

République algérienne démocratique et populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique  
جامعة 8 ماي 1945  
UNIVERSITE DU 8 MAI 1945  
Faculté des sciences de la nature et de la vie, sciences de la terre et de l'univers



**Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master**  
**Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie**  
**Filière : science agronomique**  
**Spécialité/Option : phytopharmacie et protection des végétaux**  
**Département : Écologie et Génie d'Environnement**

**Thème :**  
**Effet du changement du sol sur le rendement des céréales, cas**  
**de blé dur, tendre et de l'orge.**

**Présenté par :**

- Hamlaoui Ahmed Abdelbasset
- Meniaia Abderrahmen

**Devant le jury composé de :**

<b>Présidente :</b>	<b>M<sup>me</sup> LAOUAR Hadia</b>	<b>M.C.B</b>	<b>Université de Guelma</b>
<b>Examinatrice :</b>	<b>M<sup>me</sup> CHAHAT Nora</b>	<b>M.C.B</b>	<b>Université de Guelma</b>
<b>Encadreur :</b>	<b>M<sup>r</sup> AISSAOUI Ryadh</b>	<b>M.C.B</b>	<b>Université de Guelma</b>

**Juin 2024**

## *Remerciements*

*Nous tenons à remercier tout d'abord Allah, le tout puissant de nous avoir donné la force et la patience pour mettre ce travail à sa fin.*

*Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements et notre profonde gratitude envers Mme DR LAOUAR HADIA presidente du jury qui a tenu à presider notre jury de soutenance de notre PFE malgré toutes ses obligations. Nos remerciements vont également à Mme DR CHAHAT N. qui nous a fait l'honneur d'examiner notre modeste travail ; qu'elle trouve ici l'expression de nos profonds remerciements. Sans oublier notre cher DR AISSAOUI R. qui nous a fait l'honneur de diriger ce travail de recherche pour son orientation son soutien et sa précieuse expertise tout au long de notre parcours D'études . Sa supervision attentive et ses compétences ont été d'une importance capitale pour la réussite de notre travail. Merci pour nous avoir accordé votre temps pour évaluer notre travail et de partager vos observations et recommandations précieuses. Vos expertises et votre contribution ont joué un rôle déterminant dans l'amélioration de la qualité de notre mémoire.*

*Nos remerciements vont également à Mr Guedri Mehdi et Mme Hanane, responsable des laboratoires et Mme louiza responsable du laboratoire de zoologie de nous avoir facilité la réalisation de notre partie pratique.*

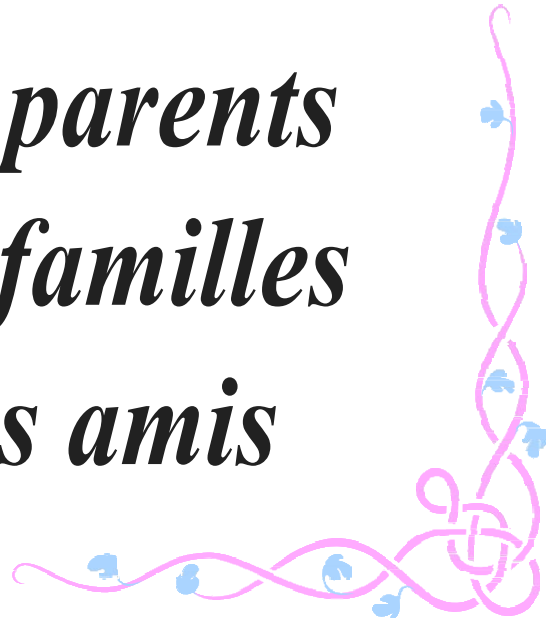
*Enfin, nous remercions nos meilleures ami(e)s, nos collègues ainsi que toutes les personnes qui nous ont aidé ou encouragé à réaliser ce modeste travail.*

*Merci à tous et à toutes*





*Dédicace*  
*A nos parents*  
*A nos familles*  
*A nos amis*



*Avec toute notre gratitude et amour.*

Hamlaoui Ahmed Abdelbasset et Meniaia Abderrahmen

# Sommaire

Liste des figures		
Liste des tableaux		
Liste des abréviations		
<b>Introduction</b>		
1.	Introduction	1
<b>Chapitre II : Matériel et méthodes</b>		
1.	Lieu de l'expérimentation	8
2.	Matériel végétale	8
3.	Matériel pédologique	8
4.	Matériel de laboratoire	9
5.	Méthodes	11
5.1.	Méthode d'échantillonnage du sol	11
5.2.	Essai de germination	11
5.3.	Analyse du sol	13
5.3.1.	Texture du sol	13
5.3.2.	Mesure du pH et de la conductivité électrique du sol	14
5.3.3.	Mesure du calcaire	15
5.3.4.	Mesure de la matière organique	16
5.4.	L'essai de croissance	17
5.5.	L'irrigation des boîtes de Pétri	18
5.6.	L'arrosage des pots	18
6.	Paramètres étudiés	19
6.1.	Paramètres relatifs à la germination des graines	19
6.1.1	Essai en boîtes de Pétri	19
6.2.	Paramètres relatifs à la croissance et le développement	19

6.2.1.	Hauteur des plantes	19
6.2.2.	Longueur de la racine principale	19
6.2.3.	Nombre de feuilles	20
6.2.4.	Poids frais des parties aériennes et souterraines	20
6.2.5.	Poids sec des parties aériennes et souterraines	20
6.2.6.	La surface foliaire SF	21
6.2.7.	Dosage des pigments chlorophylliens	21
<b>II. Résultats et discussion</b>		
1.	Résultats des analyses physicochimiques des types de sol	23
1.1.	Mesure du pH	23
1.2.	Mesure de la conductivité électrique (CE)	24
1.3.	Mesure du calcaire	25
1.4.	Mesure de la matière organique	26
1.5.	Texture du sol	27
1.6.	Résultat de L'arrosage des pots	28
2.	Résultats du test de germination sur boîtes de Pétri	29
2.1.	Le blé dur	30
2.2.	Le blé tendre	31
2.3.	L'orge	32
3.	Résultats de l'essai de croissance et de développement des plantes dans les pots...	33
3.1.	Nombre des feuilles	33
3.2.	Surface foliaire	33
3.2.1.	Pour blé tendre	33
3.2.2.	Pour l'orge	34
3.3.	La longueur de la racine principale	35
3.4.	Hauteur des plantes	35
3.5.	Le poids frais de la partie aérienne et souterraine	36
3.5.1.	L'orge	36
3.5.2.	Blé tendre	37

3.6.	Le poids sec de la partie aérienne et souterraine	37
3.6.1.	L'orge	37
3.6.2.	Blé tendre	38
3.7.	La teneur en Chlorophylle	39
3.7.1.	La teneur en Chlorophylle Chla	39
3.7.2.	La teneur en Chlorophylle Chlb	40
3.7.3.	La teneur en Chlorophylle Chla+b	41
<b>Conclusion</b>		

## Listes des figures

<b>Figure 1.</b>	Situation géographique des points de prélèvement des échantillons du sol (Google earth)	9
<b>Figure 2</b>	Essai de la germination des variétés des céréales sur boîte Pétri	12
<b>Figure 3</b>	Les textures du sol	14
<b>Figure 4</b>	Mesure de la conductivité.	15
<b>Figure 5</b>	Mesure du Ph.	15
<b>Figure 6</b>	Mesure du calcaire	16
<b>Figure 7</b>	Détermination de la matière organique	17
<b>Figure 8</b>	Photo de l'essai de croissance des variétés dans les six types de sol.	18
<b>Figure 9</b>	L'arrosage des six sols étudiés.	19
<b>Figure 10</b>	Détermination du poids frais des parties aériennes et souterraines.	20
<b>Figure 11</b>	Détermination du poids sec des parties aériennes et souterraines.	21
<b>Figure 12</b>	Dosage des pigments chlorophylliens.	22
<b>Figure 13</b>	Variation du pH des échantillons de sol.	23
<b>Figure 14</b>	Variation du Conductivité des échantillons de sol.	24
<b>Figure 15</b>	Mesure du calcaire ( $\text{CO}_3$ ).	25
<b>Figure 16</b>	Mesure du Matière organique.	27
<b>Figure 17</b>	Tests de germination	30
<b>Figure 18</b>	Pourcentage de test de germination (Blé dur)	31
<b>Figure 19</b>	Pourcentage de test de germination (Blé tendre)	32
<b>Figure 20</b>	Pourcentage de test de germination (Orge)	33
<b>Figure 21</b>	Surface foliaire de Blé tendre.	34
<b>Figure 22</b>	Surface foliaire d'orge.	34
<b>Figure 23</b>	La longueur de la racine principale	35
<b>Figure 24</b>	Hauteur des plantes.	36
<b>Figure 25</b>	Le poids frais de la partie aérienne et souterraine orge.	36
<b>Figure 26</b>	Le poids frais de la partie aérienne et souterraine ble tendre.	37
<b>Figure 27</b>	Le poids sec de la partie aérienne et souterraine Orge.	38
<b>Figure 28</b>	Le poids sec de la partie aérienne et souterraine blé tendre.	39
<b>Figure 29</b>	La teneur en chlorophylle chl a des variétés du blé tendres et l'orge Chlb	40



<b>Figure 30</b>	La teneur en chlorophylle chl b des variétés du blé tendres et l'orge	41
<b>Figure 31</b>	La teneur en chlorophylle chl a+b des variétés du blé tendres et l'orge	42

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1.</b>	Les coordonnées géographiques des stations de l'échantillonnage	8
<b>Tableau 2</b>	Description de la disposition expérimentale de l'essai de germination	9
<b>Tableau 3</b>	L'essai de croissance des variétés dans les six types de sol	17
<b>Tableau 4</b>	Illustration de la texture des échantillons de sols	27
<b>Tableau 5</b>	La quantité d'eau dans les différents types de sol.	28

## Listes des abréviations

CE : Conductivité électrique

Chl : chlorophylle

L : longueur

MO : Matière organique

S : Sol

SF: Surface foliaire

## INTRODUCTION

Les céréales constituent une composante fondamentale de l'alimentation humaine depuis des millénaires. Cultivées à travers le monde, elles jouent un rôle crucial non seulement dans la nutrition, mais aussi dans l'économie et la culture de nombreuses sociétés. Elles sont les plus couramment consommées incluant le blé, le riz, le maïs, l'orge, l'avoine et le seigle. Ces grains sont une source majeure de glucides, fibres, vitamines et minéraux essentiels, contribuant ainsi de manière significative à la sécurité alimentaire globale **(FAO, 2013)**.

