

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
REPUBLICUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
جامعة الجيلالي بونعامة - خميس مليانة  
Université Djilali Bounaama - Khemis Miliana



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre  
Département des Sciences Agronomiques  
Spécialité : Aménagement Hydro agricole

## MEMOIRE

de fin d'études présenté pour l'obtention du diplôme de *Master*

*Thème*

**Réponse de la variété siméto du blé dur à la fertilisation azotée et phosphatée dans les plaines de Khemis-Miliana du Haut Chélif**

**Présenté par :**

Cebahi Hadjer

Ferhat taleb Bouchra

Soutenu le 11/07/2022, devant le jury composé de :

Mr Ratiat Abdelkader	MCB	Président	UDB- KhemisMiliana
Mr Merouche Abdelkader	MCA	Promoteur	UDB- KhemisMiliana
Mr Imessaoudene Yassine	MAA	Examiateur	UDB- KhemisMiliana

Année universitaire 2021/2022

## *Remerciement*

***Avant tout, nous remercions « ALLAH », le tout puissant, de nous avoir donné le courage, la patience et la chance d'étudier et de suivre le chemin de la science, afin de réaliser ce modeste travail.***

***Nous tenons particulièrement à remercier notre Promoteur monsieur Merouche Abdelkader, pour avoir accepté de diriger ce travail, pour sa patience, l'encouragement, l'orientation et les conseils précieux.***

***Nous tenons ainsi à remercier le directeur de TGC monsieur Ben taiba Bilal pour qui nous soutenu et donner les informations***

***Nous tenons ainsi à remercier les membres de jury pour avoir accepté d'affecter UN Temps à Ce modeste travail, monsieur***

***Mr. Ratiat A. A Pour avoir accepté de nous honorer par sa présence comme président de notre jury.et Mr. Imessaoudene Yassine d'avoir accepté le présent document***

***Nous aimerons bien remercier tous les étudiants de notre promotion aménagement hydro Agricole (2021-2022).***

## Dédicace

**Au meilleur des pères**

**A ma très chère maman  
Qu'ils trouvent en moi la source de leur fierté  
A qui je dois tout**

**A mon mari qui m'a soutenu  
A ma sœur Amel et mes frères Mohamed, Abd el Rahman, Fathi et Hani  
A qui je souhaite un avenir radieux plein de réussite**

**A mes Amis**

**A tous ceux qui me sont chers**

***Hadjer***



## Dédicace

**Je remercie Dieu, qui m'a donné la force,**

**Je dédie ce travail à ma mère et mon père qui m'ont donné le soutien, à mon frère Fateh,**

**ma sœur Malek, à ma tante Fatiha, à mon fiancé Karim, à mon professeur cher à mon cœur,**

**À mes amis et à tous ceux qui m'ont soutenu**

**Bouchra**



## **Résumé**

## **Résumé**

L'objectif du présent travail de recherche est d'étudier l'effet de fertilisation en azote et phosphate sur le blé dur siméto. L'étude est conduite sur le terrain expérimental semi-aride du Haut Chélif de l'université Djilali Bounaâma de Khemis-Miliana durant la campagne agricole 2021-2022. Différents niveaux de fertilisation en engrais azoté et phosphatés ont été appliqués sur la culture du blé dur. Le dispositif expérimental adopté est du type blocs aléatoire complets, composé de parcelle élémentaires de 6 mètre carré. Les mesures effectués sur la planté ont concerné les principaux paramètres morphologique et de production : Hauteur du plante, nombre du feuille par plante, longueur de l'épi, nombre d'épillet par épi, longueur de la barbe, nombre d'épi par mètre carré, nombre de grains par épi, poids de mille grain et le rendement en grains, les résultats d'analyses statistiques obtenues montre l'absence de l'impact des différents doses de fertilisation azotée et phosphatée sur l'ensemble des paramètres mesurés excepté le nombre de grains par épi. Le rendement en grain est situé entre un minimum de 32.26 chez N2P2 et un maximum de 43.74 q/ha chez N2P1. Ceci s'explique par la présence du phénomène du lessivage des engrains en profondeur suite aux fortes pluies enregistrées durant une longue période du cycle.

**Mots clés** : Fertilisation, blé dur, Azote, Phosphore, semi-aride, production

## **Abstract**

The objective of this research is to study the nitrogen and phosphate fertilisation effect on durum wheat crop. The study is being conducted in the upper cheliff semi-arid experimental field of the University Djilali Bounaâma of Khemis-Miliana during the 2021-2022 agricultural season. Different levels of nitrogen and phosphate fertilisation have been applied to the durum wheat crop. The experimental device adopted is of the complete random block type, composed of elementary plots of 6 square meters. The measurements carried out on the plant concerned the main morphological and production parameters: the plant height, leaves per plant number, the ear length, spikelets per ear number, beard length, ear per square metre number, grains per ear number, weight, thousand grain and grain yield. The statistical analyses results obtained show the absence of the different doses of nitrogen and phosphate fertilisation impact of the on all the parameters measured except the grains per ear number. The grain yield is between a minimum of 32.26 in N2P2 level and a maximum of 43.74 q/ha in N2P1 level. This is explained by the presence of the the engrains washing phenomenon in depth following the heavy rains recorded during a long period of the crop cycle.

**Keywords**: fertilisation, durum wheat, nitrogen, phosphorus, semi-arid, production

الهدف من هذا البحث هو دراسة تأثير التسميد بالنيتروجين والفوسفات على محصول القمح الصلب. أجريت الدراسة على الأرض التجريبية شبه الجافة في شليف العلوي التابع لجامعة جيلالي بونعامه بخميس مليانة خلال الحملة الزراعية 2021-2022. تم تطبيق مستويات مختلفة من التسميد بالنيتروجين والفوسفات على محصول القمح الصلب. الجهاز التجريبي المعتمد من النوع الكامل للكتلة العشوائية ، ويتألف من قطع أولية تبلغ مساحتها 6 أمتار مربعة. كانت القياسات التي تم إجراؤها على النبات تتعلق بالمعايير المورفولوجية والإنتاجية الرئيسية: ارتفاع النبات ، عدد الأوراق لكل نبات ، طول السنبل ، عدد السنبيلات لكل سنبل ، طول اللحية ، عدد السنبيلات لكل متر مربع ، عدد الحبوب لكل سنبل ، وزن ألف نواة ومحصول الحبوب. أظهرت نتائج التحليلات الإحصائية التي تم الحصول عليها عدم وجود تأثير الجرعات المختلفة من التسميد بالنيتروجين والفوسفات على جميع المتغيرات المقاسة باستثناء عدد الحبوب في السنبل. يتراوح محصول الحبوب بين 32.26 كحد أدنى في N2P2 و 43.74 q / هكتار في N2P1. ويفسر ذلك وجود ظاهرة النزول العميق للأسمدة عقب هطول الأمطار الغزيرة خلال فترة طويلة من الدورة.

#### الكلمات المفتاحية

التسميد - القمح الصلب - النيتروجين والفوسفات - شبه الجاف - الانتاج

An orange, wavy-edged banner with a slight gradient, centered on the page. It has a soft shadow and a slight 3D effect.

## **Liste des abréviations**



**%**: Pourcentage.

**°C**: Degré Celsius.

**ANRH**: agence nationale des ressources hydraulique.

**Bt** : blé tendre

**CM** : Carré moyenne

**Cm** : centimètre

**CRSTRA** : Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides

**CV** : Coefficient de variation

**DDL** : Degré de liberté

**ENSA** : l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie

**ETM** : Evapotranspiration Maximal

**FAO**: organisation des nations unis pour l'alimentation et l'agriculture.

**H** : hectare

**INRAA**: l'Institut National de la Recherche Agronomique

**ITGC** : l'Institut Technique des Grandes Cultures

**M**: Metre

**MADR** : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural et de la Pêche

**Max**: Maximum

**Min**: Minimum

**MT** : million tonne

**NEMC** : Nombre d'épis par mètre carré

**NGE** : Nombre de grains par épis

**NPMG** : Nombre de plante par mètre carré

**P** : probabilité

**q/ha** : Quintaux /hectare

**RDT**: Rendement en grain

**SCE** : Somme des carrés des écarts

**T** : température



## Liste des figures

## Liste des figures

**Fig n<sup>01</sup>**: Coupe d'un grain de blé (Fredot, 2005).

**Fig n<sup>02</sup>**: Le cycle de développement du blé (Bahlouli et al, 2008).

**Fig n<sup>03</sup>**: Diagramme ombre thermique de la période 1987-2014

**Fig n<sup>04</sup>** localisation du site expérimental Google earth

**Fig n<sup>05</sup>**: Diapositive expérimental.

**Fig n<sup>06</sup>**: Semis à l'aide d'un semoir expérimental.

**Fig n<sup>07</sup>**: Hauteur de la plante à l'aide d'une règle.

**Fig n<sup>08</sup>**: La longueur de l'épi à l'aide d'une règle.

**Fig n<sup>09</sup>** : Nombre des épis par mètre carré.



## **Liste des tableaux**

## Liste des tableaux

**Tableau 01:** Température moyenne mensuelle de la période 1987-2014

**Tableau 02:** Caractéristique des variétés utilisées.

**Tableau 03 :** Apports de fertilisation applique

**Tableau 04:**Analyser granulométrique

**Tableau 05:**Analyser chimique du sol

**Tableau 06:** Températures extrêmes et précipitations au cours du cycle de la culture

**Tableau 07 :** Valeurs moyennes de la hauteur de la plante.

**Tableau08:** Analyse de variance de la hauteur de la plante.

**Tableau 09 :** Les valeurs moyennes du nombre des talles par plante.

**Tableau 10 :** Analyse de variance du nombre des talles par plante.

**Tableau 11:** Les valeurs moyennes de la longueur des barbes.

**Tableau 12 :** Analyse de variance de la longueur de barbe.

**Tableau 13 :** Les valeurs moyennes nombre des feuilles par plant.

**Tableau14 :** Analyse de variance de la nombre des feuilles par plant.

**Tableau15:** Les valeurs moyennes de nombre des épis par mètre carre.

**Tableau16:** Analyse de variance de la nombre des epis par metre carre.

**Tableau17:** Les valeurs moyennes de nombre des épillets par épi.

**Tableau18:** Analyse de variance d'épillet par epi.

**Tableau 19** Les valeurs moyennes de nombre des grains par épi.

**Tableau 20** Analyse de variance de nombre des grains par epi .

**Tableau 21 :** Les valeurs moyennes de poids de mille grainent.

**Tableau 22 :** Analyse de variance de poids de mille graines sont présentes le tableau.

**Tableau23:** Les valeurs moyennes de rendement des graines.

**Tableau 24 :** Analyse de variance de la de rendement des graines.

A decorative banner with a wavy, irregular shape, filled with a gradient of orange and light brown colors. The text "Table des matières" is centered within this banner.

## **Table des matières**

## Sommaire

<b>Introduction générale.....</b>	<b>01</b>
<b>Chapitre 1 : Sols agricole et fertilisation.....</b>	<b>03</b>
<b>1.1 Définition des sols agricoles .....</b>	<b>03</b>
<b>1.2 Caractéristiques physico-chimiques .....</b>	<b>03</b>
<b>1.2.1 Structure.....</b>	<b>03</b>
<b>1.2.2 Texture.....</b>	<b>04</b>
<b>1.2.3 Densité apparente .....</b>	<b>04</b>
<b>1.2.4 Porosité.....</b>	<b>04</b>
<b>1.2.3 Potentiel d'hydrogène (pH).....</b>	<b>05</b>
<b>1.2.4 Capacité d'échange cationique.....</b>	<b>05</b>
<b>1.3 Eau et sol.....</b>	<b>06</b>
<b>1.3.1 Types d'eau dans le sol.....</b>	<b>07</b>
<b>1.3.2 Perméabilité du sol.....</b>	<b>07</b>
<b>1.4 Fertilisation.....</b>	<b>07</b>
<b>1.4.1 Principes généraux.....</b>	<b>07</b>
<b>1.4.2 Types de fertilisation .....</b>	<b>07</b>
<b>1.4.2.1 Amendement naturel.....</b>	<b>07</b>
<b>1.4.2.2 Engrais.....</b>	<b>08</b>
<b>1.5 Absorption de l'Azote par les plantes .....</b>	<b>08</b>
<b>1.5 Absorption du phosphore par les plantes.....</b>	<b>09</b>
<b>2.1 Historique des céréales.....</b>	<b>10</b>
<b>2.2 Origine du blé .....</b>	<b>10</b>
<b>2.3 Caractéristiques botaniques et morphologiques.....</b>	<b>10</b>
<b>2.3.1 Botanique.....</b>	<b>10</b>
<b>2.3.2 Description générale de la plante.....</b>	<b>11</b>
<b>2.3.3 Description du grain du blé dur.....</b>	<b>11</b>
<b>2.4 Cycle végétatif du blé dur.....</b>	<b>13</b>
<b>a- la germination et la levée.....</b>	<b>13</b>
<b>b-Tallage.....</b>	<b>13</b>

<b>c- Montaison –gonflement.....</b>	<b>13</b>
<b>d- L'épiaison-floraison.....</b>	<b>14</b>
<b>e- Le remplissage et la maturation du grain.....</b>	<b>14</b>
<b>2.5 Exigences agro-climatiques du blé dur.....</b>	<b>15</b>
<b>2.5.1. Température.....</b>	<b>15</b>
<b>2.5.2. Eau.....</b>	<b>15</b>
<b>2.5.3. Lumière.....</b>	<b>16</b>
<b>2.5.4 Besoins en fertilisation azotée.....</b>	<b>16</b>
<b>Introduction .....</b>	<b>17</b>
<b>3.1 Matériels.....</b>	<b>17</b>
<b>3.1.1 Présentation de la zone d'essai .....</b>	<b>17</b>
<b>3.1.1.1 Situation géographique.....</b>	<b>17</b>
<b>3.1.1.2 Caractéristiques pédologiques.....</b>	<b>17</b>
<b>3.1.1.3 Caractéristiques climatiques.....</b>	<b>18</b>
<b>3.1.2 Matériel végétal .....</b>	<b>19</b>
<b>3.2 Méthodes.....</b>	<b>19</b>
<b>3.2.1 Objectif de l'étude.....</b>	<b>20</b>
<b>3.2.2 Situation du site expérimental.....</b>	<b>20</b>
<b>3.2.3 Caractéristique physico-chimique de sol.....</b>	<b>20</b>
<b>3.2.3.1 Caractéristique physique du sol.....</b>	<b>20</b>
<b>3.2.3.2 Analyse chimique de sol.....</b>	<b>20</b>
<b>3.3 Dispositif expérimental.....</b>	<b>20</b>
<b>3.3.1 Dimensions de la parcelle d'essai.....</b>	<b>21</b>
<b>3.3.2 Itinéraire technique.....</b>	<b>21</b>
<b>3.3.3Précédent cultural .....</b>	<b>21</b>
<b>3.3.3.1 Semis.....</b>	<b>21</b>
<b>3.3.3.2 Entretien de la culture.....</b>	<b>22</b>
<b>3.3.3.2.1 Fertilisation.....</b>	<b>22</b>
<b>3.3.3.2.2 Récolte</b>	<b>23</b>
<b>3.4 Mesure sur la plante.....</b>	<b>23</b>
<b>3.4.1 Paramètre morphologiques.....</b>	<b>23</b>
<b>3.4.1.1Nombre des thalles par plante.....</b>	<b>23</b>



