramètres morphologiques, physiologiques du eaux stress salin chez deux variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.)sur deux types du sol. Université 20 Août 1955-Skikda.33 p

Les Références Bibliographiques

Slama A., 2002 . Etude comparative de la contribution des différentes parties du plant du blé dur dans la contribution du rendement en grains en irrigué et en conditions de déficit hydrique. Thèse de doctorat en biologie.

Soltner, 2000. Etude de paramètres morphologiques, physiologiques due aux stress salin chez deux variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.)sur deux types du sol. Université 20 Août 1955-Skikda

Soltner,2003. Etude de l'effet de la fertilisation azotée sur le comportement et le rendement de deux variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf) dans la région de Guelma. Université 8 Mai 1945 Guelma.17 p

Sposito,1997. Réponse de la culture de blé dur (*Triticum durum* (Desf.) à la fertilisation potassique sur plusieurs substrats salés. Université Djilali Bounaâma de Khemis Miliana.01p

-T-

Toutain G; 1979: Eléments d'agronomie saharienne de la recherche au développement.Imprimerie Jouve, Paris.I.N.R.A, 138P.

-W-

Wardlaw I.F., I.A. Dawson, P.M. Munibi (1989). Tolerance of wheat to high temperature during reproductive stage. Aust.J.Agri.Res. 46 : 15 - 24.

-Y-

Yallaouiyaici et Ghalem, 2006 ; Djermoun, 2009. Optimisation de la fertilisation azotée du blé dans les conditions arides. Thème master. Université Mohamed Khider de Biskra 01p

Young I.M., Blanchart E., Chenu C., Dangerfield M., Fragoso C., Grimaldi M., Ingram J. et Monrozier L.J. 1998. The interaction of soil biota and soil structure under global change. Global Change Biology, 4, 703-712.

-Z-

Les Références Bibliographiques

Zaater Abdelmalek.,(2020). Contribution à l'étude de l'effet de techniques culturales dans unsol sableux sur la pomme de terre dans la région d'El-oued.thèse de doctorat , Ecole nationale Supérieure Agronomique El-Harrach – Alger,84p

Zane, 1993. Etude de l'effet de la fertilisation azotée sur le comportement et le rendement de deux variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf) dans la région de Guelma. Université 8 Mai 1945 Guelma.08p

Zouadine N. 1989. Effet de la fertilisation azotée et de la densité de semis sur le comportement d'un blé dur à haut rendement (station Oued-Smar). Mémoire Ing. INA. Alger. 131 p.



Annexe

Annexes

Annexes

Annexe01 : Analyses physiques du sol.

Argile	Sable grossier	Sable fin	Sable	Limon fin	
16.278	46.3443	11.4281	57.7724	25.9496	Sol1
10.978	65.8105	26.8871	92.6976	09.3245	Sol2

Annexe 02 : Analyse de la variance de la longueur de tige

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
N	2	134..778	67,389	3,379	0,069
SOL	1	2964.500	2964,500	148,638	< 0,0001
N*SOL	2	22,333	11,167	0,560	0,586

Annexe 03 : An alyse de la variance de la longueur de plante

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
N	2	14,111	7,056	0,251	0,782
SOL	1	4966,722	4966,722	176,682	< 0,0001
N*SOL	2	60,778	30,389	1,081	0,370

Annexe 04 : Analyse de la variance de Surface foliare

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
N	2	28,269	14,135	2,357	0,137
SOL	1	1912,917	1912,917	319,051	< 0,0001
N*SOL	2	19,100	9,550	1,593	0,243

Annexes

Annexe 05 : Analyse de la variance de Longueur du col

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
N	2	0,210	0,105	1,734	0,218
SOL	1	1,280	1,280	21,138	0,001
N*SOL	2	0,063	0,032	0,523	0,606

Annexe 06 : Analyse de la variance de Longueur de l'épi avec barbe

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
N	2	6,861	3,431	3,921	0,049
SOL	1	268,347	268,347	306,683	< 0,0001
N*SOL	2	5,861	2,931	3,349	0,070

Annexe 07 : Analyse de la variance de Longueur de l'épi sans barbe

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
N	2	0,750	0,375	0,844	0,454
SOL	1	43,556	43,556	98,000	< 0,0001
N*SOL	2	0,861	0,431	0,969	0,407

Annexe 08 : Analyse de la variance de Teneur relative en eau

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
N	2	0,084	0,042	2,590	0,116
SOL	1	0,012	0,012	0,755	0,402
N*SOL	2	0,056	0,028	1,709	0,222

Nom : Latrech

Nom : Toumi

Nom : Sakta

Prénom : Amira

Prénom : Wissam

Prénom : Ibtissem

**Titre : Réponse physiologiques à la fertilisation azotés sur le blé dur
(*Triticum durum* Desf.) dans deux types du sol différents**

Résumé :

La présente étude a été conduite au cours de l'année universitaire 2021/2022 pour comparer l'effet de différents doses De la fertilisation azotée avec du nitrate d'ammonium comme suit: T0 (Témoin), T1 (2g), T2 (3g), sur les paramètres physiologiques et morphologiques de blé dur (*Triticum durum* Desf.) variété **Hoggar** cultivées dans deux milieux de sol différents (sol sableux et sol agricole)

Notre travail porte sur l'étude de plusieurs paramètres morphologique et physiologiques : longueur de la tige, la surface foliaire , la hauteur des plantes, longueur de l'épi et la Teneur en eau

L'étude des caractéristique morphologique et physiologique de plant de blé dur , montre qu'il y a une augmentation dans : la longueur de plante , la surface foliaire , longueur de l'épi chez le type de **Sol 1** (El Hadaiek) , contrairement le sol 2 (sableuse) il Ya une diminution de la longueur de tige , la longueur du col , longueur de l'épi et la teneur en eau

Le traitement N1 (2g) a donné les meilleurs résultats pour presque tous les paramètres étudiés chez les deux types du sol (sol 1 et sol 2) ,

En conclusion, l'étude a montré que l'engrais azoté nitrate d'ammonium est un effet efficace pour augmenter la croissance et développement des plants de blé, et que les sols agricoles sont plus adaptés à la croissance du blé plantes que les sols sableux.

Mot clés : La fertilisation azotée, Blé dur (*Triticum durum* Desf.) , Caractère physiologique et morphologique, nitrate d'ammonium

Année Universitaire : 2021-2022