Les céréales se distinguent par leur capacité à être transformées en une multitude de produits alimentaires, allant des farines et pâtes aux pains et boissons fermentées. Cette polyvalence explique en grande partie leur importance dans les régimes alimentaires de diverses cultures **(Shewry et Hey, 2015)**. En outre, les céréales jouent un rôle clé dans l'agriculture durable, grâce à leurs faibles exigences en eau et leur capacité à être cultivées dans divers climats **(Pingali, 2012)**.

Cependant, le secteur des céréales fait face à plusieurs défis contemporains. Les changements climatiques, l'évolution des régimes alimentaires et la pression croissante pour des pratiques agricoles durables imposent une transformation de la production céréalière. Comprendre ces dynamiques est capital pour garantir un approvisionnement alimentaire sûr et équilibré à l'avenir **(Godfray et al., 2010)**.

Les céréales ont une longue histoire qui remonte aux débuts de l'agriculture humaine. Les premières traces de domestication des céréales apparaissent au Néolithique, il y a environ 10 000 ans, dans le Croissant fertile, une région qui englobe les vallées du Tigre, de l'Euphrate, du Jourdain, ainsi que certaines parties de l'Égypte moderne **(Zohary et Hopf, 2000)**.

Les plus anciennes espèces domestiquées incluent l'orge *Hordeum vulgare* et le blé *Triticum spp.*, notamment l'en grain *Triticum monococcum* et l'amidonniér *Triticum dicoccum* **(Harlan, 1992)**. Ces céréales ont été cruciales pour les premières civilisations agricoles, car elles pouvaient être stockées pendant de longues périodes, assurant ainsi une source stable de nourriture **(Hillman et Davies, 1990)**.

L'agriculture céréalière s'est ensuite propagée à travers l'Europe, l'Asie et l'Afrique, accompagnant les migrations humaines et les échanges commerciaux. Par exemple, le riz *Oryza sativa* a été domestiqué indépendamment en Asie de l'Est, en particulier dans les vallées du Yangzi en Chine, il y a environ 8 000 ans **(Fuller et Qin, 2009)**. Le maïs *Zea mays*, quant à lui, a été domestiqué en Mésomérique, probablement dans la région de la vallée de Tehuacán au Mexique, il y a environ 9 000 ans **(Piperno et Flannery, 2001)**.

## INTRODUCTION

Au cours des derniers siècles, l'importance des céréales n'a cessé de croître avec la révolution agricole, industrielle et verte. Cette dernière, en particulier, a transformé la production céréalière dans les années 1960 et 1970, grâce à l'introduction de variétés à haut rendement, de fertilisants chimiques et de techniques d'irrigation avancées (**Evenson et Gollin, 2003**). Ces innovations ont permis d'augmenter considérablement les rendements céréaliers, contribuant à la sécurité alimentaire mondiale.

Les céréales telles que le blé dur, le blé tendre et l'orge appartiennent à la famille des *Poaceae*, également connue sous le nom de Graminées. Cette famille comprend des plantes monocotylédones largement cultivées pour leurs graines comestibles.

Le blé dur est principalement utilisé pour la fabrication de pâtes alimentaires en raison de sa teneur élevée en gluten et de sa dureté. Les grains de blé dur sont plus gros et plus durs que ceux du blé tendre, ce qui les rend idéaux pour la production de semoule utilisée dans les pâtes. Cette espèce est principalement cultivée dans les régions à climat méditerranéen telles que l'Italie, la Turquie, l'Afrique du Nord, ainsi que dans certaines parties des États-Unis et du Canada (**MacKey, 1966**). Le blé dur est reconnu pour sa capacité à résister aux conditions climatiques arides et sa haute teneur en protéines.

Règne : Plantae

Division : Magnoliophyta

Classe : Liliopsida

Ordre : Poales

Famille : Poaceae

Genre : Triticum

Espèce : *Triticum durum*

Le blé tendre est la variété de blé la plus cultivée et la plus consommée dans le monde. Utilisé principalement pour la fabrication de pain, de pâtisseries et de biscuits, le blé tendre possède une texture plus douce et une teneur en protéines légèrement inférieure à celle du blé dur, ce qui le rend plus approprié pour les produits nécessitant une texture plus légère et moelleuse (**MacKey, 1966**). Cette espèce est cultivée dans une grande variété de climats, de l'Amérique du Nord et de l'Europe à l'Asie et l'Australie. Le blé tendre est également un composant clé de nombreux aliments transformés et produits de boulangerie.

## INTRODUCTION

Règne : Plantae

Division : Magnoliophyta

Classe : Liliopsida

Ordre : Poales

Famille : Poaceae

Genre : Triticum

Espèce : *Triticum aestivum*

L'orge est une céréale polyvalente utilisée principalement pour l'alimentation animale, la production de malt pour la bière et, dans une moindre mesure, pour la consommation humaine sous forme de grains entiers ou de farine. Les grains d'orge sont riches en fibres et en nutriments essentiels. Les principaux producteurs d'orge incluent la Russie, l'Allemagne, la France, et l'Australie. L'orge est particulièrement appréciée pour sa capacité à croître dans des conditions climatiques difficiles et des sols moins fertiles, ce qui en fait une culture essentielle dans de nombreuses régions du monde (**Zohary et Hopf, 2000**). Elle est également utilisée dans les régimes alimentaires traditionnels de nombreuses cultures et pour des produits spécialisés tels que les soupes et les boissons fermentées.

Règne : Plantae

Division : Magnoliophyta

Classe : Liliopsida

Ordre : Poales

Famille : Poaceae

Genre : Hordeum

Espèce : *Hordeum vulgare*

Les différentes variétés de blé, telles que le blé dur et le blé tendre, ainsi que l'orge, occupent des places spécifiques et cruciales dans l'agriculture mondiale. Chacune de ces céréales a des utilisations distinctes qui contribuent de manière significative à la sécurité alimentaire et aux industries agroalimentaires.

## **INTRODUCTION**

Le blé dur est principalement utilisé pour la fabrication de pâtes alimentaires, en raison de sa teneur élevée en gluten et de sa dureté. Il est principalement cultivé dans des régions à climat méditerranéen telles que l'Italie, la Turquie, l'Afrique du Nord, et certaines parties des États-Unis et du Canada. En 2022, la production mondiale de blé dur était d'environ 37 millions de tonnes **(USDA, 2023)**. Le blé dur représente une part plus petite de la production mondiale de blé par rapport au blé tendre, mais il est essentiel pour l'industrie des pâtes et certaines spécialités boulangères **(Troccoli et Codianni, 2005)**.

Le blé tendre est la variété de blé la plus produite et consommée dans le monde. En 2022, la production mondiale de blé tendre a été estimée à environ 720 millions de tonnes **(FAO, 2023)**. Le blé tendre est essentiel pour l'industrie agroalimentaire globale en raison de sa polyvalence et de sa large utilisation **(Shewry et Hey, 2015)**.

En 2022, la production mondiale de l'orge a atteint environ 150 millions de tonnes **(FAO, 2023)**. L'orge est particulièrement appréciée pour sa résistance aux conditions climatiques difficiles et sa capacité à être cultivée dans des sols moins fertiles **(Newman et Newman, 2008)** dans certaines régions en Europe de l'Est, notamment en Ukraine, où la production a été affectée par les conflits en cours. **(GrainProTrade) (USDA Foreign Agricultural Service) (Beroe)**.

La production mondiale de blé pour l'année 2022-2023 a été estimée à environ 774,83 millions de tonnes. Cette estimation représente une légère diminution par rapport à l'année précédente, principalement en raison de la baisse de production en Ukraine à cause du conflit avec la Russie, malgré une augmentation des exportations russes **(USDA ERS, 2023; World Grain, 2022)**

En 2022-2023, la production mondiale de blé dur a été marquée par des variations régionales significatives. La production mondiale de blé dur est estimée à environ 33 millions de tonnes métriques.