<b>3.4.1.2 Hauteur des plantes .....</b>	<b>23</b>
<b>3.4.1.3 Longueur des barbes de l'épi .....</b>	<b>24</b>
<b>3.4.1.3 Nombre des feuilles par plante .....</b>	<b>24</b>
<b>3.4.2 paramètres de production.....</b>	<b>24</b>
<b>3.4.2.1 Nombre d'épi par mètre carré.....</b>	<b>25</b>
<b>3.4.2.2 Nombre d'épillet par épis.....</b>	<b>25</b>
<b>3.4.2.3 Composantes du rendement.....</b>	<b>26</b>
<b>3.4.2.3.1 Nombre de grains par épi .....</b>	<b>26</b>
<b>3.4.2.3.2 Poids de mille grains.....</b>	<b>26</b>
<b>Chapitre 4 : Résultats et Discussions.....</b>	<b>27</b>
<b>Introduction.....</b>	<b>27</b>
<b>4.1 Caractéristique physico-chimique de sol.....</b>	<b>27</b>
<b>4.2 Conditions climatiques de la campagne agricole.....</b>	<b>28</b>
<b>4.3 Paramètres morphologiques .....</b>	<b>28</b>
<b>4.3.1 1Hauteur de la plante.....</b>	<b>28</b>
<b>4.3.1.1 Présentation des résultats.....</b>	<b>29</b>
<b>4.3.1.2 Analyse statistiques.....</b>	<b>29</b>
<b>4.3.2 Nombre des talles par plante.....</b>	<b>29</b>
<b>4.3.2.1 Présentation des résultats.....</b>	<b>30</b>
<b>4.3.2.2 Analyse statistiques.....</b>	<b>30</b>
<b>4.3.3. Longueur des barbes.....</b>	<b>31</b>
<b>4.3.3.1 Présentation des résultats.....</b>	<b>31</b>
<b>4.4.3.2 Analyse statistiques.....</b>	<b>31</b>
<b>4.4.4 Nombre des feuilles par plante.....</b>	<b>31</b>
<b>4.4.4.1 Présentation des résultats.....</b>	<b>31</b>
<b>4.4.4.2 Analyse statistiques.....</b>	<b>31</b>
<b>4.5 Paramètres de production.....</b>	<b>31</b>
<b>4.5.1 Nombre des épis par mètre carré .....</b>	<b>31</b>
<b>4.5.1.1 Présentation des résultats.....</b>	<b>31</b>
<b>4.5.1.2 Analyse statistiques.....</b>	<b>32</b>
<b>4.5.2 Nombre d'épillet par épi.....</b>	<b>32</b>
<b>4.5.2.1 Présentation des résultats .....</b>	<b>33</b>

<b>4.5.2.2 Analyse statistiques.....</b>	<b>33</b>
<b>4.5.3Nombre de grains par épi.....</b>	<b>33</b>
<b>4.5.3.1 Présentation des résultats.....</b>	<b>34</b>
<b>4.5.3.2 Analyse statistiques.....</b>	<b>34</b>
<b>4.5.4 Poids de mille grains .....</b>	<b>34</b>
<b>4.5.4.1 Présentation des résultats.....</b>	<b>34</b>
<b>4.5.4.2 Analyse statistiques.....</b>	<b>34</b>
<b>4.5.5 Rendement des graines</b>	<b>35</b>
<b>4.5.5.1 Présentation des résultats.....</b>	<b>35</b>
<b>4.5.5.2 Analyse statistiques. ....</b>	<b>35</b>
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>37</b>

## **Introduction générale**

# Introduction générale

---

## Introduction générale

Le blé dur est céréale qui occupe une place privilégiée dans l'alimentation humaine. Elle possède diverses formes de préparations à savoir ; pain, couscous.etc... L'Algérie est l'un des plus grands importateurs du blé. Les quantités de blé importées annuellement sont indispensables pour répondre aux besoins des populations qui sont en accroissement sans cesse avec l'augmentation démographique. Les besoins en blé tendre et dur de l'Algérie dépassent 9 millions de tonnes annuellement. Cependant que la production locale est d'environ 2.8 millions de tonnes. On constate donc l'existence d'un déficit de production très important. La faiblesse de la production locale est due à plusieurs facteurs liés principalement au milieu.

La contrainte principale est liée aux conditions climatiques défavorables caractéristiques des zones céréalières en Algérie qui appartiennent généralement à un climat semi-aride. Le climat semi-aride est caractérisé par une pluviométrie insuffisante et aléatoire. Cette situation pluviométrique est fréquemment à l'origine à l'apparition de différents niveaux de sécheresse agricoles qui se répercutent sur le comportement de la culture du blé dur et par conséquent sur son rendement. Le rendement atteint parfois des valeurs très faibles ne dépassant pas 10 quintaux par hectare.

Le périmètre du Haut Chélif appartient de ces zones céréalières faisant partie de l'étage bioclimatique qui a connu une très forte sécheresse durant ces dernières décennies où les rendements furent très faibles.

Pour parler à ces contraintes climatiques traduites par de néfastes sécheresses plusieurs travaux de recherche ont été entrepris sur l'irrigation d'appoint du blé en Algérie (**Boutaiba, 2008 ; Merouche, 2015**).

En plus de la contrainte climatique, le sol joue également un rôle essentiel et déterminant dans les rendements du blé.

Le sol est le siège de processus complexes. Le sol est une formation naturelle soumise aux facteurs du milieu et l'action de l'homme qui lui subissent des transformations (**Duchaufour, 1984**).

Le sol constitue la source principale pour la nutrition des cultures. Ses propriétés physico-chimiques sont primordiales pour la croissance et le développement des cultures. Un développement optimal du blé sur toutes ses phases exige donc la présence d'un sol avec une humidité suffisante et aussi une fertilité adéquate. L'azote et le potassium font partie des éléments fertilisants essentiels pour la croissance du blé. La vision de bon rendement du blé nécessite une bonne gestion des apports d'engrais (**Abbaskebir, 1984**). Ces apports doivent tenir compte des résultats de travaux de recherche réalisés basés sur des règles scientifiques allant de l'analyse du sol jusqu'au calcul des doses précises. Le respect des normes scientifiques dans la réalisation de la fertilisation est indispensable afin d'assurer une économie financière d'une part et d'éviter toute éventuelle asphyxie.

## **Introduction générale**

---

L'objectif de la présente étude rentre dans le cadre d'un programme de recherche initié par l'ITGC sur l'impact de la fertilisation azotée et phosphatée sur la production du blé dur dans le périmètre du Haut Chéiff.

**Chapitre II :**  
**Sols agricoles et fertilisation**

**Chapitre 1 : Sols agricoles et fertilisation****1.1 Définition des sols agricoles**

La pédologie est une science qui étudie la formation, la genèse, les propriétés et la classification des sols. Elle trouve de nombreuses applications notamment dans les domaines d'agronomie et d'écologie. Elle s'intéresse à l'étude des sols agricoles permettant leur caractérisation physico-chimique montrant leur structure et texture.

Un sol agricole est défini comme une couche de surface constituée de miettes rocheuses qui se sont accumulées au fil des années et se sont transformées en petits granules sous l'action de nombreux facteurs, principalement les précipitations et la température auquel s'ajoute les matières organiques décomposées par les organismes.

Ainsi un sol, d'une valeur intrinsèque donnée, peut être rangé dans une classe ou dans une autre, suivant la nature ou l'importance des travaux ou mesures nécessaires à sa mise en valeur (**Fournier, 1955, Sys, 1961**).

Les processus physico-chimiques dépendent de l'activité des êtres vivants, comme l'altération des minéraux ainsi que la mobilisation du fer par les sidérophores bactériens (**Alzouma, 2005 ; Schalk 2013**).

La gestion durable des terres agricole nécessite la maîtrise paramètres et dégradation ainsi que leur évaluation et leur surveillance dans le temps et l'espace (**Aubert, 2012**).

Le concept de l'état de surface du sol est issu des études sur la formation des ruissellements des terres agricoles (**Auzet, 2000**).

L'état de surface du sol désigne l'état structural, hydrique et micro-topographique de la surface du sol agricole et regroupe les éléments suivants : système poral (caillou, composition granulométrique, structure de battance), couverture du sol (culture ou résidu), microrelief (rugosité), et état hydrique (humidité) (**Armand, 2009**).

Les organismes vivants à l'intérieur du sol tels que les bactéries, contribuent à la formation de la couche de surface agricole, possédant des spécifications qui la rendent appropriée pour à la croissance des racines des plantes.

**1.2 Caractéristiques physico-chimiques****1.2.1 Structure**

La structure du sol représente le mode d'assemblage des particules minérales du sol en agrégats sous l'effet de liaisons par des colloïdes minéraux et organiques du sol. Les structures rencontrées sont du type particulière, grumeleux ou massif. Le sol possède différent niveaux d'organisation (**Camuzard , 2006**).

La teneur en argile et matière organique détermine la stabilité d'un sol agricole.

Les teneurs en eau du sol influence sur le rôle important que joue le complexe argilo-humique sur la structure de ce dernier. La structure d'un sol a un effet direct sur le mouvement de l'eau dans le sol ainsi que son

aération. Une bonne structure assure donc une meilleure circulation d'eau avec une bonne aération des racines facilitant leur germination et leur croissance en profondeur par conséquent une meilleure utilisation des ressources en eau et nutritives du sol (Matsodoum, 2019).

### 1.2.2 Texture

Selon Raju et al, (2017), la texture traduit la composition granulométrique du sol en question. Différentes textures selon les diamètres des composantes sont définies comme suit :: texture sableuse (entre 50 et 2000  $\mu$ ), texture limoneuse (de 2 à 50  $\mu$  et texture argileuse ( $<2\mu$ ).

La méthode de détermination de la texture du sol est basée sur la projection des différentes fractions du sol obtenu par l'analyse granulométrique sur le triangle textural (Jamagne et al 1967). La texture peut également être appréciée à la main.

### 1.2.3 Densité apparente

Les sols agricoles peuvent être caractérisés par deux types de densité à savoir : la densité réelle et la densité apparente (Hao et al. 2008). Elles s'expriment en g de sol/ cm<sup>3</sup> de sol

La densité réelle est le rapport du poids des particules du sol sec au volume des particules du sol sec. Elle exclut la porosité totale du sol (vides).

Cependant que la densité apparente est le rapport des particules du sol sec au volume total du sol in situ faisant donc la somme du volume des particules et la porosité totale. Ce volume total est mesuré en plein champ à l'aide de densimètres spécifiques sans remaniement du sol. C'est pour cette raison que les agronomes s'intéressent essentiellement à la mesure de la densité apparente..

### 1.2.4 Porosité

La porosité totale est une caractéristique physique du sol qui représente le rapport des vides du sol à son volume total, elle s'exprime en (cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup>) ou en %, elle s'écrit donc comme suit :

Porosité totale = volume des vides/volume total du sol in situ

Elle peut être en fonction de la densité réelle (Dr) et apparente (Da) du sol comme suit :

$$\text{Porosité totale} = 1 - \text{Da/Dr} \dots \dots \dots (1.1)$$

La porosité totale du sol se compose de deux types de porosité d'après la taille des vides: la macroporosité et la microporosité. La macroporosité est appelée encore porosité d'aération car après que l'eau y a circulé par gravité, l'air prendra sa place. Le diamètre des vides de la macroporosité dépasse généralement les 6 à 10 micromètres. Cependant la microporosité l'eau y circule par capillarité, elle



représente la plus grande partie d'eau retenue par le sol constituant les réserves d'eau à utiliser par les racines des plantes. Elle est très faible chez les sols sableux où les plantes flétrissent plus rapidement.

### 1.2.3 Potentiel d'hydrogène (pH)

Le concept du pH est défini à la base comme étant l'inverse du logarithme décimal des protons  $H^+$  (Westcott 1978), il s'écrit sous sa forme simplifiée comme suit :

$$pH = -\log ([H^+]) \dots\dots\dots (1.2)$$

Le pH est défini également comme le logarithme décimal négatif des ions hydronium en solution. Le pH du sol est souvent considéré comme un paramètre essentiel du sol. Les principales réactions et processus du sol dépendent de son pH. Selon Sparks (2003), le pH permet de mesurer l'acidité du sol afin de connaître sa catégorie (tableau 01)

**Tableau 01** Catégories de sol suivant leurs pH

Plage de valeur	Catégorie de sol
pH < 4,5	Extrêmement acide
4,5 < pH ≤ 5	Très fortement acide
5,1 < pH ≤ 5,5	Fortement acide
5,6 < pH ≤ 6	Modérément acide
6.1 < pH ≤ 7,3	Légèrement acide à neutre
7,4 < pH ≤ 7,8	Légèrement alcalin
pH > 7,8	Fortement alcalin

On doit noter qu'il existe trois types d'acidité du sol à savoir ; l'acidité active, l'acidité échangeable et l'acidité résiduelle (Brady et Weil, 2008). Les deux premières sont mesurables actuellement.

### 1.2.4 Capacité d'échange cationique

La capacité d'échange cationique (CEC) est un paramètre important du sol permettant la mesure du pouvoir d'un sol à fixer et échanger des cations. Il constitue un indicateur relatif du potentiel de fertilité d'un sol. Les sols possédant une CEC élevée ont donc une meilleure capacité de rétention et d'échange. Ils sont donc considérés plus fertiles aux sols ayant une CEC plus faible. Les principaux cations échangeables

souvent pris en considération pour l'évaluation de la CEC sont : le potassium ( $K^+$ ), le magnésium ( $Mg^{2+}$ ) et le calcium ( $Ca^{2+}$ ). Parfois s'ajoutent l'hydrogène ( $H^+$ ) et le sodium ( $Na^+$ ). Les précédents cations se fixent sur des charges négatives existantes à la surface de particules de matière organique et d'argile..

Différentes classes d'appréciation de la capacité d'échange cationique des (tablea02) sont connues (**craaq, 2003**).

**Tableau 0 2**Classes d'appréciation de la CEC des sols

Types de sol	Valeur de la CEC (me/100g)
Légers	4-10
Moyen	10-25
Lourd	25-50
Organique	50-200

## 1.3 Eau et sol

### 1.3.1 Types d'eau dans le sol

Il existe trois types d'eau dans le sol à savoir ;

- L'eau gravitaire qui occupe la macroporosité, elle s'infiltré rapidement en profondeur après de fortes pluies car elle n'est pas retenue par le sol. Après ressuyage, le sol atteint un niveau d'humidité appelé capacité au champ.
- L'eau utilisable par la plante : Cette réserve en eau est retenue dans sa grande majorité dans des capillaires fin. Elle se situe entre l'humidité à capacité au champ et l'humidité au point de flétrissement permanent. Une partie de cette réserve est facilement utilisable par les plantes et une partie est difficilement utilisable qui constitue la réserve de survie. Les proportions de ces deux réserves facilement utilisables varient en fonction des textures des sols.
- L'eau hygroscopique : Cette eau est inutilisable par les plantes car elle est retenue par le sol avec une énergie très forte, supérieure aux forces de succion des plantes.

### **1.3.2 Perméabilité du sol**

La perméabilité du sol est définie comme étant le mouvement vertical de l'eau dans un sol saturée, appelée encore conductivité hydraulique. Elle a la même dimension de la vitesse et s'exprime donc en cm/heure. Elle obéit au principe physique de la loi de Darcy. Elle est liée à texture et la porosité du sol (FAO, 203). Les sols plus perméables sont plus aérés et plus favorables à la respiration racinaires des plantes. Des travaux de labour profonds tel que le sou solage modifie relativement la structure du sol et par conséquent améliore sa porosité et sa

## **1.4 Fertilisation**

### **1.4.1 Principes généraux**

La pratique de fertilisation a pour objectif de satisfaire les besoins des cultures à chaque stade de sa végétation. Le sol doit être enrichi régulièrement en matière organique et en éléments minéraux. La fertilisation des sols permet par conséquent la croissance des cultures afin d'assurer de bonnes récoltes. Les quantités de fertilisant viennent pour compléter la fourniture du sol en éléments pour les cultures. Parfois quand le sol est riche en éléments minéraux, on peut s'en passer de la fertilisation en fonction des objectifs de rendements escomptés (Kawthar, 2020). L'optimisation de la fertilisation azotée et phosphatée est importante car leur excès constitue un facteur de risque sur l'environnement.

### **1.4.2 Types de fertilisation**

#### **1.4.2.1 Amendement naturel**

Les amendements organiques ou humiques comme le compost ou le fumier ont un double effet à savoir l'amélioration de la structure du sol d'une part et l'augmentation de sa fertilité d'autre part en lui apportant des produits fertilisants. L'humus est la partie supérieure du sol provenant de la décomposition de la matière organique sous l'action des animaux, des bactéries et des champignons des sols.

Ces produits fertilisants sont généralement riches en élément nutritifs comme par exemple l'azote pour le compost.

Ces amendements organiques mixtes sont très bénéfiques pour le milieu de vie microbien dans le sol.

Les déchets des récoltes constituent une des catégories des matières organiques naturelle plus profitable comparativement aux produits chimiques d'origine industrielles (Kawthar, 2020).

Le fumier est considéré une des principales sources d'amendement naturel des sols agricoles. Le fumier est composé de mélange de litière et de déjection qui ont subit des fermentations assez importantes (Kawthar, 2020).

On peut également faire recours au fumier artificiel ou composte provenant de la transformation préalable des pailles de brousse avant leur enfouissement. Cette méthode est plus avantageuse en réduisant les pertes comparativement aux méthodes classiques de fermentation). (Moughli, 2000).

### **1.4.2.2 Engrais**

Les engrais sont définis comme étant des produit utilisés pour apporter aux plantes les éléments nutritifs indispensables pour la croissance des plantes comme l'azote, le phosphore, le potassium, le soufre et le magnésium. Il existe deux types d'engrais ; les engrais minéraux et organiques.

Les engrais minéraux proviennent de substances chimiques. Ils permettent d'augmenter la croissance des cultures et leur production sans pour autant améliorer la fertilité des sols. On y trouve, les engrais simples contenant un seul élément comme l'urée 46 et les engrais composés comme le NPK avec des pourcentages bien précis et indiqués pour les utilisateurs. Trois grandes catégories d'engrais sont rencontrées à savoir ; les engrais azotés, les engrais phosphatés et les engrais potassiques. Les végétaux possèdent des besoins préférentiels différents à ces engrais.

Les plantes ont besoins d'importantes quantités des trois éléments N, P et K qui peuvent proviennent du sol mais principalement de la fertilisation appliquée par l'être humain. Les besoins des plantes peuvent évalués en fonction de la biomasse exportée (Moughli, 2000).

Les engrais organiques sont constitués de composés animale ou végétal tel que le fumier, lisier, fiente ou de composés industriels comme les poudres de cuirs, de cornes, de vinasses de betteraves, le marc de raisin, des algues, des tourteaux. Les engrais sont donc considérés aussi comme une source d'éléments minéraux mineurs appelés oligo-éléments ((Moughli, 2000).

## **1.5 Absorption de l'Azote par les plantes**

Les quantités d'azote absorbées par les plantes dépendent de plusieurs facteurs liés au milieu et à la plante elle-même. En conditions climatiques favorable à titre indicatif ; une meilleure photosynthèse due à un bon éclairage et température suffisante, agissent donc en conséquence sur l'accroissement du rythme d'absorption et d'assimilation de l'azote par les racines des plantes. Ce rythme d'absorption de l'azote dépend également de la vitesse de croissances des plantes et leurs stades végétatifs manifestants des besoins différents. Toute carence d'azote à n'importe quel stade entraine généralement une diminution irréversible du rendement final (Weier, 1992).

Même en condition favorables, les végétaux ne peuvent absorber qu'environ 60 à 80 % de la quantité totale d'azote contenue dans de l'engrais épandu suite à l'intervention de plusieurs autres processus tel que le lessivage, la dénitrification, l'immobilisation, la fixation de l'ammonium et la volatilisation. Ces pertes

sont principalement dues au lessivage et la dénitrification (**Council for Agricultural Science and Technology, 1992**).

Plus de 90 % de l'azote du sol est sous forme organique (**Mengel, 1996**). Le processus de minéralisation assuré par les microorganismes est indispensable. Il permet donc la transformation de l'azote organique en azote minérale assimilable par les plantes. L'activité des microorganismes est donc déterminante du taux d'absorption de l'azote par les plantes. L'azote est rencontré dans le sol sous différentes formes à savoir :

**\*La forme organique :** C'est la partie la plus grande ; elle atteint jusqu'à 90 % de la quantité total d'azote contenue dans le sol (**Olk, 2008**). Le plus souvent, il est sous forme d'acides aminés, d'acides nucléiques, de glucides aminés ou de protéines.

**\*La forme inorganique :** C'est la fraction faible de l'azote qui se trouve dans le sol sous forme d'ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ), de nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ), et moins sous forme de nitrite ( $\text{NO}_2^-$ ). La forme nitrate est celle qui la plus absorbée par les racines des plantes. En présence de bactéries, l'ammonium est oxydé en nitrite ( $\text{NO}_2^-$ ), puis en nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ) par des bactéries des *Nitrosomonas*, *Nitrosospira* et *Nitrobacter* (**Canali et al. 2011**). Une partie du nitrate peut être perdue sous forme d'azote gazeux ( $\text{N}_2$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ) sous l'action de dénitrification par des bactéries et champignons en présence d'un pH élevé supérieur à 8, une forte humidité ou faible aération.

Certaines bactéries symbiotiques des genres *Rhizobium* et *Bradyrhizobium*, en symbiose avec certaines espèces végétales ont la capacité de fixer l'azote atmosphérique en ammonium utilisable les plantes (**Raven et al. 2007**).

### **1.5 Absorption du phosphore par les plantes**

Les racines des plantes absorbent le phosphore sous forme d'ions phosphorique  $\text{H}_2\text{PO}_4$  ou  $\text{HPO}_4$  dans la solution du sol. ces ions minéraux des phosphates et des ion minéraux adsorbés/retenus sur les différent phases solides du sol.

## Chapitre II : Le blé dur

## 2.1 Historique des céréales

Les produits céréaliers sont des aliments dont la matière première est constituée par les céréales.

En botanique, les céréales regroupent un certain nombre de plantes appartenant à la famille des graminées dont les grains sont utilisés en alimentation humaine et animale. Il existe treize (13) types de céréales. Parmi ces derniers on trouve le blé et le maïs. **(Fredot, 2005)**

Le blé est l'une des premières plantes recueillies et cultivées par l'homme. Des restes de blé diploïde et tétraploïde, qui remonteraient au VII<sup>e</sup> millénaire av. J-C., ont été découverts par des archéologues travaillant sur des sites du Proche-Orient. Le blé est d'origine asiatique, précisément de Chine il a été cultivé en extension considérable il y a 4000 ans avant Jésus-Christ ; il a été la culture principale dans l'ancienne Egypte et la Palestine **(FAO, 2006)**.

## 2.2 Origine du blé

Le blé fut la première espèce domestiquée au Moyen-Orient, voici plus de 10 000 ans. La plupart des archéologues ont confirmé que les origines du blé et de l'orge se situent dans le croissant fertile, zone couvrant la Syrie, l'Irak et une grande partie de l'Iran ; c'est à partir de cette zone que les blés ont été diffusés vers l'Afrique, l'Asie et l'Europe **(Bonjean, 2001)**.

## 2.3 Caractéristiques botaniques et morphologiques

### 2.3.1 Botanique

Le blé est une culture annuelle appartenant à la famille des *Poaceae* (graminées), sous famille des *Pooideae* et tribu des *Triticeae* **(Boulal et al, 2007)**, qui comprend plus de 10000 espèces différentes **(Mac Key, 2005)**.

Selon **Caver (2009)**, les cultivars de blé du genre *Triticum* se divisent en deux groupes :

- le groupe polyploïde où on trouve les espèces Hexaploïdes ( $2n=6x=42$  chromosomes) comme exemple nous citons le blé tendre : *T. aestivum*, et les espèces Tétraploïdes ( $2n=4x=28$  chromosomes) comme le blé dur : *T. durum*.
- le groupe diploïde avec  $2n=2x=14$  chromosomes comme exemple : *T. monococcum*.

Le blé appartient à

- Embranchement : Spermaphytes
- Sous-embranchement : Angiosperme
- Classe : Monocotylédones
- Ordre : Poales
- Sous ordre : Comméliniflorale
- Famille : *Graminacées* ou *Poacées*

### 2.3.3 Description générale de la plante

Le blé dur (*Triticum turgidum ssp. durum*) est une plante annuelle de la classe de Monocotylédones de la famille des Graminées, de la tribu des Triticées et du genre *Triticum* (Feillet, 2000). En termes de production commerciale et d'alimentation humaine, cette espèce est la deuxième plus importante du genre *Triticum* après le blé tendre. Leur famille comprend 600 genres et plus de 5000 espèces (Feillet, 2000).

- Il s'agit d'une graminée annuelle de hauteur moyenne et dont le limbe des feuilles est aplati. L'inflorescence en épi terminal se compose de fleurs parfaites (Soltner, 1998). Le système racinaire comprend des racines séminales produites par la plantule durant la levée, ainsi que des racines adventives qui se forment plus tard à partir des nœuds à la base de la plante et constituent le système racinaire permanent (Bozzini, 1988). Le blé dur possède une tige cylindrique, dressée, habituellement creuse et subdivisée en entrenœuds. Certaines variétés possèdent toutefois des tiges pleines. Le chaume (talles) se forme à partir de bourgeons axillaires aux nœuds à la base de la tige principale (Bozzini, 1988). Le nombre de brins dépend de la variété, des conditions de croissance et de la densité de plantation (Clark et al, 2002).
- Comme pour d'autres graminées, les feuilles de blé dur se composent d'une base (gaine) entourant la tige, d'une partie terminale qui s'aligne avec les nervures parallèles et d'une extrémité pointue. Au point d'attache de la gaine de la feuille se trouve une membrane mince et transparente (ligule) comportant deux petits appendices latéraux (oreillettes) (Bozzini, 1988).
- La tige principale et chaque brin portent une inflorescence en épi terminal. L'inflorescence du blé dur est un épi muni d'un rachis portant des épillets séparés par de courts entrenœuds (Soltner, 1998). Chaque épillet compte deux glumes (bractées) renfermant de deux à cinq fleurs distiques sur une rachéole. Chaque fleur parfaite est renfermée dans des structures semblables à des bractées, soit la glumelle inférieure (lemma ou lemme) et la glumelle supérieure (paléa). Chacune compte trois étamines à anthères biloculaires, ainsi qu'un pistil à deux styles à stigmates plumeux. À maturité, le grain de pollen fusiforme contient habituellement trois noyaux. Chaque fleur peut produire un fruit à une seule graine, soit le caryopse (Bozzini, 1988). Chaque graine contient un large endosperme et un embryon aplati situé à l'apex de la graine et à proximité de la base de la fleur (Fig. 01) (Soltner, 1998).

### 2.3.3 Description du grain du blé dur

Le grain du blé est un fruit dont le nom botanique est caryopse. Le fruit proprement dit se réduit à la partie externe constituée par des enveloppes (téguments) très sèches et dures. Celles-ci assurent la protection du grain qu'elles renferment et sont formées de tissus provenant de la plante mère (Mesran, 2018)

#### Structure extérieure



Le grain du blé a une longueur variant de 5,5 à 7,5 mm, son diamètre varie de 3 à 4 mm.

### Structure interne

#### ➤ L'Ecorce

Elle représente environ 17% du poids du grain. Elle est constituée de plusieurs couches:

- Le péricarpe est une enveloppe avec des cellules dont la membrane est épaisse et dont l'utilisation digestive est médiocre.
- Le tégument séminale contient les colorants du grain qui lui donnent sa couleur jaune marron.
- La bande hyaline est un ensemble de cellules transparentes.
- L'assise protéique ou couche «aleurone» (Aleurone étant une substance protidique de réserve) qui est riche en protéines, vitamines (elle contient près du 1/3 des vitamines B1 et B2 et environ les 2/3 des vitamines B6 et B3 du grain), minéraux, lipides, cellulose et lignine (**ADE, 2000**).

#### ➤ L'Albumen ou Amande

Elle représente 80 % du poids du grain et sa partie inférieure est délimitée par le germe.

C'est une substance blanche, friable, constituée d'un ensemble de grains d'amidon (70% de l'amidon total) entourés par un réseau de gluten (nature protéique) mais elle est pauvre en minéraux. Le gluten est responsable de l'élasticité de la pâte malaxée ainsi que de la masticabilité des produits à base de céréales cuits au four (**Adjabi et al. 2007**).