En Amérique du Nord, la production de blé dur aux États-Unis a augmenté de manière significative pour atteindre environ 2,1 millions de tonnes, en grande partie grâce à une augmentation de la superficie cultivée et à l'amélioration des conditions de croissance par rapport à l'année précédente **(U.S. Wheat Associates) (Euronext)**. Au Canada, la production de blé dur a également connu une hausse notable, atteignant environ 5,52 millions de tonnes, après une période de sécheresse sévère en 2021 qui avait considérablement réduit la production **(U.S. Wheat Associates) (Euronext)**.

## INTRODUCTION

En Europe, la production de blé dur a diminué, notamment en Italie, où une grave sécheresse a réduit les rendements à des niveaux historiquement bas. La production de blé dur en Italie a chuté à environ 3,4 millions de tonnes (**U.S. Wheat Associates**).

Ces chiffres de production mettent en évidence l'importance de ces céréales dans l'agriculture mondiale de différentes régions se spécialisant dans divers types de grains pour répondre à la fois aux besoins domestiques et aux demandes internationales.

La production algérienne de céréales s'élève durant la campagne 2021 /2022 à 41 millions de quintaux (4,1 millions de tonnes).

Les recherches contemporaines se concentrent sur l'amélioration des variétés de céréales pour résister aux stress abiotiques et biotiques causés par les changements climatiques, tout en maintenant ou augmentant les rendements (**Foley et al., 2011**). Les nouvelles technologies, telles que l'édition génomique, offrent des perspectives prometteuses pour l'avenir de l'agriculture céréalière (**Palmgren et al., 2015**).

Les défis pour la production de ces céréales incluent la gestion des ressources en eau, les impacts du changement climatique et la nécessité de pratiques agricoles durables. Les recherches actuelles se concentrent sur l'amélioration des rendements, la résistance aux maladies et l'adaptation aux changements climatiques, tout en répondant aux exigences croissantes de durabilité (**Tester et Langridge, 2010**).

Le sol est l'un des éléments les plus fondamentaux et souvent sous-estimés de notre environnement. Il constitue la couche superficielle de la surface terrestre et agit comme un support vital pour la vie végétale et animale. Le sol est un système dynamique et complexe, formé par des processus géologiques, biologiques et climatiques qui interagissent sur de vastes échelles de temps. Cette interaction donne naissance à une grande diversité de types de sols, chacun ayant des propriétés uniques influencées par divers facteurs environnementaux (**Soil Science Society of America, 2024**).

La composition du sol est complexe, comprenant des particules minérales et de la matière organique. Les particules minérales, telles que le sable, le limon et l'argile, sont formées par la dégradation des roches. Le sable, constitué de particules relativement grosses, favorise la perméabilité à l'eau mais retient peu les éléments nutritifs. Le limon, composé de particules de taille intermédiaire, améliore la structure du sol et sa fertilité en retenant l'eau et les nutriments.



## **INTRODUCTION**

L'argile, composée de particules fines, a une forte capacité de rétention d'eau et de nutriments, mais peut provoquer la compaction du sol (**Brady et Weil, 2008**).

La matière organique du sol provient de la décomposition des résidus végétaux et animaux ainsi que des organismes du sol. Elle est essentielle pour la fertilité du sol en fournissant des éléments nutritifs aux plantes, en améliorant sa structure et en favorisant l'activité biologique bénéfique (**Lal, 2004**).

Cette combinaison de composants minéraux et de matière organique détermine les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol, influençant sa fertilité et sa capacité à soutenir la vie végétale et animale.

Les sols constituent une composante essentielle de notre environnement, jouant un rôle crucial dans le soutien de la vie végétale et animale, ainsi que dans de nombreux processus écologiques et agricoles. Ils présentent une grande diversité de types et de caractéristiques, influencés par des facteurs tels que la géologie, le climat, la topographie et l'activité humaine. Comprendre les différents types de sols est essentiel pour une utilisation et une gestion durable des terres, notamment en agriculture, en foresterie, en conservation des ressources naturelles et en aménagement du territoire (**Brady et Weil, 2008 ; Jenny, 1941 ; Oldeman et al., 1991**).

Les sols sableux sont caractérisés par une forte proportion de particules de sable. Ils sont généralement légers, bien drainés et ont une faible capacité de rétention d'eau et de nutriments (**Lal, 2004**).

Les sols limoneux sont constitués principalement de particules de limon. Ils ont une texture moyenne, offrent une bonne perméabilité à l'eau et sont capables de retenir des quantités modérées d'eau et de nutriments (**Brady et Weil, 2008**).

Les sols argileux sont dominés par des particules d'argile. Ils ont une texture lourde, une excellente capacité de rétention d'eau et de nutriments, mais peuvent être sujets à la compaction et au drainage insuffisant (**Jenny, 1941**).

Les sols calcaires sont riches en carbonate de calcium et peuvent être trouvés dans les régions où le calcaire est abondant. Ils ont généralement un pH alcalin et peuvent être difficiles à cultiver pour certaines plantes en raison de leur teneur élevée en calcium (**Montgomery, 2007**).

## INTRODUCTION

Les sols tourbeux sont formés par l'accumulation de matière organique décomposée dans des conditions de drainage limité. Ils sont généralement acides et riches en matière organique (Oldeman et *al.*, 1991).

La texture du sol est un aspect fondamental de sa composition et de ses propriétés physiques. Elle fait référence à la proportion relative des différentes tailles de particules minérales dans le sol, notamment le sable, le limon et l'argile. La texture du sol influe sur des aspects clés tels que la perméabilité, la rétention d'eau, la capacité de drainage et la fertilité. Comprendre la texture du sol est essentiel pour une gestion efficace des terres agricoles, la sélection des cultures appropriées et la conservation des ressources naturelles (Brady et Weil, 2008 ; Lal, 2004).

L'objectif principal visé par cette étude est de tester l'effet de six types de sols sur trois espèces de céréales à petite échelle, en vue de chercher d'augmenter, améliorer et maintenir de bon rendement. Les résultats obtenus peuvent être extrapolés à l'échelle de production de cultures agricoles (la céréaliculture). Les céréales faisant l'objet de cette étude sont : le blé tendre : *Triticum aestivum*, le blé dur : *Triticum durum*, et l'orge : *Hordeum vulgare*.

Le présent document comporte une introduction, un premier chapitre qui décrit le matériel et les méthodes utilisés dans les différentes manipulations réalisées pour répondre aux objectifs du travail, un deuxième chapitre qui présente les résultats obtenus et leur discussion, et en fin une conclusion.

## Chapitre II : Matériels et méthodes

### 1. Lieu de l'expérimentation

La réalisation de la partie pratique a été effectuée entièrement au niveau du laboratoire d'immunologie situé dans la serre pédagogique de la faculté ainsi que les laboratoires de botaniques de zoologie de biophysique et analyse d'eau se trouvant au bloc des laboratoires de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers (FSNVSTU) de l'université 8 mai 1945 à Guelma durant la période comprise entre le début du mois de février 2024 jusqu'à la fin du mois de mai 2024 (ce paragraphe sera inséré dans

### 2. Matériel végétal :

Les semences utilisées pour évaluer l'impact des différents types de sols sur la germination et les paramètres biologiques ont été fournies par l'Institut Technique des Grandes Cultures (ITGC) de Guelma.

Les essais expérimentaux ont été effectués sur les variétés suivantes :

- Cinq variétés de blé dur *Triticum durum* (Wahbi, Oued El bared, Vitron, Simeto, GTA) ;
- Deux variétés de blé tendre *Triticum aestivum* (Boumerzougue, Akhamoukhe)
- et une variété d'orge *Hordeum vulgare* (El Fouara).

### 3. Matériel pédologique :

Les différents échantillons des types de sol utilisés dans le cadre de notre travail pratique qui sont aux nombres de six prélèvements, ont été collectés aléatoirement à partir des terres agricoles de la Wilaya de Guelma.

Nous avons opté à choisir des points cardinaux très distants les uns des autres (Tableau N° 1) comme il est indiqué dans la figure N°1, afin d'obtenir une hétérogénéité de composition dans ces sols collectés. Le choix des régions comme Temlouka Bouchegouf et Roknia a été établi pour la différence de rendement de la production ainsi que leur position géographique

Code de l'échantillon	Localité	Coordonnées GPS
S1	Ain Arko1 (Tamlouka)	(36.111031; 7.118583)
S2	Ain Arko 2 (Tamlouka)	(36.123071, 7.122438 )
S3	Tamlouka	(36.166588, 7.136288)
S4	Roknia 1	36.573200, 7.226809
S5	Roknia 2	36.581652, 7.265005

S6	Medjez Sfa	36.450291, 7.758786	Tableau
----	------------	---------------------	---------