#### ➤ Le germe

Il représente 3 % du poids du grain et il est riche en vitamines et lipides. Il est constitué de 2 parties:

- L'embryon (figure 2): est la partie essentielle de la graine permettant la reproduction de la plante ; en se développant il devient à son tour une jeune plante. Du fait qu'il contient beaucoup de matières grasses (environ 15%), ou d'huiles, et qu'il pourrait donc rancir, le germe est souvent éliminé lors du nettoyage des grains. Les embryons de céréales sont vendus dans les boutiques de diététiques car ils sont considérés comme tressais en raison de leur haute teneur en sels minéraux, vitamines, protéines et huiles (**Lounis, 2017**).
- Le scutellum (figure 01) qui entoure l'embryon, le protège et joue un rôle nourricier. (**Fredot, 2005**)

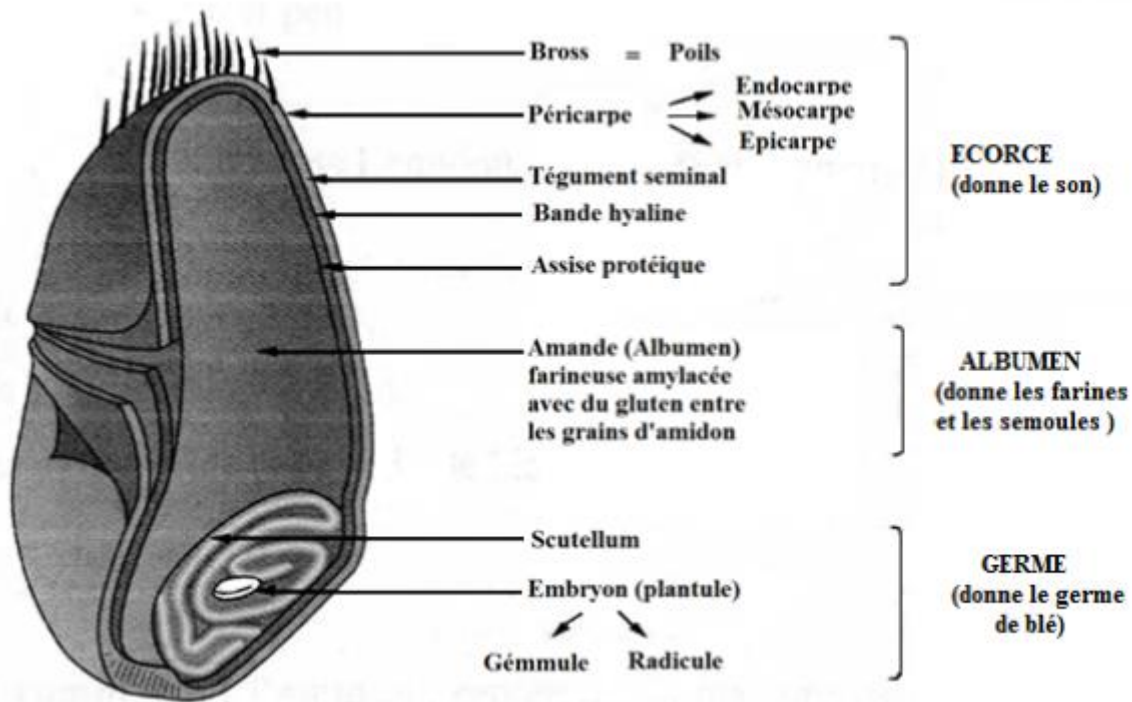


Fig. 01: Coupe d'un grain de blé (Fredot, 2005)

## 2.4 Cycle végétatif du blé dur

### a- la germination et la levée

Au cours de la germination la colorise s'épaissit en une masse blanche et brise le tégument de la graine au niveau du germe, c'est le début de l'émission des racines primaires, garnis de poils absorbants. En même temps, la coléoptile, gainant la première vraie feuille, s'allonge vers la surface, où il laisse percer la première feuille, c'est la levée. La deuxième et la troisième feuille suivent bien après (Bahlouli, 2008).

### b- Tallage

Sitôt émise la troisième feuille émise, le deuxième entre-nœud qui porte le bourgeon terminal s'allonge à l'intérieur de la coléoptile et stoppe sa montée à 2 cm sous la surface du sol, pour former le plateau de tallage. A l'aisselle des feuilles (à partir de la quatrième feuille), des bourgeons axillaires entrent alors en activité pour donner de nouvelles talles. La première talle se forme à la base de la première e feuille et la deuxième talle à la base de la deuxième feuille. Les bourgeons axillaires à l'aisselle des feuilles des talles donnent naissance à l'émission de talles secondaires (Mesran, 2018).

### c- Montaison –gonflement

Elle se distingue par la montée de l'épi sous l'effet de l'élongation des entrenœuds qui constituent le chaume. Les talles montantes entrent en compétitions pour les facteurs du milieu avec les talles herbacées qui de ce fait n'arrivent pas à monter en épis à leur tour. Ces dernières régressent et meurent (Masle, 1982). Ce phénomène se manifeste chez les jeunes talles par une diminution de la croissance puis par un arrêt de celle-ci (Masle, 1981).

### d- L'épiaison-floraison

Une fois l'épi émerge de la gaine de la feuille étendard, c'est le stade épiaison, au cours duquel la formation des organes floraux se termine. La floraison débute 4 à 5 jours plus tard. Durant la floraison, les fleurs demeurent généralement fermées (fleurs cléistogames), et les trois anthères éclatent et libèrent le pollen (anthèse). Les fleurs s'ouvrent rarement avant la libération du pollen. La floraison dure de trois à six jours, selon les conditions météorologiques. Elle débute au centre de l'épi, puis se poursuit vers les deux extrêmes de l'épi. La durée de réceptivité du stigmate de blé dépend de la variété et des conditions d'environnement, mais se situe entre 3 à 13 jours. Une fois fécondée, l'ovaire grossit rapidement (Lounis, 2017). A l'issue de deux semaines après la fécondation, l'embryon est physiologiquement fonctionnel et peut produire une nouvelle plantule (Bozzini, 1988).

### e- Le remplissage et la maturation du grain

C'est la dernière phase du cycle végétatif. Elle correspond à l'élaboration de la dernière composante constitutive du rendement qui est le poids du grain, suite à la migration de substances glucidiques produites par la feuille étendard et stockées dans le pédoncule de l'épi (Gate, 2003). Elle exige la chaleur et un temps sec, elle se fera d'abord en plusieurs étapes, la maturité laiteuse (le grain contient encore 50% d'humidité et le stockage des protéines touche à sa fin), la maturité physiologique (le grain a perdu en humidité et l'amidon a été constitué), la maturité complète (la teneur en humidité atteint environ 20 %), le grain est mûr et prêt à être récolté, c'est alors la période des moissons (Bahlouli et al., 2008).

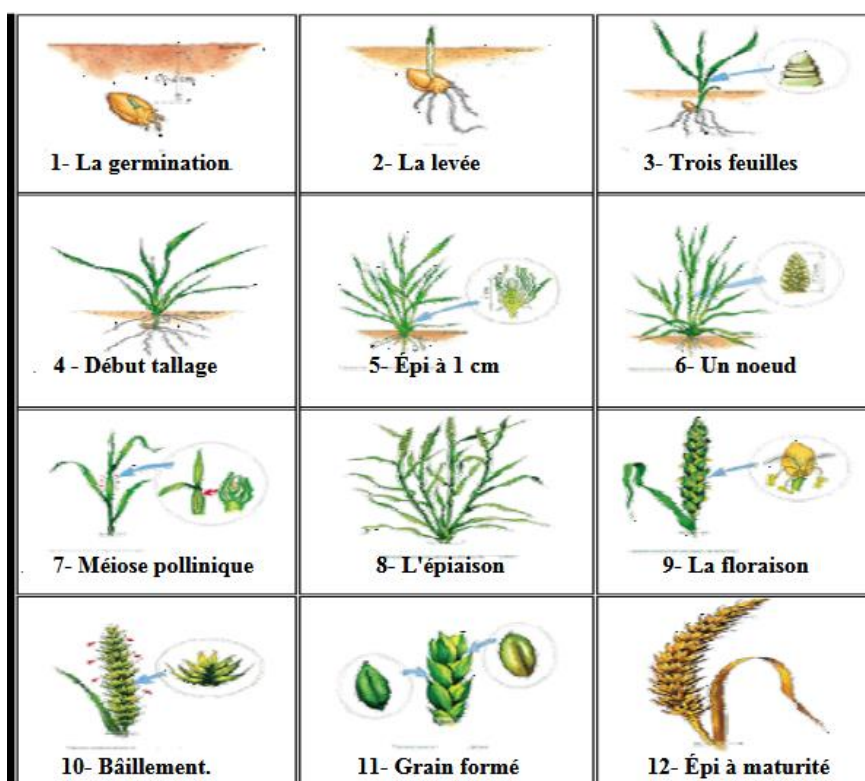


Fig. 02: Le cycle de développement du blé (Bahlouli et al. 2008).

## **2.5 Exigences agro-climatiques du blé dur**

Afin d'assurer les conditions nécessaires au bon développement des céréales et par conséquent, obtenir le meilleur rendement, une bonne connaissance des exigences biologiques des plantes s'impose. Le blé dur, comme toutes les céréales, exige certaines conditions du milieu sans lesquelles les bons rendements sont impossibles à atteindre.

### **2.5.1. Température**

Pour sa germination, les graines nécessitent une quantité de chaleur proportionnelle à des températures journalières exprimées en degrés. Pour le blé cette somme de température varie selon la variété entre 80°C à 122°C, par conséquent plus la température moyenne est élevée, plus la durée de germination est courte (**Mesran, 2018**).

La température varie durant la période végétative; le tallage du blé commence à partir de 2°C à 3°C, il est rapide entre 15°C à 19°C.

Cependant, la montaison s'effectue normalement, lorsque la température extérieure est supérieure à 5°C, l'optimal pour cette phase se situe entre 16°C et 18°C.

L'épiaison et la floraison se déroulent normalement sous une température de 20°C et 22°C. Pour éviter les dégâts provoqués par une température critique précoce; on choisit le bon moment du semis.

La résistance du blé dur au froid dépend des façons culturales, les engrais azotés surtout apportés séparément et à forte dose abaissant la résistance au froid tandis que les engrais phosphatés et potassiques l'augmentent (**Lounis, 2017**).

### **2.5.2. Eau**

Les exigences du blé sont supérieures à celles de l'orge. Elles sont de l'ordre de 600 mm (irrigation). Elles varient pendant la végétation comme suit:

- De la levée jusqu'à la fin tallage, les besoins en eau sont relativement faibles; les systèmes racinaires explorent les couches superficielles qui sont à ce moment humides et trouvent sans difficulté l'eau nécessaire à la plante qui se développe normalement (**Lounis, 2017**).

De la fin du tallage jusqu'à l'épiaison en raison de l'augmentation intensive de la masse végétative, les besoins en eau augmentent sensiblement. L'insuffisance en eau dans les couches superficielles à ce moment freine le développement des parties aériennes et la formation de l'épi, c'est pour cette raison qu'on décrit cette période comme critique, durant laquelle chaque insuffisance en eau peut avoir des conséquences graves pour la production. Jones cité par Menard 1980 souligne qu'un déficit hydrique diminue les grains, soit en provoquant une réduction de la croissance de l'épi, soit en perturbant les processus de fécondation des ovules (**Laila, 2010**).

De l'épiaison jusqu'au début de la formation des graines le blé a un grand besoin en eau et réagit négativement en cas de sécheresse ou de sirocco. Pendant la formation des graines jusqu'au stade laiteux -

pâteux, les matières organiques existantes dans la plante sont transportées des différents organes vers l'épi et les graines. Pour que ce processus soit normal, de petites quantités d'eau sont encore nécessaires, l'insuffisance en eau à ce moment fait baisser considérablement le rendement. **(Mesran, 2018)**.

Du stade laiteux jusqu'à la fin de la période végétative les besoins en eau sont pratiquement nuls. L'augmentation de l'humidité pendant cette période est néfaste et pourrait être la cause de la mauvaise qualité des grains et de leur pourriture.

### **2.5.3. Lumière**

Le blé dur a des exigences déterminées en lumière, l'insuffisance de cette dernière entraîne l'étiollement des feuilles, l'affaiblissement des tiges et enfin la verse.

C'est surtout la densité de semis qui est en rapport avec l'intensité de la lumière nécessaire. La compétition pour la lumière dans un peuplement se traduit par l'ombrage mutuel des plantes **(Mesran, 2018)**.

Baldy (1973) souligne que la lumière, étant le facteur essentiel de la photosynthèse, est très souvent invoquée comme facteur limitant de la croissance du peuplement, surtout pendant la montaison qui correspond à une très forte augmentation d'encombrement de l'espace. Donc pour augmenter l'éclairage du blé on diminue la dose de semis et on oriente les rangs vers le soleil **(Lounis, 2017)**.

### **2.5.4 Besoins en fertilisation azotée**

Le blé dur est particulièrement gourmand en Azote pour atteindre un niveau de protéines satisfaisant pour les fabricants de pâtes et de semoules. Les apports d'Azote doivent être fractionnés suivant les stades du cycle végétatif. Au tallage, l'influence de l'Azote se manifeste sur la première composante du rendement: Le nombre de talles par plante. Au stade montaison, l'Azote apporté permet d'émettre des épis, dont le nombre est fortement influencé par la nutrition azotée **(Abad, 2000)**.

Le manque d'Azote pourrait aussi se traduire par une moindre fertilité des épis. Durant cette période, le blé peut absorber jusqu'à 3 kg d'Azote/Ha/jour avec un maximum pendant la phase floraison (Bahloul, 1989). Au stade épiaison, les besoins deviennent très importants et la demande en Azote s'accroît en liaison avec l'activité de croissance. La plante a absorbé pratiquement tout son Azote dès le début du stade laiteux. A partir de ce stade, il y a transfert des réserves de la plante, des parties végétatives vers le grain **(Le MADR, 2012)**.

**Chapitre III**  
**Matériels et méthodes**

**Introduction**

Dans ce chapitre est subdivisé en deux petites parties : la première partie consacrée aux matériels , la deuxième partie à la méthode de travail et les principes scientifiques utilisés

**3.1 Matériels****3.1.1 Présentation de la zone d'essai**

La wilaya d'AIN-DEFLA présente un climat méditerranéen semi-aride avec un caractère de continentalité très marqué et un écart de température de 20°C entre les températures du mois de janvier et celle d'Août. L'été s'étend sur 5 à 6 mois environ avec des masses d'air chaud à partir du mois de mai. La pluviométrie reste variable et atteint 400 à 600 mm/an. Une série d'étages climatiques qui va du semi-aride au fond de la vallée au subhumide sur les reliefs. Cette situation est liée à l'orographie : plus l'altitude est élevée plus l'étage est humide. De même pour l'enneigement qui touche les reliefs de plus de 600 m d'altitude. (ANDI ; 2013, la monographie d'Ain Defla)

La zone d'essai est localisée dans les plaines du Haut-Cheliff de la wilaya d'Ain Defla, pour cette raison, on se focalise l'étude du périmètre du Haut - Cheliff.

**3.1.1.1 Situation géographique**

Le périmètre du Haut - Chélif dans la quel se trouve la station expérimentale de l'Institut Technique des Grandes Cultures (ITGC) ; où a été réalisée la présente expérimentation, se situe à 40 Km à vol d'oiseaux de la mer, avec une altitude de 289 mètres et une superficie de 37. 000 hectares.

Ce périmètre est limité par :

- ✓ Le massif de l'Ouarsenis au Sud
- ✓ Le massif du Dahra au Nord
- ✓ Le moyen- Chélif à l'Ouest
- ✓ Les piémonts de Djendel à l'Est

**3.1.1.2 Caractéristiques pédologiques**

La répartition des sols de la wilaya d'Ain Defla sont comme suit:

- ✓ Les sols alluviaux dans la vallée de Chélif, ces sols sont profonds, parfois lourds, plutôt difficiles à travailler. En certains endroits où le drainage est très mauvais, on se trouve en présence des sols des sols de marais (Ain Defla, plaine de Mekhatria, El Amra, El Abadia)
- ✓ Les sols calcaires : dans les vastes zones de piémont, massif du Zakkar.

- ✓ Sols sur roches mères non calcaires : ce sont des lithosols sur grès de Dahra et de l’Ouarsenis, des schistes francs du Dahra Occidental et de l’Ouarsenis.

Dans presque la majorité, les sols du Haut Cheliff, sont des sols alluviaux récents ou colluviaux, leur caractère physique essentiel est la prédominance des éléments fins (80%), ce qui permet de les classier dans la catégorie des terres fortes (Claus et Legoupil, 1972). Ce sont donc des sols lourds, avec une perméabilité faible et une mauvaise stabilité.

### 3.1.1.3 Caractéristiques climatiques

Le climat du Haut -Cheliff est généralement du type méditerranéen avec un caractère de continentalité marqué par :

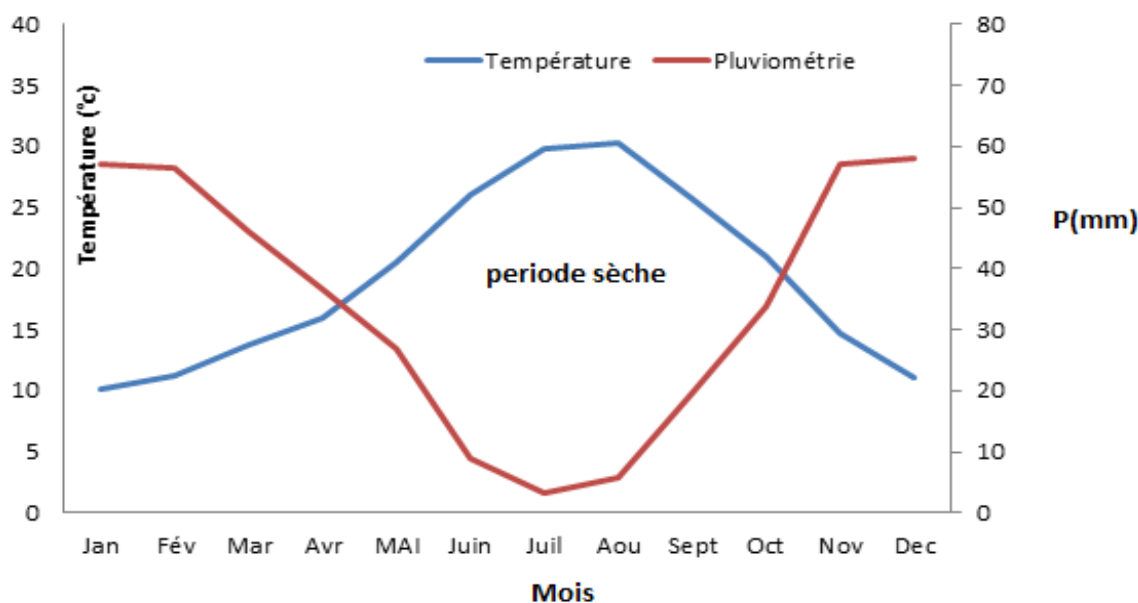
- ✓ Des étés très chauds et secs, des hivers froids et assez pluvieux, avec des printemps écourté (avril- mai) et automne très bref en octobre (Claus et Legoupil, 1972).

Les valeurs moyennes de la température et pluviométrie moyennes de la période (1980- 2014) enregistrée au niveau de la station de l’ANRH de Khemis Miliana sont indiquées dans le (tableau01

**Tableau 01:** valeurs moyennes de la température et la pluviométrie

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sept	Oct	Nov	Dec
T(c°)	10,2	11,2	13,7	16	20,5	26	29,8	30,3	25,73	20,9	14,66	11,13
p(mm)	56,97	56,55	46,05	36,5	26,77	8,98	3,27	5,76	19,7	33,8	57,03	57,9

Source : ANRH(2014)



**Figure 03:** Diagramme ombrothermique de Gausse de la période (1980-2014)



On constate l'existence de deux périodes différents, une longue période sèche de six mois qui s'étale de la mi-avril jusqu'à la mi-octobre, et une période humide qui s'étale sur le reste de l'année.

Cela indique que l'irrigation pendant cette période de sécheresse est devenue une nécessité pour répondre aux besoins en eau des cultures requises afin d'assurer leur croissance et leur développement normaux et d'atteindre des niveaux de production acceptables

### 3.1.2 Matériel végétal

L'étude a porté sur une variété de blé dur (Siméto) dont les caractéristiques sont représentées dans le tableau 02.

**Tableau 02** : L'étude a porté sur une variété de blé dur (Siméto) dont les caractéristiques

Variété	Siméto
<b>Caractéristiques morphologiques</b>	
Compacité de l'épi	Demi-lâche
Couleur de l'épi	Blanc
Hauteur de la plante à la maturité	90à100 cm
<b>Caractéristiques culturales</b>	
Alter nativité	Hiver
Cycle végétatif	Semi-précoce
Tallage	Fort
Résistance au froid	Tolérante
à la verse	Tolérante
Resistance à la sècheresse	Sensible
<b>Condition techniques</b>	
Date de semis	mi-novembre à mi-décembre
Dose de semis (Kg /ha)	130
Fertilisation (U/Ha) Azotée	46-70
Phosphatée	46
<b>PMG</b>	<b>moyen</b>

Source (Henine,1969)

## 3.2 Méthodes

### 3.2.1 Objectif de l'étude

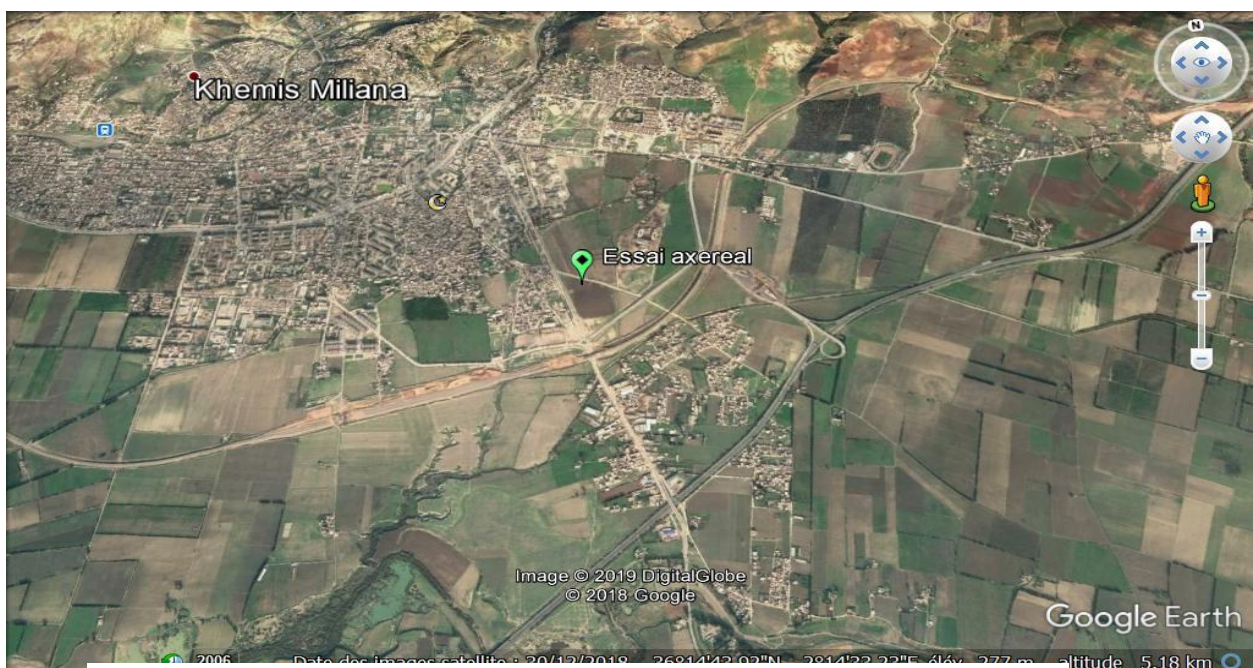
L'objectif du présent travail est l'étude de la réponse de la variété du blé dur Siméto à la fertilisation azotée est phosphatée dans les conditions semi-aride du Haut – Cheliff.

### 3.2.2 Situation du site expérimental

L'expérimentation a été mise en place à la Ferme de démonstration et de production de semences de l'institut technique des grandes Cultures (ITGC) Khemis Miliana au cours de La campagne 2021/2022.

La localisation du site expérimentale apparaît sur la carte extraite de Google ( figure ...). Ce site expérimental possède les coordonnées géographiques suivantes :

Latitude **36° 15 N**  
Longitude **2° 14 E**  
Altitude de 289 m



**Fig 04.** Localisation du site expérimental Google earth

### 3.3 Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental adopté pour notre essai est du type blocs aléatoires complets avec quatre répétitions. Chaque bloc est constitué de dix-huit parcelles élémentaires représentant les traitements effectués (figure 07.).

#### .3.1 Dimensions de la parcelle d'essai

- ✓ Longueur de la parcelle élémentaire : 05 m
- ✓ Largeur de la parcelle élémentaire : 1.20 m
- ✓ Superficie de la parcelle élémentaire : 06 m<sup>2</sup>
- ✓ Ecartement entre les lignes : 0.20 m
- ✓ Nombre des lignes par micro parcelle : 06 lignes
- ✓ Distance entre les blocs : 1 m

✓ Distance entre parcelles élémentaires : 0.5 m.

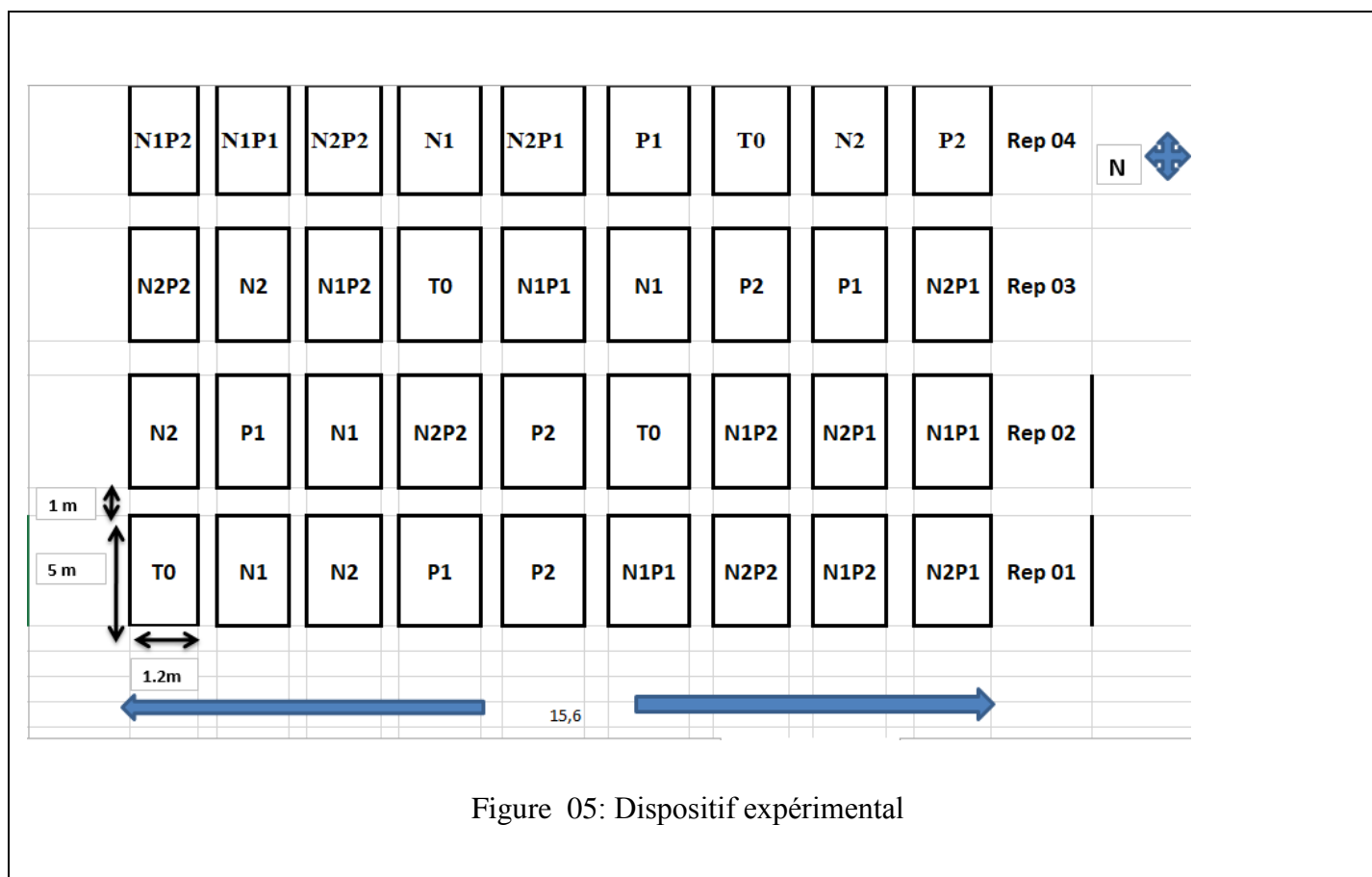


Figure 05: Dispositif expérimental

### 3.3.2 Itinéraire technique

### 3.3.3Précédent cultural

. Un labour a été effectué le 15/04/2018 par une charrue à disques, sur une profondeur de 60 cm

- ✓ **Deux reprise de labour** (recroisement) ont été effectués à l'aide d'un Cover-crop, le premier en date du 12 /12/2021 et le deuxième en date du 14/12/2021.
- ✓ **Traçage et engrais de fond** : en date de 16/12/2021.

### 3.3.3.1 Semis

Le semis a été réalisé par un semoir expérimental en date de 19 décembre 2021 avec une densité de semis de 350 grains/m<sup>2</sup>.



**Figure 06** : Cliché Semis à l'aide d'un semoir expérimental Chebahi et Ferhat taleb. 2022

### 3.3.3.2 Entretien de la culture

#### 3.3.3.2.1 Fertilisation

- ✓ **Fumure de fond** : l'épandage a été effectué le 10/03/2022 .lors du semis à l'aide d'un épandeur centrifuge, l'engrais utilisé est le Fosfacyl (N 03 P 22) à raison de 2 qx/ha.
- ✓ **Fertilisation de couverture (azotée phosphatée)** : 2 apports sont été effectués successivement le 27/01/2022 avant semis et le 10/03/2022 au stade début tallage. Ces apports sont issus des produits MAP 52-12 . TSP 46 % l'urée 46.

Les différentes doses de fertilisants azotés et phosphatés appliquées pour l'ensemble des traitements sont consigné dans le tableau03.