N°1 : Les coordonnées géographiques des stations de l'échantillonnage

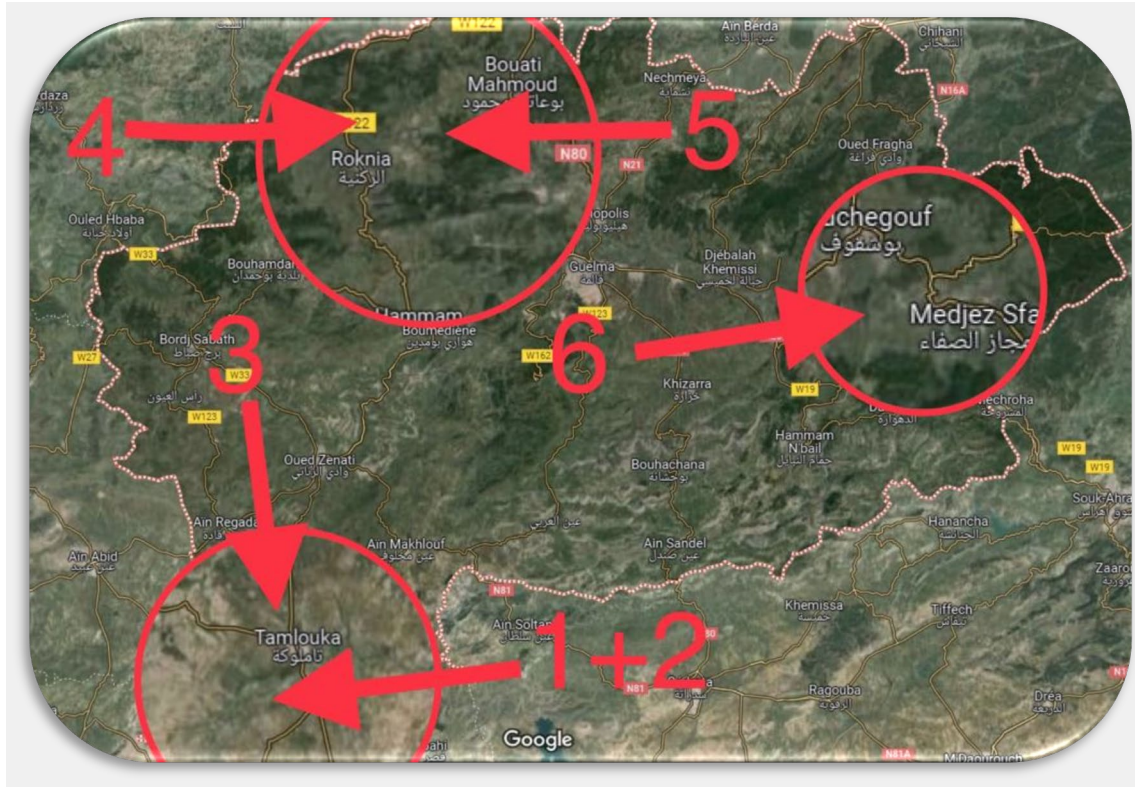


Figure N°1 : Situation géographique des points de prélèvement des échantillons du sol (Google earth)

#### 4. Matériel de laboratoire :

- Pelle,
- Sacs d'échantillonnage de 25 kg de contenance,
- Pots,
- Mortier,
- Eprouvette,
- Bécher,
- Nacelles
- Pissette,
- Ciseaux,
- Spatules
- Boîte de Petri,

- Papiers filtre,
- Tube à essai,
- Balance de précision,
- Agitateur magnétique,
- Conductimètre,
- pH mètre,
- Four à moufle,
- Etuve.

## **5. Méthodes :**

### **5.1 Méthode d'échantillonnage du sol**

La collecte des échantillons de sol à travers les six stations retenues (situées dans la wilaya de Guelma) dans la présente étude, ont été effectués dans les conditions météorologiques favorables afin de nous faciliter l'opération de déplacement à l'intérieur des terres agricoles et opérer au prélèvement d'échantillon homogène et sain.

À l'aide des outils agricoles (une pioche et une pelle), nous avons collecté environ 20 kilos de sol frais que nous mettons soigneusement dans des sacs propres pour les acheminer aux laboratoires de la Faculté SNV-STU.

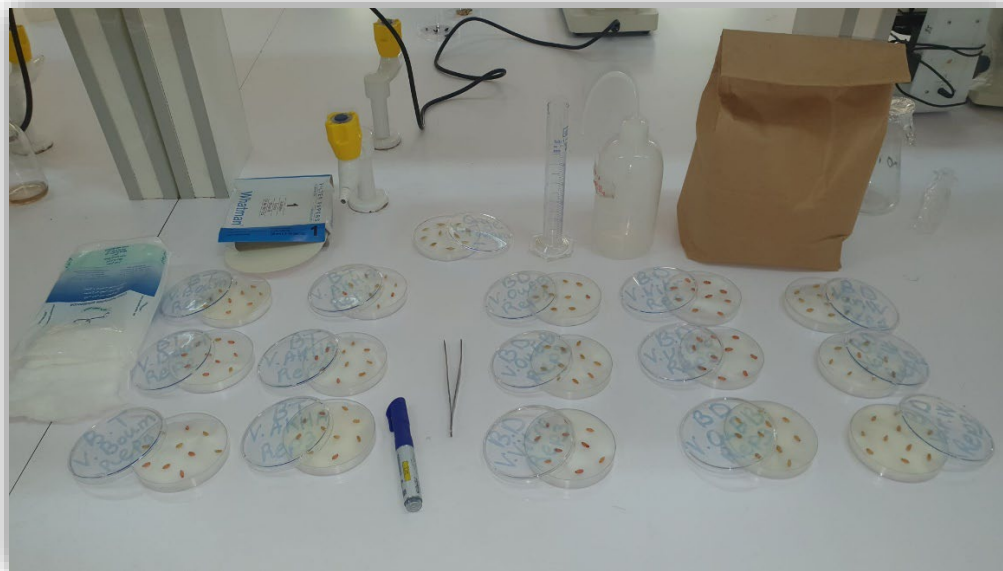
Une fois dans le laboratoire, les différents sols sont séchés à l'air libre et tamisés à 2 mm et conservés pour à la fois pour l'analyse pédologique et leurs utilisations dans les tests agronomiques.

### **5.2 Essai de germination**

Les graines obtenues de l'ITGC Guelma, sont désinfectées à l'eau de javel et lavées à l'eau courante puis rincées à l'eau distillée. Ensuite nous plaçons 10 graines par boîte Pétri (**Figure 02**) stérile contenant du coton et recouverte du papier filtre et enfin les boîtes sont déposées dans l'étuve maintenue à une température de 25° C (**Figure N° 02**) (**Alaoui et al., 2013**)

Chaque expérience par type de sol est répétée trois fois dans les conditions de laboratoire de point de vue température et de photopériodisme.

Le pourcentage de germination des graines est calculé en utilisant le rapport entre le nombre des graines germées sur la totalité de graines ensemencées au début de l'essai. La germination est considérée positive quand il est observé la sortie de la radicule hors des téguments de la graine dont la longueur est d'au moins de 2 mm (**Sayar et al., 2010**) **aadd**.



**Figure N°2 : a** Essai de la germination des variétés des céréales sur boîte Pétri (photo personnelle).



**Figure N°2 b** : Essai de la germination des variétés des céréales sur boîte Pétri (photo personnelle).

**Tableau N°2 : Description de la disposition expérimentale de l'essai de germination.**

BD V1 R1	BD V2 R1	BD V3 R1	BD V4 R1	BD V5 R1
BD V1 R2	BD V2 R2	BD V3 R2	BD V4 R2	BD V5 R2
BD V1 R3	BD V2 R3	BD V3 R3	BD V4 R3	BD V5 R3

BT V1 R1	BT V2 R1
BT V1 R2	BT V2 R2
BT V1 R3	BT V2 R3

O R1
O R2
O R3

BD : Blé dur

O : Orge

R : Répétition

BT : Blé tendre

V : Variété

### 5.3. Analyse du sol

#### 5.3.1. Texture du sol :

L'approche expérimentale adoptée dans cette partie de notre travail est effectuée selon le protocole décrit par **Dermech et al. (1982)** qui consiste à prendre une quantité de sol et ajouter de l'eau petit à petit pour faire une pâte, puis essayé de former une corde avec cette pâte (**Figure N°3**).

#### L'identification :

- La corde ne se forme —————> pas sable.
- La corde se fragmente —————> sol sableux.
- La corde se forme mais fragile —————> sol limoneux.
- Formation de la corde mais non le cercle —————> sol limoneux sableux.
- Formation de la corde mais le cercle se fragmente —————> sol limoneux sableux lourd.
- Formation de la corde et le cercle —————> sol argileux.