**Tableau03** Apports de fertilisants appliqué

Traitement	Dose
Témoin	Auccun engrais (Sans apport)
N1	92 Unité de N (Sans apport de P)
N2	150 Unité de N (Sans apport de P)
P1	52 unité de P (Sans apport de P)
P2	100 unité de P (Sans apport de P)
Standard N1- P1	92 U de N + 52 U de P
Standard N2- P2	150 U de N + 100 U de P
Standard N1- P2	92 U de N + 100U de P
Standard N2- P1	150 U de N + 52 U de P



### 3.3.3.2 Récolte

La récolte a été réalisée manuellement le 09/06/2022 à la maturité total des grains

## 3.4 Mesure sur la plante

### 3.4.1 Paramètre morphologiques

#### 3.4.1.1 Nombre des thalles par plante

On a enlevé la plante et compté le nombre de branches (des thalles)

#### 3.4.1.2 Hauteur des plantes

La hauteur moyenne des plantes est mesuré en cm, à l'aide d'une règle, On a procédé à la mesure d'un échantillon de 06 plantes pris au hasard par parcelle élémentaire au stade maturité, à partir du sol jusqu'à l'épillet terminal, barbes exclus.



**Figure 07:** Cliché sur la mesure de la hauteur de la plante Chebahi et Ferhat taleb. 2022

On mesurée à partir du dernier nœud jusqu'à la base de l'épi (1<sup>er</sup> article du rachis) sur un échantillon de 06 plantes au stade maturité. Elle est exprimée en cm.

### 3.4.1.3 Longueur des barbes de l'épi

La longueur des barbes a été mesurée au stade maturité sur 06 épis pris aux hasards sur chaque micro parcelle.



**Figure 08:** Cliché sur la mesure de longueur de l'épi et longueur de sa barbe. Chebahi et Ferhat taleb. 2022

### 3.4.1.3 Nombre des feuilles par plante

Nous avons compté le nombre des feuilles plantées et calculé une moyenne de 06 plantes

### 3.4.2 paramètres de production

Les mesures ont porté sur les caractères suivants



### 3.4.2.1 Nombre d'épi par mètre carré



**Figure 09** : Cliché Nombre d'épi par mètre carré Chebahi et Ferhat taleb. 2022

### 3.4.2.2 Nombre d'épillet par épi

Le nombre d'épillet par épi est compté sur un échantillon de 6 épis pris aléatoirement du centre de chaque parcelle élémentaire.

**3.4.2.3 Composantes du rendement**

Le comptage du nombre d'épi par mètre carré a été réalisé au stade maturité, au niveau de chaque micro parcelle, on a procédé le comptage par la méthode de mètre linéaire.

**3.4.2.3.1 Nombre de grains par épi**

Chaque épi a été battu à part, et les grains mises dans un sachet qui sont par la suite dénombrées. Il est obtenu par comptage sur un échantillon de 10 épis par micro parcelle.

**3.4.2.3.2 Poids de mille grains**

Le comptage de mille grains a été réalisé manuellement, puis peser à l'aide d'une balance de précision.



**Chapitre IV :**  
**Résultats et discussions**

**Introduction**

Ce chapitre a été réservé à la présentation des valeurs moyennes suivi d’une analyse statistique et discussions des résultats. Deux groupes de paramètres ont été étudiés à savoir les paramètres morphologiques et les paramètres de productions.

Les paramètres morphologiques sont : hauteur du plant (HP), nombre des feuilles par plant (NFP), nombre des talles par plant (NTP) .Les paramètres de production sont : nombre des épis par mètre carré (NEMC), nombre des graines par épis (NGE), pois des mille graine (PMG) et le rondement de graine (RG).

**4.1 Caractéristiques physico-chimiques de sol**

Les caractéristiques physiques du sol sont représentées dans le tableau 04

**Tableau 04:** Analyse granulométrique

Profondeur (cm)	Argile (%)	Limon (%)	Sable fin(%)	Sable gros (%)	Texture
0 - 20	29.58	56.65	6.42	6.59	Limoneux argileuse
20 – 40	29.81	56.54	6.59	7.06	Limoneux argileuse

Source (Bentaiba et rekia,2008)

On constate le pourcentage du limons est très dominant suivi de l’argile donnant une texture limoneux argileuse qui est favorable à la culture du blé dur.

Les analyses chimiques du sol sont représentées dans le tableau 05

**Tableau 05:** Analyse chimique du sol

Profondeur (cm)	CaCO <sub>3</sub> (%)	C.E (Mm/cm)	Carbone (%)	PH (eau/ Kcl)	M.O	Azote total(N)	Potasse (K)
0 – 20	13.25	0.38	1.07	7.7	1.85	0.132	0.48
20-40	13	0.35	0.87	7.3	1.50	0.132	0.48

Source (Henin, 1969.)

D’après les résultats d’analyse, on constate que le sol de notre essai est très riche en calcaire (sol calcaire), avec une conductivité de 0.38 dsms et 0.35 dsms montre que le sol est considéré comme non salin (Calvet et Viellemine, 1986). Cependant que la matière organique est considérée faible (Calvat et Viellemine, 1986).

## 4.2 Conditions climatiques de la campagne agricole

Les valeurs des températures extrêmes et précipitations au cours du cycle de la culture issues de la station climatique de l'ITGC sont indiquées dans le tableau 06.

**Tableau 06** : Températures extrêmes et précipitations au cours du cycle

Paramètre	Semis-levée	Levée-tallage	Tallage-montaison	Montaison-epiaison	Epiaison-maturation
T max °c	22.96	19.03	26.24	26.56	37.44
T min °c	5.28	7.09	7.25	11.22	12.09
Précipitation (mm)	5.8	0	33.6	70.4	44.6

La campagne agricole (2021/2022) a été caractérisée par sécheresse prolongée du semis jusqu'au tallage. Puis d'une période pluvieuse jusqu'au stade épiaison.

Les précipitations totales enregistrées sont de 154.4 mm, donc restent faibles par rapport aux besoins en eau de blé qui sont de 560 mm (**moule.1980**). La température maximale supérieure à 30 au stade maturation peut être à l'origine de l'échaudage du grain.

## 4.3 Paramètres morphologiques

### 4.3.1 Hauteur de la plante

#### 4.3.1.1 Présentation des résultats

Les valeurs moyennes de la hauteur de la plante sont représentées dans le tableau 07

**Tableau 07** : Valeurs moyennes de la hauteur de la plante.

Traitement	Hauteur de la plante (cm)	Traitement	Hauteur de la plante (cm)
Témoin	61,91	N1P1	59,71
N1	59,13	N2P2	57,21
N2	60,13	N1P2	57,5
P1	58,82	N2P1	58,12
P2	56,60		

4.3.1.2 Analyse statistiques

Les résultats d’analyse de variance au seuil de 5 % sont synthétisés dans le tableau 08

Tableau 08 Analyse de variance de la hauteur de la plante

Source	DDL	SCE	CM	F	P	CV
Répétition	3	425,59	141,863			
Fertilisation	8	87,58	10,948	0,43	0,8909	
Résiduelle	24	610,00	25,417			8,58
Total	35	1123,17				

La valeur de la probabilité obtenue est supérieure à 0.05, donc les différences atteintes sont non significatives. Cela montre l’absence de l’effet de de la fertilisation sur la hauteur de la plante.

4.3.2 Nombre des talles par plante

4.3.2.1 Présentation des résultats

Valeur moyenne de nombre des talles par plante représenté dans le tableau 09

Tableau09 : Valeurs moyennes du nombre des talles par plante.

Traitement	nombre de talles par plante	Traitement	nombre de talle par plante
Témoin	2,80	N1P1	2,55
N1	2,95	N2P2	2 ,65
N2	2,15	N1P2	2,15
P1	2,65	N2P1	3,10
P2	2,75		

4.3.2.2 Analyse statistiques

Les résultats d’analyse de variance au seuil de 5 % sont synthétisés dans le tableau10

Tableau10: Analyse de variance du nombre des talles par plante.

Source	DDL	SCE	CM	F	P	CV
Répétition	3	0,7322	0,24407			
Fertilisation	8	3,3356	0,41694	0,82	0,5946	
Residuelle	24	12,2378	0,50991			27,06
Total	35	16,3056				

La valeur de la probabilité obtenue est supérieure à 0.05, donc les différences atteintes sont non significatives. Cela montre l'absence de l'effet de de la fertilisation sur le nombre des talles par plante.

**4.3.3. Longueur de la barbe**

**4.3.3.1 Présentation des résultats**

Les valeurs moyennes de la longueur de la barbe sont représentées dans le tableau 11.

**Tableau 11:** valeurs moyennes de la longueur de la barbe.

Traitement	longueur de la barbe	Traitement	longueur de la barbe
Témoin	12,61	N1P1	62,29
N1	10,68	N2P2	11,23
N2	10,23	N1P2	11,11
P1	11,69	N2P1	11,42
P2	10,63		

**4.4.3.2 Analyse statistiques**

Les résultats d'analyse de variance de la longueur de la barbe au seuil de 5 % sont synthétisés dans le tableau 12

**Tableau 12 :** Analyse de variance du longueur de barbe.

Source	DDL	SCE	CM	F	P	CV
Répétition	3	1256,70	1256,70			
Fertilisation	8	9297,2	1162,15	1,04	0,4335	
Residual	24	26767,8	1115,33			197,92
Total	35	39835,2				

La valeur de la probabilité obtenue est supérieure à 0.05, donc Les différences atteintes sont non significatives. Cela montre l'absence de l'effet de de la fertilisation sur la louangeur de la barbe.

**4.4.4 Nombre des feuilles par plante**

**4.4.4.1 Présentation des résultats**

Les valeurs moyennes nombre des feuilles par plante dans sont présentées dans le tableau 13

**Tableau13 :** Nombre de feuille par plante

Traitement	Nombre de feuille par plante	Traitement	Nombre de feuille par plante
Témoin	4,05	N1P1	4,3
N1	4,17	N2P2	4,2
N2	4,39	N1P2	4,1
P1	4,42	N2P1	4,16
P2	4,28		

**4.4.4.2 Analyse statistiques**

Les résultats d’analyse de variance du nombre de feuille par plante est représenté dans le tableau 14

**Tableau14 :** Analyse de variance du nombre des feuilles par

Source	DDL	SCE	CM	F	p	CV
Répétition	3	0,35534	0,11845			
Fertilisation	8	0,50524	0,06315	0,45	0,8789	
Residual	24	3,37281	0,14053			8,86
Total	35	4,23339				

La valeur de la probabilité obtenue est supérieure à 0.05, donc les différences atteintes sont non significatives. Cela montre l’absence de l’effet de la fertilisation sur le nombre des feuilles par plante.

**4.5 Paramètres de production**

**4.5.1 Nombre d’ épis par mètre carré**

**4.5.1.1 Présentation des résultats**

Les valeurs moyennes de nombre d’épi par mètre carré sont présentes dont le tableau 15.

**Tableau 15** : Nombre d'épi par mètre carré

Traitement	Nombre d'épi par mètre carré	Traitement	Nombre d'épi par mètre carré
Témoin	229,5	N1P1	240,5
N1	250,75	N2P2	262
N2	283,75	N1P2	252
P1	248,25	N2P1	292
P2	242,25		

#### 4.5.1.2 Analyse statistiques

. Les résultats d'analyse de variance de nombre d'épi par mètre carré au seuil de 5 % sont synthétisés dans le tableau16

**Tableau16** : Analyse de variance du nombre des épis par mètre carré

Source	DDL	SCE	CM	F	P	CV
Répétition	3	34690	11563,4			
Fertilisation	8	13345	1668,1	0,71	0,6807	
Residuelle	24	56421	2350,9			18,96
Total	35	104456				

La valeur de la probabilité obtenue est supérieure à 0.05, donc les différences atteintes sont non significatives. Cela montre l'absence de l'effet de la fertilisation sur le nombre des épis par mètre carré.

#### 4.5.2 Nombre d'épillet par épi

##### 4.5.2.1 Présentation des résultats

Les valeurs moyennes de nombre d'épillet par épis sont présentées dans le tableau 17

**Tableau17** : Valeurs moyennes de nombre d'épillet par épi.

Traitement	nombre d'épillet par épis	Traitement	nombre d'épillet par épi
Témoin	16 ,17	N1P1	16,09
N1	15,67	N2P2	16,54
N2	15,60	N1P2	16,64
P1	15,88	N2P1	15,75
P2	15,88		

#### 4.5.2.2 Analyse statistiques

Les résultats d'analyse de variance de nombre d'épillet par épi au seuil de 5 % sont synthétisés dans le tableau 18.

**Tableau 18** : Analyse de variance du nombre d'épillet par épi.

Source	DDL	SCE	CM	F	P	CV
Répétition	3	2,3621	0,78735			
Fertilisation	8	3,6255	0 ,45319	0,45	0,8788	
Residuelle	24	24,1951	1,00813			6,27
Total	35	30,1827				

La valeur de la probabilité obtenue est supérieure à 0.05, donc les différences atteintes sont non significatives. Cela montre l'absence de l'effet de de la fertilisation sur le nombre des pies par épis.

#### 4.5.3 Nombre de grains par épi

##### 4.5.3.1 Présentation des résultats

Les valeurs moyennes de nombre des grains par épi représenté dans le tableau19.

**Tableau19** : Valeurs moyennes du nombre de grains par épi.

Traitement	Nombre des grains par épi	Traitement	Nombre des grains par épi
T0	44.02	N1P1	45.67
N1	54.46	N2P2	42.43
N2	54.67	N1P2	50.67
P1	46.42	N2P1	49.92



**4.5.3.2 Analyse statistiques**

Les résultats d’analyse de variance de nombre des grains par épi au seuil de 5 % sont synthétisés dans le tableau 20

**Tableau20** : Analyse de variance du nombre de grains par épi

Source	DDL	SCE	CM	F	P	CV
Répétition	3	411,78	137,259			
Fertilisation	8	661,71	82,714	4,30	0,0025	
Residuelle	24	461,79	19,241			9,14
Total	35	1535,28				

La valeur de la probabilité obtenue est inférieure à 0.05, donc les différences atteintes sont donc les différences atteintes sont significatives cela montre la présence de l’effet de la fertilisation sur le nombre des grains par épi.

**4.5.4 Poids de mille grains**

**4.5.4.1 Présentation des résultats**

Les valeurs moyennes du poids de mille grains sont présentes le tableau 21

**Tableau21** : Valeurs moyennes du poids de mille grains

Traitement	Poids de mille grains	Traitement	poids de mille grains
Témoin	51,89	N1P1	45,7
N1	51,21	N2P2	43,58
N2	47,4	N1P2	47,06
P1	47,85	N2P1	48,51
P2	47,25		

**4.5.4.2 Analyse statistique**

Les résultats d’analyse de variance au seuil de 5 % sont synthétisés dans le tableau22

**Tableau22 :** Analyse de variance du poids de milles graines

Source	DDL	SCE	CM	F	P	CV
Répétition	3	517,05	172,349			
Fertilisation	8	207,33	25,916	0,67	0,7103	
Residuelle	24	924,46	38,519			12,98
Total	35	1648,84				

Les résultats d’analyses de variance du poids de mille grains montrent des différences non significatives. Ceci s’explique par l’effet égal des différents niveaux de fertilisation sur le remplissage du grain. Probablement ce résultat est dû relativement à la présence au lessivage des fertilisants apportés suite aux pluies enregistrées durant plusieurs jours consécutifs.

**4.5.5 Rendement en grains**

**4.5.5.1 Présentation des résultats**

Les valeurs moyennes du rendement en graines sont présentes le tableau 23.

**Tableau 23 :** Valeurs moyennes du rendement des graines. (q/ha)

Traitement	Rendement en graines	Traitement	rendement en graines
Témoin	45,87	N1P1	33,06
N1	41,56	N2P2	32,26
N2	35,37	N1P2	38,69
P1	39,69	N2P1	43,74
P2	39,63		

**4.5.5.2 Analyse statistiques**

Les résultats d’analyse de variance du rendement en grains au seuil de 5 % sont synthétisés dans tableau 24.

**Tableau 24 :** Analyse de variance du rendement en grains.

Source	DDL	SCE	CM	F	P	CV
Répétition	3	1385,31	461,771			
Fertilisation	8	683,90	85,487	1,02	0,4480	
Residuelle	24	2011,85	83,827			23,55
Total	35	4081,06				

La valeur de la probabilité obtenue est supérieure à 0.05, donc les différences atteintes sont non significatives. Cela montre l'absence de l'effet de de la fertilisation sur le rendement en grains.

## **Conclusion générale**

## Conclusion générale

---

La campagne agricole 2021/2022 a été caractérisée par des conditions climatiques différentes de plusieurs années précédentes. Durant cette campagne, une sécheresse précoce prolongée qui a eu lieu durant deux mois consécutives ; le mois de décembre et janvier. Ces deux mois d'absence de pluie ont coïncidés avec les stades allant du semis au tallage. Une deuxième période humide très longue allant du début montaison jusqu'à l'épiaison. Cette période a été caractérisée par une pluviométrie régulière bien répartie sur le reste du cycle. Ces conditions climatiques favorables ont permis à la culture du blé de rattraper relativement sa croissance et son développement entravés au début du cycle.

Malgré que la fertilisation azotée et phosphatée est connue par son impact évident sur la croissance et le développement des cultures, cet impact n'a pas été observé sur l'ensemble les paramètres morphologiques et de rendement mesurés à l'exception du nombre de grain par épi.

L'absence de différences significatives entre les différents niveaux de fertilisation apportés à deux reprises au cours du cycle est probablement due l'accentuation du phénomène du lessivage suite aux pluies intenses enregistrées sur longue durée surtout après le premier apport. Ces pluies ont atteint une valeur de 154.4 mm

Il est donc conseillé de bien fractionner les apports de fertilisation en fonction des conditions climatiques, principalement pluviométrique pour garantir son optimisation et son efficacité.



**Références  
bibliographiques**

## Références bibliographiques

---

**ABAD et MUGNIERY, 2000-** Pathologie végétale Le monde végétal : du génome à la plante entière. Académie des Sciences, Rapport sur la science et la technologie n° 10. Paris,France: Editions Tec & Doc. 144p.

**ADE, (2000).** Le marché mondial du blé dur et la place de l'Union Européenne. Rapport D'évaluation de la politique Communautaire du blé dur, 30.p

**Adjabi, A., Bouzerzou, H., Lelarge, C., Benmahammed, A., Mekhlouf, A., Hanachi, A.,(2007).** Relationships between grain yield performance, Temporal Stability and Carbon Isotope discrimination in Durum wheat (*Triticum durum* Desf.) under Mediterranean conditions, *Journal of Agronomy*, 6(2) : 294-301.

Agriculturalsystems. American Society of Agronomy, Madison, WI, USA, pp 57–100

**Armand, R., (2009)** Étude des états de surface du sol et de leur dynamique pour différentes pratiques de travail du sol : mise au point d'un indicateur de ruissellement. Thèse de doctorat, Université de Strasbourg.

**Auzet, A.V., (2000)** Ruissellement, érosion et conditions de surface des sols à l'échelle de versants et petits bassins versants. Memoir de HDR, CEREG, ULP (Strasbourg).

**Bahlouli, F., Bouzerzour, H., Benmahammed, A., (2008).** Effets de la vitesse et de la durée du remplissage du grain ainsi que de l'accumulation des assimilats de la tige dans l'élaboration du rendement du blé dur (*Triticum durum* Desf.) dans les conditions de culture des hautes plaines orientales d'Algérie. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 12 (1): 31-39.

**Bahlouli,F., Bouzerzour, H., Benmahammed, A., and Hassous, K.L. (2005).** Selection of highyielding of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) under semi arid conditions. *Journal of Agronomy* 4 (4): 360-365.

**Baldy, C., (1974).** Contributions à l'étude fréquentielle des conditions climatiques. Leurs influences sur la production des principales zones céréalières d'Algérie. Doc. Projet Céréale.152 p.

**Bentaiba, rekia(2008)** la fertilisation azoté par différents modalités d'apport de deux variétés de blé dur hedba et nefer dans les conditions de haut chelif 39p

**Bouziane, A., (2001).** Influence de trois itinéraires techniques sur le rendement d'un blé dur (var.Mexicali) dans le sud de kanchela (roudjel). Thèse Ing, pp 11-16-17.

**Bozzini, A.,(1988).** Origin, distribution, and production of durum wheat in the world. In: Fabriani, G., & Lintas, C. (eds.). *Durum - Chemistry and technology*. American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul, Minnesota, USA, pp. 1-16.

**Brady NC, Weil RR (2008)** the nature and properties of soils. 14th ed. Upper Saddle River, N.J: Pearson Prentice Hall.

**Camuzard J.P., (2006)** Les sols marqueurs de la dynamique des systèmes géomorphologiques continentaux, Thèse de doctorat en Sciences et techniques, Caen. [https://tice.fr/cours\\_en\\_ligne/courses/LE SOL UN MILIEU COMPLEX/document](https://tice.fr/cours_en_ligne/courses/LE_SOL_UN_MILIEU_COMPLEX/document)

**Clavel.R,** la boulangerie moderne, Ed Egrolle.France. (1984), P.459.

## Références bibliographiques

---

**Council for Agricultural Science and Technology. (1992)** Water Quality: Agriculture's Role, Part 5 of 6. Dans: Water Quality: Agriculture's Role. Task Force Report, No. 120. Date d'accès 31/08/00. [http://www.inform.umd.edu/EdRes/Topic/AgrEnv/ndd/watermgt/water\\_quality\\_agricultures\\_role\\_part\\_5\\_of\\_6.html](http://www.inform.umd.edu/EdRes/Topic/AgrEnv/ndd/watermgt/water_quality_agricultures_role_part_5_of_6.html)

**FAO. (2007).** Perspectives alimentaires. Analyse des marchés mondiales. « En ligne » :

**Feillet P., 2000.** Le grain de blé composition et utilisation. Ed. INRA, Paris, 308 p.

**Fournier, F., (1955)** *La classification des terres selon leur valeur*, pp. 37-45 dans *Quelques aspects de la Science du sol aux États-Unis*, Bull, scientifique, n° 6, Direction de l'Agriculture, de l'élevage et des forêts, Ministère de la France d'Outre-Mer.

**Hao X, Ball BC, Culley JLB, Carter MR, Parkin GW (2008).** Soil Density and Porosity. In: Carter MR, Gregorich EG, editors. Soil sampling and methods of analysis. 2nd ed. Boca Raton, Fla.: CRC Press. (Canadian Society of Soil

<http://www.fao.org/010/ah864f/ah864f00.htm>

**Laala Zahira 2010** Analyse en chemin des relations entre le rendement en grains et les composantes chez des populations F3 de blé dur (*Triticum durum* Desf.) Sous conditions semi-arides.

**Le MADR, (Mai 2012)** « le renouveau agricole et rurale en marche » rapport du MADR, Alger.

**Mac Key, J., (2005).** Wheat: Its concept, evolution, and taxonomy. In: Conxita.

**Maelle A (2012)** Caractérisation de l'état de surface des sols nus agricoles

**Masle Meynard .J.,(1982).** Mise en évidence d'un stade critique par la montée d'une talle. *Agronomie*,1: 623-632.

**Masle, Meynard, J., (1981).** Relation entre croisement et développement pendant la montaison d'un peuplement de blé d'hiver, influence des conditions de nutrition. *Agronomie*.1 : 365-374.

**Masoni, A., Ercoli, L., Mariotti, M., Arduini, I., (2007).** Post-anthesis accumulation and remobilization of dry matter, nitrogen and phosphorus in durum wheat as affected by soil type Dipartimento di Agronomia e Gestione dell'Agroecosistema, via S. Michele degli Scalzi 2, 56125 Pisa, Italy. *Europ. J. Agronomy* 26(2007) 179-186

**Mengel, K. (1996)** Turnover of organic nitrogen in soils and its availability to crops. *Plant and Soil*, 181, 83-93.

**MESRANE Dihia 2018** L'évolution de la production de blé dur (*Triticum durum*) dans la Daïra de Bouira et El Hachimia .

**Oik DC (2008)** Organic forms of soil nitrogen. In: Schepers JS, Raun WR (eds) Nitrogen in par imagerie radar TerraSAR-X. Thèse Doctorat UMR TETIS, Maison de la télédétection, Montpellier Cedex 5, France, 244p.

**Salma A., Ben salem M., Ben Naceur M. et Zide D .2005.** les céréales en tunisie : production, effet de la sécheresse et mécanismes de résistance. *Sécheresse* (16) 3 :225-9.

*Science*). p. 743–759.

**TAIB HOCINE 2018** Bouira; Conseil de wilaya consacré à l'agriculture et la formation Professionnelle <http://www.carrefouralgerie.com>





# **Annexes**

# Annexes

## Annexe 1.

Precedent culturale	Jachere travaillé après orge			
Iténaires techniques	Outil	Date	Produit	Quantité ou dose
Labour	Charrue à disque ( 5 disques)			
Recroissance	Cover crop	21 Decembre 2021		
Tracage	Chaux/ Ficelle/ Décametre	23 Decembre 2021		
Engrais de Fond	Manuel	23 Decembre 2021		
Semis	Semoir experimentale	19 Decembre 2021		
Rouillage	roulou croskill	20 Decembre 2021		
Engrais de couverture 1 er apport	Manuel	02 Fevrier 2022	Urée 46%	
Irrigation	Asperssion	02 Fevrier 2022	/	2000 Litre
Desherbage	Pulverisateur	22 Fevrier 2022	Cossak OD	1l/ha
Engrais de couverture 2 eme apport	Manuel	15-mars-22	Urée 46%	En fonction de traitement
Irrigation	Asperssion	15-mars-22		4000 Litre
Traitement Fongique	Pulverisateur	07-avr	Artea	0,5 l/ha

## Annexe 2. Tableau des données climatiques

Chronologie		HC Air temperature [°C]		Precipitation [mm]	Stade phynologique / Iténaire techniques
Mois	Date/heure	Min	max	Somme	
Septembre	2021-09-01 00:00:00	31,06	38,83	0,2	
Septembre	2021-09-02 00:00:00	28	34,76	0	
Septembre	2021-09-03 00:00:00	27,11	33,94	0	
Septembre	2021-09-04 00:00:00	26,74	33,98	0	
Septembre	2021-09-05 00:00:00	28,17	36,87	0	
Septembre	2021-09-06 00:00:00	26,93	36,64	0	
Septembre	2021-09-07 00:00:00	29,94	41,02	0	
Septembre	2021-09-08 00:00:00	31,39	39,57	0	
Septembre	2021-09-09 00:00:00	27,53	31,88	0	
Septembre	2021-09-10 00:00:00	25,98	33,28	0	
Septembre	2021-09-11 00:00:00	25,67	33,59	0	
Septembre	2021-09-12 00:00:00	27,25	37,86	0	
Septembre	2021-09-13 00:00:00	27,47	37,58	0	
Septembre	2021-09-14 00:00:00	32,73	39,82	0	
Septembre	2021-09-15 00:00:00	29,96	35,89	0	
Septembre	2021-09-16 00:00:00	26,68	32,3	0	
Septembre	2021-09-17 00:00:00	25,64	31,58	0	
Septembre	2021-09-18 00:00:00	25,63	34,29	0	
Septembre	2021-09-19 00:00:00	25,23	34,13	0	

## Annexes

Septembre	2021-09-20 00:00:00	24,93	30,73	0	
Septembre	2021-09-21 00:00:00	22,23	27,14	5,8	
Septembre	2021-09-22 00:00:00	24,13	31,42	8,8	
Septembre	2021-09-23 00:00:00	27,63	33,36	0	
Septembre	2021-09-24 00:00:00	29,32	39,68	0	
Septembre	2021-09-25 00:00:00	27,25	34,2	0	
Septembre	2021-09-26 00:00:00	26,05	30,99	0	
Septembre	2021-09-27 00:00:00	24,08	32,73	0	
Septembre	2021-09-28 00:00:00	23,77	33,93	0	
Septembre	2021-09-29 00:00:00	22,82	31,5	0	
Septembre	2021-09-30 00:00:00	22,86	31,61	0	
Total / Moy Sep		30	34,5	14,8 mm	
Octobre	2021-10-01 00:00:00	22,64	31,77	0	
Octobre	2021-10-02 00:00:00	22,83	29,95	0	
Octobre	2021-10-03 00:00:00	23,17	31,9	0	
Octobre	2021-10-04 00:00:00	22,06	25,45	0	
Octobre	2021-10-05 00:00:00	19,3	26,96	0	
Octobre	2021-10-06 00:00:00	19,64	28,45	0,2	
Octobre	2021-10-07 00:00:00	20,5	27,68	0	
Octobre	2021-10-08 00:00:00	19,76	26,82	0	
Octobre	2021-10-09 00:00:00	19,33	26,18	0,2	
Octobre	2021-10-10 00:00:00	19	26,85	0	
Octobre	2021-10-11 00:00:00	20,44	29,83	1,6	
Octobre	2021-10-12 00:00:00	20,07	25,01	0	
Octobre	2021-10-13 00:00:00	18,39	25,04	0	
Octobre	2021-10-14 00:00:00	18,07	23,92	0	
Octobre	2021-10-15 00:00:00	17,12	26,78	0	
Octobre	2021-10-16 00:00:00	17,64	27,3	0	
Octobre	2021-10-17 00:00:00	19,29	22,89	0	
Octobre	2021-10-18 00:00:00	21,21	26,77	0	
Octobre	2021-10-19 00:00:00	19,73	29,51	0	
Octobre	2021-10-20 00:00:00	19,68	29,87	0	
Octobre	2021-10-21 00:00:00	21,86	29,89	0	
Octobre	2021-10-22 00:00:00	19,09	26,98	0	
Octobre	2021-10-23 00:00:00	17,83	24,41	0	
Octobre	2021-10-24	17,2	23,91	0	