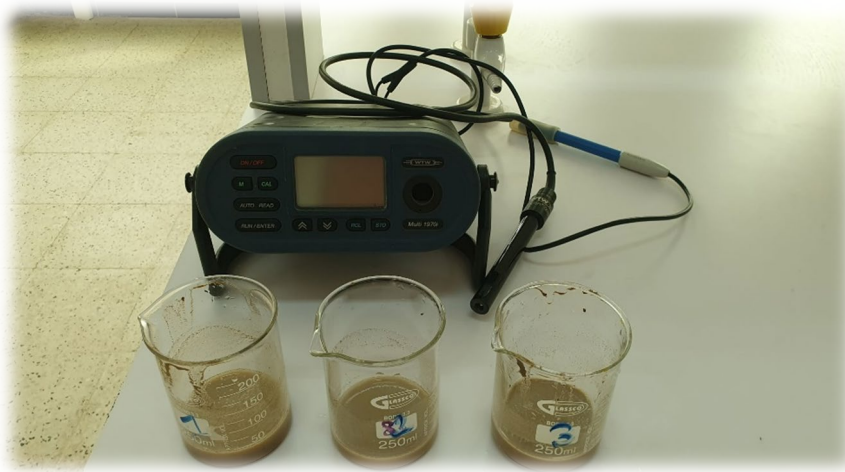




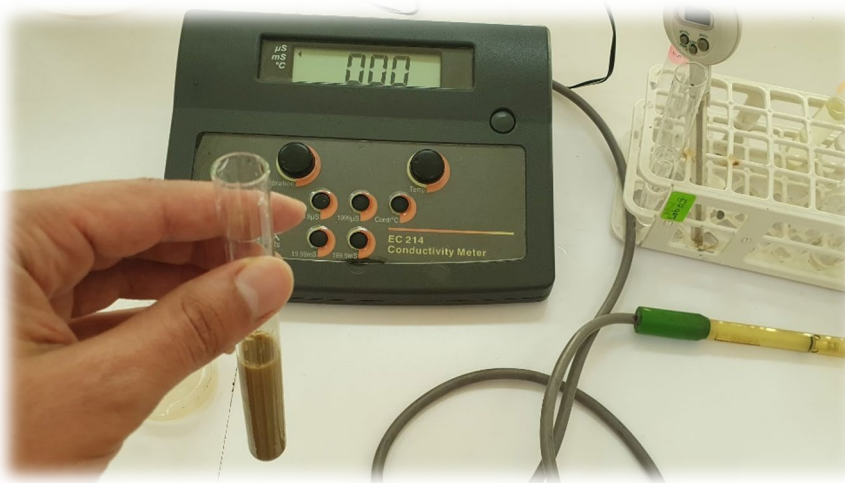
**Figure N°3 : Les textures du sol.**

### **5.3.2. Mesure du pH et de la conductivité électrique du sol :**

- Prélever un échantillon de sol (environ 20 grammes) dans un bécher et mélangez-le avec 40 ml d'eau distillée.
- Mettre le mélange dans l'agitateur magnétique pendant 10 minutes,
- placer les échantillons dans des tubes à essai
- Procéder à la mesure des échantillons grâce à l'utilisation du pH-mètre et du conductimètre de paillasse (**Figure N° 4 et 5**).



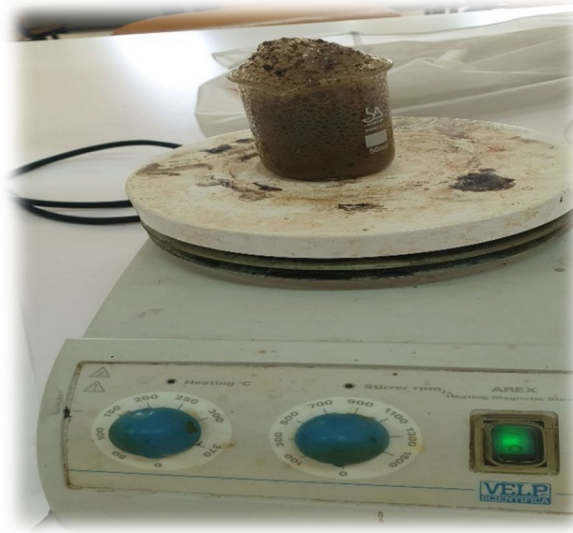
**Figure N° 4 : Mesure de la conductivité.**



**Figure N° 5 : Mesure du Ph.**

### **5.3.3. Mesure du calcaire**

- A l'aide d'une éprouvette contenant 22,5 ml d'eau distillée, ajouter 7,5 ml d'une solution d'acide chlorhydrique HCl.
- Peser 10 g d'échantillon de sol dans un bécher,
- Ajouter 10 ml de solution « eau distillée + HCl » dans le bécher.
- Homogénéiser le mélange à l'aide d'un agitateur magnétique pendant 30 minutes afin de permettre le dégagement du CO<sub>2</sub>. (**Figure N° 6**).
- Peser le bécher avec son contenu et agiter encore une fois et laisser reposer quelques minutes puis repeser une deuxième fois en notant le poids



**Figure N° 6 : Mesure du calcaire**

-Le calcul du pourcentage de  $\text{CaCO}_3$  s'établit selon :

$$\text{Poids de CO}_2 = P + 10 - P'$$

P= Poids du sol.

10ml de solution « eau distillée + HCl ».

P' = Poids après l'agitation.

$$\% \text{ CaCo3} = (\text{Poids de CO}_2 \times 227.4) / 10.$$

#### **5.3.4. Mesure de la matière organique :**

- Nettoyer les nacelles de porcelaine, les chauffer et les laisser dans un dessiccateur.
- Peser la nacelle à vide.
- Ajouter l'échantillon (max 8 g) et peser à nouveau la nacelle remplie (**Figure N° 7**).
- Tous les nacelles sont placées dans un four à moufle réglé à une température de 375 durant 16 heures.
- Après refroidissement, les nacelles sont pesées encore une autre fois.

$$\text{Poids de matière organique} = P_1 - P_2$$

P<sub>1</sub> : Poids de nacelle avant le brûlant.

P<sub>2</sub> : Poids de nacelle après le brûlant.



**Figure N° 07 : Détermination de la matière organique (photo personnelle).**

#### 5.4. L'essai de croissance

L'essai est effectué dans des pots de taille moyenne d'une contenance de 2 kg, rempli chacun du type de sol testé auquel nous ensemençons avec les variétés de céréales à savoir le blé dur, tendre et l'orge selon le schéma mentionné dans la **Figure N° 08 (a et b)**.

Afin de confirmer et avoir une certitude des résultats identiques, nous avons procédé à effectuer des répétitions au nombre de 3 fois pour chaque type de sol étudié.

Les variétés utilisées dans le semis sont les suivantes :

- Blé Dur *Triticum durum* (Simeto).
- Blé Tendre *Triticum aestivum* (Boumerzougue).
- Orge *Hordeum vulgare* (El Fouara).

Sol 01 Blé Tendre	Sol 01 Blé Dur	Sol 01 Orge
Sol 02 Blé Tendre	Sol 02 Blé Dur	Sol 02 Orge
Sol 03 Blé Tendre	Sol 03 Blé Dur	Sol 03 Orge
Sol 04 Blé Tendre	Sol 04 Blé Dur	Sol 04 Orge
Sol 05 Blé Tendre	Sol 05 Blé Dur	Sol 05 Orge
Sol 06 Blé Tendre	Sol 06 Blé Dur	Sol 06 Orge

**Tableau N°3 : l'essai de croissance des variétés dans les six types de sol.**



**Figure N° 8 : Photo de l'essai de croissance des variétés dans les six types de sol.**

### **5.5. L'irrigation des boîtes de Pétri**

L'irrigation par l'eau distillée, pendant les deux stades germination et croissance est faite en fonction de la capacité au champ déterminée préalablement pour les boîtes de Pétri contenant une fine couche de coton recouverte avec du papier filtre, et pour les pots contenant des six types de sol. Le rythme de l'irrigation a été régulièrement effectué une fois par jour et ceci tous les deux jours.

### **5.6. L'arrosage des pots**

L'arrosage des pots a été réalisé avec de l'eau distillée. Il faut noter que la capacité au champ (**Figure 10**) a été déterminée préalablement pour chaque type de sol afin de connaître avec exactitude la quantité d'eau à appliquer pour chaque culture.

Pour mesurer la quantité d'eau nécessaire à chaque type de sol, nous avons arrosé chaque sol avec 500 ml d'eau distillée et l'avons laissé 24 heures à l'intérieur du pot pour détecter la quantité d'eau absorbée par le sol.





**Figure N° 9 : L'arrosage des six sols étudiés.**

## **6. Paramètres étudiés**

### **6.1. Paramètres relatifs à la germination des graines**

#### **6.1.1. Essai en boîtes de pétri**

Trois paramètres ont été estimés (après 7 jours de mise en culture).

- Le taux de germination des graines (%)
- Longueur de radicule (cm)
- Longueur de tigelle (cm)

### **6.2. Paramètres relatifs à la croissance et le développement**

#### **6.2.1. Hauteur des plantes**

Exprimée en cm, la hauteur a été mesurée pour les différentes variétés traitées par l'eau distillée, après 21 jours de l'application du l'irrigation à l'aide d'un mètre ruban et à partir du niveau du sol à la pointe de la plus longue des feuilles.

#### **6.2.2. Longueur de la racine principale**

Pour chaque variété étudiée, nous prélevons trois plantes de chaque type de sol que nous leurs séparons les parties aériennes et souterraines. Les racines sont rincées avec un courant d'eau et épongées entre deux papiers filtres. Un mètre ruban (cm) est utilisé pour mesurer la longueur de la racine principale, à partir du collet jusqu'à son extrémité inférieure.

### **6.2.3. Nombre de feuilles**

Le nombre de feuilles a été comptabilisé sur les échantillons de deux variétés par répétition et par chaque type de sol.

### **6.2.4. Poids frais des parties aériennes et souterraines**

Une fois que les parties aériennes et souterraines ont été séparées, les deux organes sont rapidement placés dans du papier aluminium préalablement taré, puis la masse de matière fraîche a été mesurée à l'aide d'une balance de précision.



**Figure N° 10 : Détermination du poids frais des parties aériennes et souterraines.**

### **6.2.5. Poids sec des parties aériennes et souterraines**

Les organes des plantes utilisés pour déterminer le poids frais des parties aériennes et souterraines, pour les différentes variétés étudiées ont été mis dans l'étuve à 105°C pendant 24 heures pour la détermination du poids sec.