## Annexes

	00:00:00				
Octobre	2021-10-25 00:00:00	15,51	23,64	0	
Octobre	2021-10-26 00:00:00	17,04	23,59	0	
Octobre	2021-10-27 00:00:00	18,55	23,53	0	
Octobre	2021-10-28 00:00:00	17,04	24,54	0	
Octobre	2021-10-29 00:00:00	16,58	24,37	0	
Octobre	2021-10-30 00:00:00	18,49	25,97	0	
Octobre	2021-10-31 00:00:00	22,05	26,76	0	
Novembre	2021-11-01 00:00:00	22,22	25,97	0	
Novembre	2021-11-02 00:00:00	21,2	24,91	0,2	
Novembre	2021-11-03 00:00:00	17,73	22,13	6,8	
Novembre	2021-11-04 00:00:00	13,58	17,07	3,2	
Novembre	2021-11-05 00:00:00	10,89	16,06	1,2	
Novembre	2021-11-06 00:00:00	9,81	11,16	28,4	
Novembre	2021-11-07 00:00:00	12,09	15,37	16,2	
Novembre	2021-11-08 00:00:00	10,32	13,16	0,4	
Novembre	2021-11-09 00:00:00	11,43	14,19	15,2	
Novembre	2021-11-10 00:00:00	12,43	13,71	0,8	
Novembre	2021-11-11 00:00:00	13,67	18,91	2,6	
Novembre	2021-11-12 00:00:00	11,37	15,45	3,6	
Novembre	2021-11-13 00:00:00	14,25	17,86	1,4	
Novembre	2021-11-14 00:00:00	13,73	17,35	0,4	
Novembre	2021-11-15 00:00:00	11,61	15,85	13,8	
Novembre	2021-11-16 00:00:00	11,61	14,26	11	
Novembre	2021-11-17 00:00:00	12,9	15,97	0,4	
Novembre	2021-11-18 00:00:00	14,21	17	0,4	
Novembre	2021-11-19 00:00:00	13,53	21,17	0,2	
Novembre	2021-11-20 00:00:00	16,07	20,4	0,8	
Novembre	2021-11-21 00:00:00	14,56	19,21	0	
Novembre	2021-11-22 00:00:00	11,87	15,99	10	
Novembre	2021-11-23 00:00:00	12,43	19,22	1,6	
Novembre	2021-11-24 00:00:00	12,43	16,54	4,4	
Novembre	2021-11-25 00:00:00	9,97	11,62	15	
Novembre	2021-11-26 00:00:00	10,25	14	3	
Novembre	2021-11-27 00:00:00	9,89	12,03	4,6	
Novembre	2021-11-28 00:00:00	9,25	12,18	5,2	

## Annexes

Novembre	2021-11-29 00:00:00	10,75	15,22	2	
Novembre	2021-11-30 00:00:00	11,87	14,12	0,2	
Décembre	2021-12-01 00:00:00	9,64	15,99	0,4	
Décembre	2021-12-02 00:00:00	10,35	12,26	16,8	
Décembre	2021-12-03 00:00:00	8,78	13,57	5,8	
Décembre	2021-12-04 00:00:00	8,87	15,42	0,2	
Décembre	2021-12-05 00:00:00	11,89	16,35	0	
Décembre	2021-12-06 00:00:00	10,06	14,44	9,8	
Décembre	2021-12-07 00:00:00	9,58	17,63	0	
Décembre	2021-12-08 00:00:00	11,26	14,76	3,8	
Décembre	2021-12-09 00:00:00	10,69	14,86	0,8	
Décembre	2021-12-10 00:00:00	12,39	14,33	0	
Décembre	2021-12-11 00:00:00	13,63	18,11	0	
Décembre	2021-12-12 00:00:00	10,99	16,48	0	
Décembre	2021-12-13 00:00:00	9,74	17,33	0,2	
Décembre	2021-12-14 00:00:00	8,72	17,99	0	
Décembre	2021-12-15 00:00:00	8	16,51	0,2	
Décembre	2021-12-16 00:00:00	9,2	17,32	0,2	
Décembre	2021-12-17 00:00:00	9,26	18,91	0	
Décembre	2021-12-18 00:00:00	12,94	19,51	0	
Décembre	2021-12-19 00:00:00	10,45	19,78	0,2	Semis
Décembre	2021-12-20 00:00:00	8,56	15,78	0	
Décembre	2021-12-21 00:00:00	10,01	20,39	0,2	
Décembre	2021-12-22 00:00:00	10,42	16,98	0	
Décembre	2021-12-23 00:00:00	10,91	18,7	0,2	
Décembre	2021-12-24 00:00:00	12,51	20,99	0,2	
Décembre	2021-12-25 00:00:00	14,08	19,78	0,2	
Décembre	2021-12-26 00:00:00	14,09	17,41	0	
Décembre	2021-12-27 00:00:00	16,54	19,5	0	
Décembre	2021-12-28 00:00:00	16,79	19,43	0	
Décembre	2021-12-29 00:00:00	14,18	19,76	0	
Décembre	2021-12-30 00:00:00	11,46	21,75	0,2	
Décembre	2021-12-31 00:00:00	10,59	20,69	0,2	
Janvier	2022-01-01 00:00:00	10,84	22,05	0,2	
Janvier	2022-01-02 00:00:00	10,89	21,69	0	
Janvier	2022-01-03 00:00:00	10,65	22,96	0,2	

## Annexes

	00:00:00				
Janvier	2022-01-04 00:00:00	11,39	22,33	0	
Janvier	2022-01-05 00:00:00	12,66	15,94	0	
Janvier	2022-01-06 00:00:00	8,33	11,79	1,2	
Janvier	2022-01-07 00:00:00	7,18	12,49	0	
Janvier	2022-01-08 00:00:00	6,3	12,46	0,2	
Janvier	2022-01-09 00:00:00	7,65	14,89	0	
Janvier	2022-01-10 00:00:00	12,91	16,87	0	
Janvier	2022-01-11 00:00:00	10,76	14,11	0,2	
Janvier	2022-01-12 00:00:00	5,28	11,8	1	
Janvier	2022-01-13 00:00:00	5,29	9,97	0,4	
Janvier	2022-01-14 00:00:00	6,4	14,91	0,2	
Janvier	2022-01-15 00:00:00	7,26	16,68	0,2	
Janvier	2022-01-16 00:00:00	7,02	15,35	0	
				5,2	
Janvier	2022-01-17 00:00:00	6,92	15,36	0	
Janvier	2022-01-18 00:00:00	6,99	16,87	0	
Janvier	2022-01-19 00:00:00	7,33	17,57	0	
Janvier	2022-01-20 00:00:00	6,65	15,65	0	
Janvier	2022-01-21 00:00:00	7,09	14,98	0	Début levée
Janvier	2022-01-22 00:00:00	7,13	14,67	0	
Janvier	2022-01-23 00:00:00	8,11	17,12	0	
Janvier	2022-01-24 00:00:00	7,5	15,67	0	
Janvier	2022-01-25 00:00:00	9,45	18,26	0	
Janvier	2022-01-26 00:00:00	11,8	18,72	0	
Janvier	2022-01-27 00:00:00	9,73	17,25	0	Levée
Janvier	2022-01-28 00:00:00	8,32	17,73	0	
Janvier	2022-01-29 00:00:00	8,2	17,96	0	
Janvier	2022-01-30 00:00:00	7,27	19,03	0	
Janvier	2022-01-31 00:00:00	8,53	17,23	0	
Février	2022-02-01 00:00:00	10,38	15,8	0	
Février	2022-02-02 00:00:00	8,74	18,47	0,2	Début tallage
Février	2022-02-03 00:00:00	11,59	24,81	0	
Février	2022-02-04 00:00:00	12,88	23,87	0	
Février	2022-02-05 00:00:00	10,53	20,05	0	
Février	2022-02-06 00:00:00	11,12	18,4	0	

## Annexes

Février	2022-02-07 00:00:00	10,53	19,32	0	
Février	2022-02-08 00:00:00	10,44	16,56	0	Tallage
Février	2022-02-09 00:00:00	10,27	21,25	0	
Février	2022-02-10 00:00:00	12,29	19,65	0	
Février	2022-02-11 00:00:00	9,34	16,65	0	
Février	2022-02-12 00:00:00	10,18	16,78	0	
Février	2022-02-13 00:00:00	10,21	19,13	0	
Février	2022-02-14 00:00:00	9,99	18,06	0	
Février	2022-02-15 00:00:00	11,96	17,07	0,2	
Février	2022-02-16 00:00:00	8,81	17,71	0,2	
Février	2022-02-17 00:00:00	10,57	20,03	0	
Février	2022-02-18 00:00:00	13,4	26,24	0	
Février	2022-02-19 00:00:00	15,43	20,76	0	
Février	2022-02-20 00:00:00	12,22	16,83	1,2	
Février	2022-02-21 00:00:00	11,27	20,04	0	
Février	2022-02-22 00:00:00	11,09	21,44	0,2	
Février	2022-02-23 00:00:00	11,78	20,74	0	
Février	2022-02-24 00:00:00	16,03	25,7	0	
Février	2022-02-25 00:00:00	13,23	18,91	0	
Février	2022-02-26 00:00:00	13,12	18,16	0	
Février	2022-02-27 00:00:00	12,32	15,35	1	
Février	2022-02-28 00:00:00	9,4	12,33	9,2	
Mars	2022-03-01 00:00:00	7,25	15,01	0,2	
Mars	2022-03-02 00:00:00	9,61	19,56	0	
Mars	2022-03-03 00:00:00	10,81	18,92	0	
Mars	2022-03-04 00:00:00	10,87	13,89	6	
Mars	2022-03-05 00:00:00	10,78	16	1,8	
Mars	2022-03-06 00:00:00	11,56	17,24	5	
Mars	2022-03-07 00:00:00	11,01	17,24	3,8	
Mars	2022-03-08 00:00:00	10,72	13,99	2,6	
Mars	2022-03-09 00:00:00	11,58	18,1	0,4	
Mars	2022-03-10 00:00:00	13,86	21,14	0	
Mars	2022-03-11 00:00:00	13,36	20,62	0	Fin Tallage
Mars	2022-03-12 00:00:00	14,19	18,53	1,4	
Mars	2022-03-13 00:00:00	11,83	18,41	0,2	
Mars	2022-03-14	19,24	24,52	0	

## Annexes

	00:00:00				
Mars	2022-03-15 00:00:00	20,69	22,48	0	Montaison
Mars	2022-03-16 00:00:00	17,13	21,94	1	
Mars	2022-03-17 00:00:00	11,63	16,65	2,8	
Mars	2022-03-18 00:00:00	12,27	17,51	0	
Mars	2022-03-19 00:00:00	11,22	14,86	2,8	
Mars	2022-03-20 00:00:00	13,39	18,8	0,4	
Mars	2022-03-21 00:00:00	15,49	19,73	3	
Mars	2022-03-22 00:00:00	14,87	19,4	10	
Mars	2022-03-23 00:00:00	13,61	16,66	8,2	
Mars	2022-03-24 00:00:00	15,34	20,02	0	
Mars	2022-03-25 00:00:00	16,62	20,32	0	
Mars	2022-03-26 00:00:00	14,91	18,41	0	
Mars	2022-03-27 00:00:00	13,41	21,43	0	
Mars	2022-03-28 00:00:00	16,38	26,56	0	Gonflement
Mars	2022-03-29 00:00:00	20,48	25,19	0,4	
Mars	2022-03-30 00:00:00	14,23	17,4	4	
Mars	2022-03-31 00:00:00	13,46	17,87	7,6	
Avril	2022-04-01 00:00:00	11,76	16,68	13,4	
Avril	2022-04-02 00:00:00	9,6	16,25	0,2	
Avril	2022-04-03 00:00:00	9,03	14,85	1,6	
Avril	2022-04-04 00:00:00	12,02	15,45	13,8	
Avril	2022-04-05 00:00:00	14,99	23,12	0,4	
Avril	2022-04-06 00:00:00	12,68	17,01	0,8	
Avril	2022-04-07 00:00:00	14,54	20,88	0	Début epiaison
Avril	2022-04-08 00:00:00	14,22	21,98	0	
Avril	2022-04-09 00:00:00	15,62	23,66	0	
Avril	2022-04-10 00:00:00	17,06	26,86	0	
Avril	2022-04-11 00:00:00	22,49	29,49	0	
Avril	2022-04-12 00:00:00	19,34	25,58	7,4	
Avril	2022-04-13 00:00:00	12,66	16,96	18,4	
Avril	2022-04-14 00:00:00	12,09	14,2	43,2	
Avril	2022-04-15 00:00:00	14,15	17,69	11,4	Epiaison
Avril	2022-04-16 00:00:00	14,62	21,16	0	
Avril	2022-04-17 00:00:00	15,79	24,84	0,2	
Avril	2022-04-18 00:00:00	16,67	27,13	0	



## Annexes

Avril	2022-04-19 00:00:00	17,65	26,01	0	
Avril	2022-04-20 00:00:00	14,67	20,27	3,8	Fin Floraison
Avril	2022-04-21 00:00:00	12,86	17,75	4,4	
Avril	2022-04-22 00:00:00	15,24	23,69	0	Floraison
Avril	2022-04-23 00:00:00	15,19	19,87	0	
Avril	2022-04-24 00:00:00	14,63	21,8	0	
Avril	2022-04-25 00:00:00	16,16	25,04	0	
Avril	2022-04-26 00:00:00	18,39	28,56	0,4	
Avril	2022-04-27 00:00:00	17,29	20,21	2,6	
Avril	2022-04-28 00:00:00	14,02	17,58	13,6	
Avril	2022-04-29 00:00:00	15,18	20,34	1	
Avril	2022-04-30 00:00:00	16,32	22,6	0	
Mai	2022-05-01 00:00:00	15,3	24,34	0	
Mai	2022-05-02 00:00:00	18,06	27,73	0	
Mai	2022-05-03 00:00:00	17,31	24,47	1,8	
Mai	2022-05-04 00:00:00	18,29	22,5	0	
Mai	2022-05-05 00:00:00	14,88	16,74	15,6	
Mai	2022-05-06 00:00:00	15,33	22,89	0	
Mai	2022-05-07 00:00:00	16,06	23,58	0	
Mai	2022-05-08 00:00:00	16,56	25,31	0,2	
Mai	2022-05-09 00:00:00	18,1	26,76	0	
Mai	2022-05-10 00:00:00	17,24	24,58	0	
Mai	2022-05-11 00:00:00	18,43	29,07	0,2	
Mai	2022-05-12 00:00:00	21,81	31,71	0	
Mai	2022-05-13 00:00:00	22,39	30,95	0	
Mai	2022-05-14 00:00:00	23,65	35,15	0	
Mai	2022-05-15 00:00:00	24,15	33,64	0	
Mai	2022-05-16 00:00:00	23,71	31,36	0	
Mai	2022-05-17 00:00:00	24,56	34,84	0	
Mai	2022-05-18 00:00:00	24,35	34,26	0	
Mai	2022-05-19 00:00:00	25,96	37,57	0	
Mai	2022-05-20 00:00:00	27,54	37,44	0	
Mai	2022-05-21 00:00:00	26,9	36,46	0	
Mai	2022-05-22 00:00:00	22,22	24,62	0	