**Figure N° 11 : Détermination du poids sec des parties aériennes et souterraines.**

#### **6.2.6. La surface foliaire SF**

La surface moyenne de la feuille la plus développée, qui correspond à l'avant-dernière feuille et représente la plus jeune feuille adulte, est déterminée pour chaque type de sol. Pour ce faire, nous utilisons un échantillon de trois plantules de chacune des trois variétés testées pour chaque type de sol. Le calcul de la surface moyenne s'effectue en employant la formule suivante :

$$\text{SF (cm}^2\text{)} = \text{L} \times \text{I} \times 0,709$$

L : la longueur moyenne des limbes des 10 feuilles

I: la largeur moyenne des limbes des 10 feuilles

0.709 représente le coefficient de correction, étant donné que la feuille a une forme triangulaire (Mefti et *al.*, 2008).

#### **6.2.7. Dosage des pigments chlorophylliens**

Les teneurs moyennes en chlorophylle pour les trois variétés testées ont été déterminées selon la méthode décrite par Rao et le blanc (1965). L'extraction de la chlorophylle est réalisée par broyage de 0.5g de matière fraîche de la feuille de chaque échantillon additionné de carbonate de calcium et d'acétone (20 ml à 80%). La solution obtenue est filtrée à l'abri de la lumière pour éviter l'oxydation de la chlorophylle. Nous

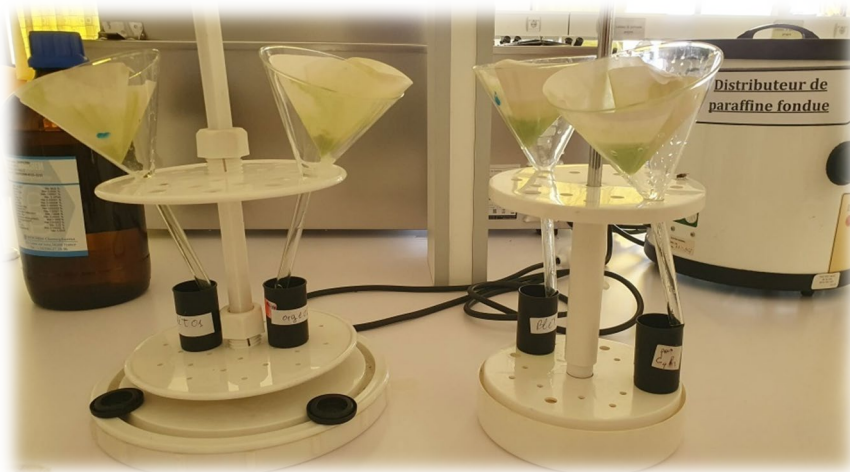


procédons ensuite aux mesures spectrophotométriques à deux longueurs d'onde ( $\lambda_1 = 645$  et  $\lambda_2 = 663\text{nm}$ ). (Figure N°13). Le calcul de la qualité de la chlorophylle est obtenu par la formule suivante :

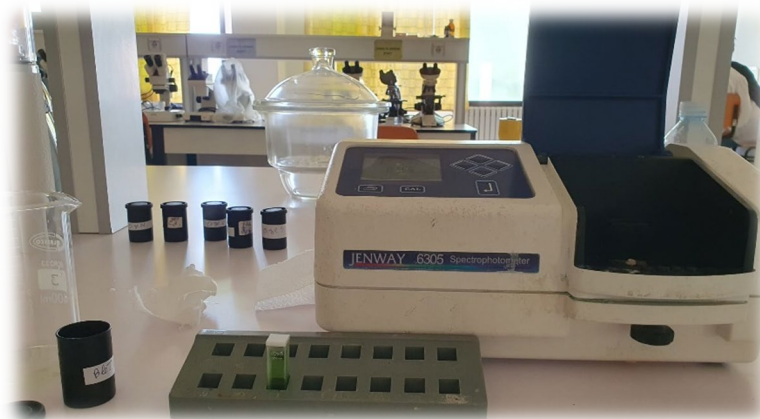
**Chla: 12, 7 (DO 663) - 2, 69 (DO 645).**

**Chlb: 22, 9 (DO 645) - 4, 86 (DO663).**

**Chl a+b: 8, 02 (DO663) +20, 20 (DO6**



### Extraction et separation de la chlorophylle



**Figure N° 12 : Dosage des pigments chlorophylliens.**

## 1. Résultats des analyses physicochimiques des types de sol

### 1.1. Mesure du pH

La Figure N°13, illustre les valeurs enregistrées du pH de six échantillons de sols distincts où nous constatons que le pH des sols oscille entre 7,5 et 7,8. Les sols S1, S2 et S3 affichent des valeurs de pH inférieures à la neutralité (pH 7), indiquant un caractère acide. En revanche, les sols S4, S5 et S6 présentent des valeurs de pH proches de la neutralité (pH 7), révélant un caractère légèrement alcalin.

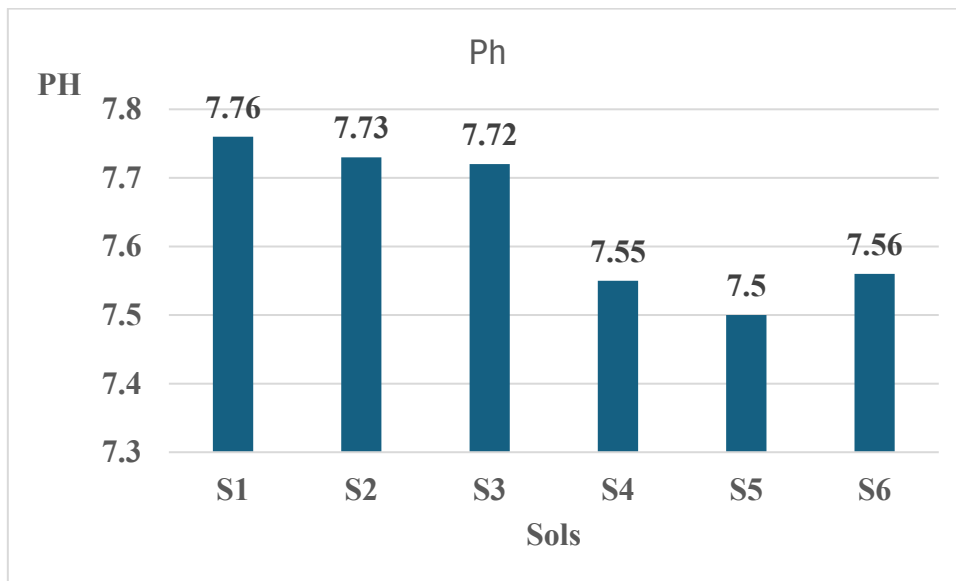


Figure N°13 : Variation du pH des échantillons de sol.

Parmi les six sols testés, S1 se distingue comme le plus acide, tandis que S6 se démarque comme le plus alcalin.

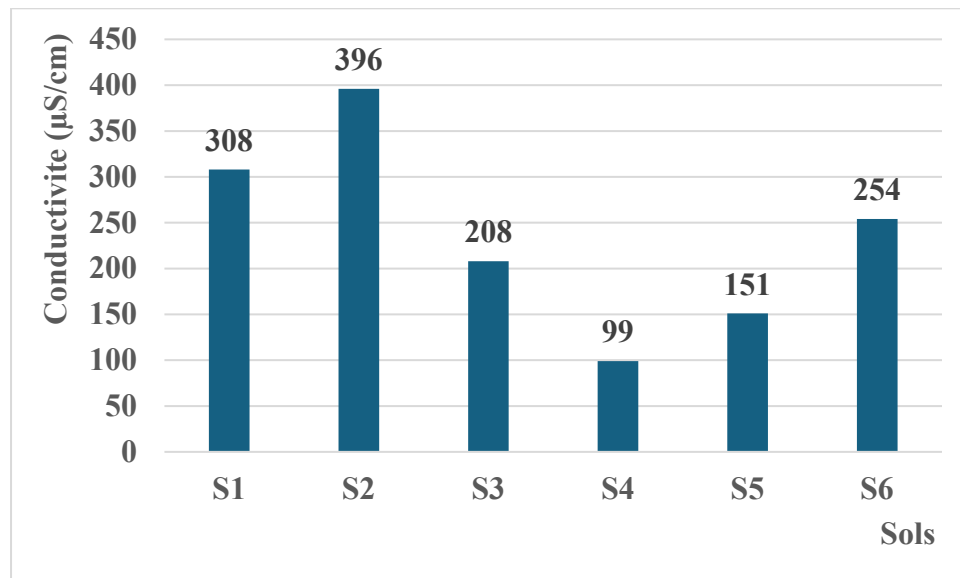
Le pH constitue une mesure fondamentale de l'acidité ou de l'alcalinité d'un sol. Un sol avec un pH de 7 est considéré comme neutre, tandis que ceux affichant un pH inférieur à 7 sont acides et ceux avec un pH supérieur à 7 sont alcalins. **(Smith, 2005)**

L'acidité ou l'alcalinité d'un sol peut influencer sa fertilité et sa capacité à soutenir la croissance des plantes. Les sols acides peuvent présenter des carences en certains nutriments essentiels, tandis que les sols alcalins peuvent limiter l'absorption de ces nutriments par les végétaux. **(Brady et Weil, 2008).**

L'analyse des résultats suggère que les sols S1, S2 et S3 pourraient nécessiter un amendement calcaire pour augmenter leur pH et les rendre plus adaptés à la culture de certaines plantes. En revanche, les sols S4, S5 et S6 pourraient ne pas nécessiter d'amendement, car leur pH est proche de la neutralité.

### 1.2. Mesure de la conductivité électrique (CE) :

L'examen attentif de la figure N°14 révèle globalement que la CE des sols oscille entre 0,1 et 0,8 dS/m. Les sols S1, S2 et S3 affichent des valeurs de CE inférieures à 0,4 dS/m, indiquant une faible conductivité, tandis que les sols S4, S5 et S6 présentent des valeurs de CE supérieures à 0,4 dS/m, révélant une conductivité modérée à élevée. Parmi les six sols testés, S6 se distingue comme le plus conducteur.



**Figure N°14 : Variation du Conductivité des échantillons de sol.**

La conductivité électrique du sol constitue une mesure fondamentale de sa capacité à conduire l'électricité. Un sol avec une CE élevée indique généralement la présence de sels dissous, tandis qu'un sol avec une CE faible indique la présence de peu de sels dissous. (Hillel, 2004)

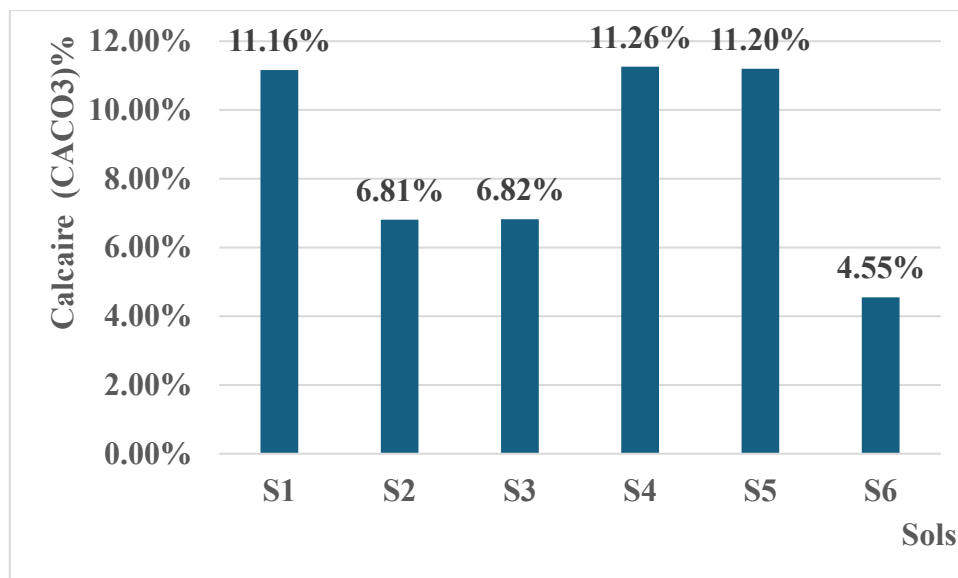
L'analyse des résultats suggère que les sols S1, S2 et S3 pourraient être peu salins et avoir une bonne capacité de drainage, tandis que les sols S4, S5 et S6 pourraient être plus salins et présenter des problèmes de drainage. Le sol S6 pourrait nécessiter une attention particulière pour la gestion de la salinité.

### 1.3 Mesure du calcaire

L'analyse du calcaire contenu dans les échantillons de sol affiche des valeurs qui oscillent entre 5 et 35%. Les sols S1, S2 et S3 affichent des teneurs en calcaire inférieures à 15%, indiquant un caractère peu calcaire, alors que les sols S4, S5 et S6 présentent des teneurs en calcaire supérieures à 20%, révélant un caractère calcaire à fortement calcaire. Parmi les six sols testés, S6 se distingue comme le plus calcaire (Figure N° 15).

La teneur en calcaire constitue un élément important de sa fertilité et de sa structure. Un sol avec une teneur en calcaire adéquate peut fournir aux plantes les nutriments essentiels tels que le calcium et le magnésium, et favoriser une bonne structure du sol. Cependant, un excès de calcaire peut limiter l'absorption de certains nutriments par les végétaux et rendre le sol moins perméable à l'eau. (Havlin et al., 2005)

L'analyse des résultats suggère que les sols S1, S2 et S3 pourraient nécessiter un amendement calcaire pour augmenter leur teneur en calcaire et les rendre plus adaptés à la culture de certaines plantes. En revanche, les sols S4, S5 et S6 pourraient ne pas nécessiter d'amendement calcaire, car leur teneur en calcaire est déjà adéquate ou excessive.



**Figure N° 15 : Mesure du calcaire (CaCO3).**

#### 1.4 Mesure de la matière organique

L'illustration présente la quantité de matière organique présente dans six échantillons de sol (S1 à S6), qui varie de 0,4 à 0,9. Les échantillons S2, S3 et S4 présentent des valeurs de 0,6 identiques, tandis que S1 et S6 sont les extrêmes avec respectivement 0,4 et 0,9. Cette diversité témoigne de disparités dans la composition et la qualité des sols, ce qui a des conséquences agronomiques importantes. Les sols contenant une grande quantité de matière organique (S5 et S6) sont plus fertiles et favorables à une agriculture fructueuse. Il est conseillé d'utiliser des amendements organiques tels que le compost pour améliorer les sols pauvres en matière organique tels que S1. Une analyse plus détaillée pourrait donner des explications sur les causes des disparités constatées, en prenant en considération l'histoire de l'utilisation des sols et les pratiques de gestion (Figure N° 16).

La matière organique du sol est définie comme étant la fraction du sol composée de résidus végétaux et animaux en décomposition, de cellules et de tissus de micro-organismes du sol, de substances synthétisées par les micro-organismes et de produits de décomposition. Cette matière joue un rôle crucial dans la fertilité du sol, la rétention d'eau, et la structure du sol (**Brady et Weil, 2008**)

Méthode par perte au feu cette méthode consiste à chauffer un échantillon de sol à des températures élevées et à mesurer la perte de masse due à la combustion de la matière organique. C'est une méthode simple et peu coûteuse, mais elle peut surestimer la teneur en MOS en raison de la perte d'autres composants volatils (Schumacher, 2002)



Figure N° 16 : Mesure du Matière organique.

### 1.5 Texture du sol

Le tableau N° 03 exhibe les résultats de la composition granulométrique (pourcentages de sable, limon et argile) des 6 échantillons de sol retenus dans l'étude expérimentale où nous constatons, grâce à l'utilisation du triangle, que les textures des sols varient entre sableux (S3) et argileux (S5 et S6). S1 est classé comme limoneux sableux, alors que S2 comme sableux limoneux et enfin S4 comme argileux sableux.

Tableau N° 04 : Illustration de la texture des échantillons de sols

N° de l'échantillon de sol	Texture du sol
S1	Sol sable limoneux
S2	Sol sableux
S3	Sol sable limoneux
S4	Sol argileux
S5	Sol argile sableux
S6	Sol argile sableux

Les propriétés des différentes textures de sol influencent leur fertilité, leur capacité de rétention d'eau et leur drainage. Les sols sableux, comme S3, drainent rapidement mais ont une faible capacité de rétention d'eau et de nutriments. Les sols

limoneux, comme S1, ont une bonne capacité de rétention d'eau et de nutriments et sont généralement considérés comme les plus fertiles. Les sols argileux, comme S5 et S6, ont une très bonne capacité de rétention d'eau et de nutriments, mais peuvent être mal drainés et sujets au tassement.

La connaissance de la texture du sol est essentielle pour une gestion agricole efficace. Le choix des cultures et des pratiques agricoles doit être adapté à la texture du sol pour maximiser la productivité et minimiser les impacts environnementaux. Par exemple, les sols sableux peuvent nécessiter des apports plus fréquents d'eau et d'engrais, tandis que les sols argileux peuvent nécessiter des mesures pour améliorer le drainage. (Brady et Weil, 2008).

#### **1.6. Resultat de L'arrosage des pots**

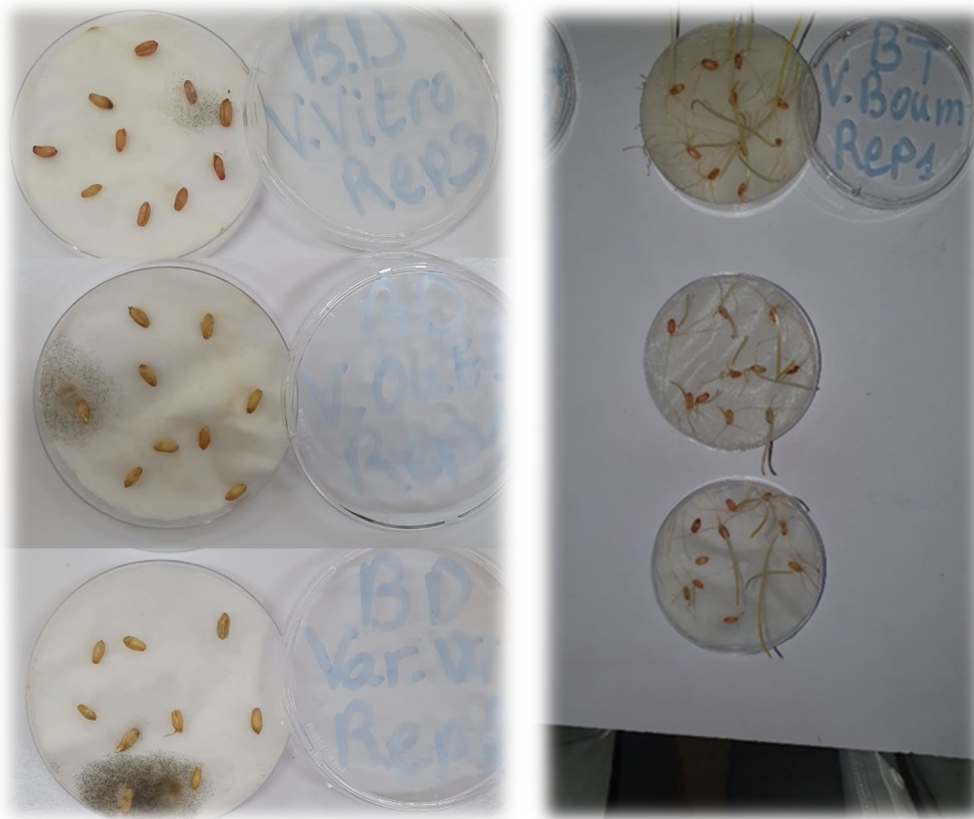
**Tableau N° 05 : La quantité d'eau dans les différents types de sol.**

<b>Sols</b>	<b>Quantité d'eau</b>
<b>S1</b>	289 ml
<b>S2</b>	296 ml
<b>S3</b>	288 ml
<b>S4</b>	266 ml
<b>S5</b>	298 ml
<b>S6</b>	295 ml

Le tableau N° 04 montre la quantité d'eau retenue par différents types de sol (S1 à S6) après arrosage, révélant des variations significatives. S5 et S2 retiennent le plus d'eau (298 ml et 296 ml respectivement), suggérant une texture argileuse ou une forte teneur en matière organique, favorisant une meilleure rétention d'humidité. S4, avec la plus faible rétention (266 ml), indique une texture sableuse, nécessitant des arrosages plus fréquents pour éviter le stress hydrique. Les sols S1, S3, et S6 montrent des capacités intermédiaires (289 ml, 288 ml, et 295 ml), reflétant des compositions texturales équilibrées entre sable, limon et argile. Ces résultats soulignent l'importance de la texture et de la structure du sol dans la gestion de l'irrigation, influençant directement la disponibilité en eau pour les plantes et, par conséquent, leur croissance

et productivité. Une compréhension approfondie des propriétés spécifiques de chaque type de sol est essentielle pour optimiser les pratiques agricoles et améliorer l'efficacité de l'utilisation de l'eau **Brady et Weil (2008)**.

## **2. Résultats du test de germination sur boîtes de Pétri**







**Figure N°17 : Tests de germination**

### **2.1. Le blé dur**

Les résultats obtenus pour cet essai, révèlent des taux de germination légèrement faibles pour toutes les variétés testées, oscillant entre 3,30% et 30,00% dû principalement à l'infection fongique. (Figure N° XX)

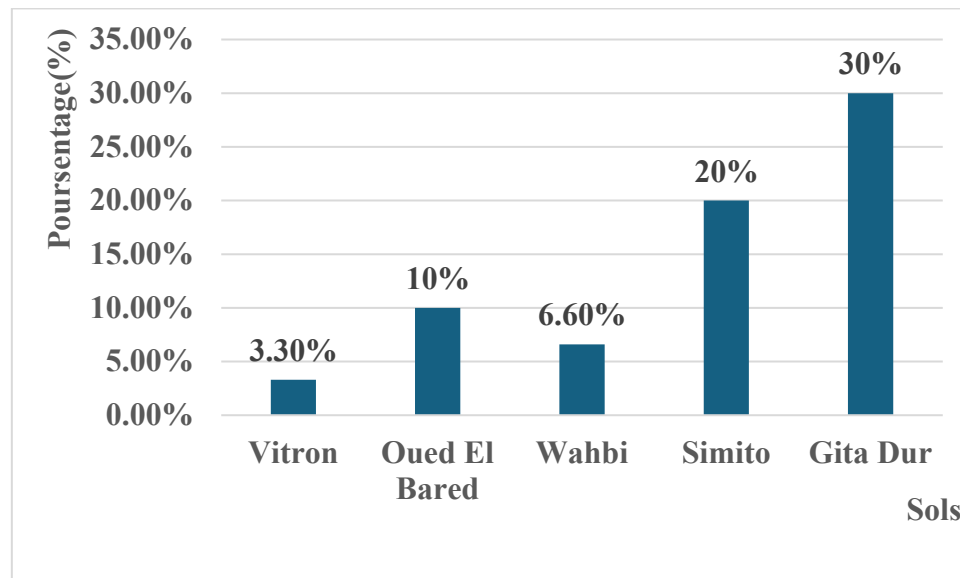
La présence de champignons pathogènes peut affecter négativement la germination des semences de blé dur en attaquant les embryons, en dégradant les réserves nutritives ou en produisant des toxines. Les faibles taux de germination observés de nos résultats peuvent être expliqués par l'impact de ces champignons sur les semences des cinq variétés.

Les résultats obtenus montrent que la variété Gita Dur présente la meilleure performance germinative (30%), suivie de Simito et Oued El Bared.

L'échec du test de germination des semences de blé dur en raison d'une contamination fongique peut être attribué à plusieurs facteurs. Les champignons pathogènes peuvent infecter les graines pendant le stockage, le transport ou même lors du processus de récolte. Les conditions de stockage inadéquates, telles qu'une

humidité excessive ou des températures élevées, favorisent la croissance fongique et la propagation de la contamination. De plus, l'utilisation d'un substrat de germination contaminé peut introduire des spores fongiques qui interfèrent avec le processus de germination. Les champignons peuvent coloniser les tissus des graines, inhibant ainsi leur capacité à germer normalement. Les symptômes de contamination fongique comprennent souvent des moisissures visibles sur les graines ou dans le substrat, ainsi que des odeurs désagréables. Pour prévenir la contamination fongique lors du test de germination, il est essentiel de stocker les semences dans des conditions appropriées, de maintenir la propreté du matériel et du substrat utilisé, et de prendre des mesures de contrôle de la qualité de l'air pour réduire les risques de contamination. En outre, l'utilisation de fongicides ou de méthodes de traitement des semences peut être nécessaire pour éliminer les pathogènes fongiques et assurer la fiabilité des résultats du test de germination.

L'analyse des résultats suggère que malgré la contamination des semences par le pathogène la variété Gita dur présente un pourcentage très faible (30%). cela signifie que 30 % des semences de cette variété ont germé avec succès, tandis que 70 % n'ont pas germé en raison de la contamination.



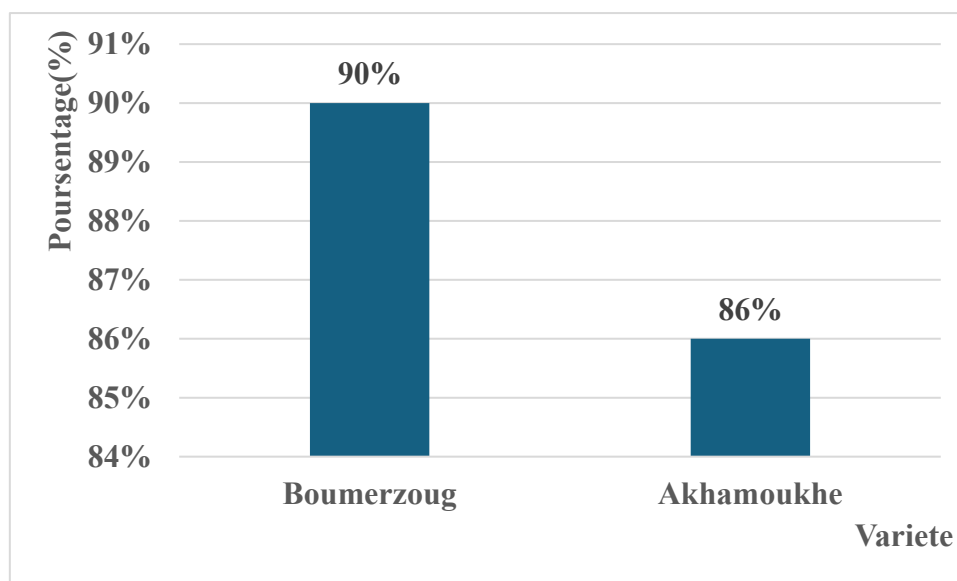
**Figure N° 18 : Pourcentage de test de germination (Blé dur)**

## **2.2. Le blé tendre**

Les résultats obtenus (Figure N°19) montrent globalement une légère différence de performance germinative entre les deux variétés testées à savoir Boumerzoug qui se

distingue par un taux de germination de 90% et Akhamoukhe affichant un pourcentage avoisinant les 86%. (Figure N° 19).

Cette différence de performance pourrait s'expliquer par des facteurs intrinsèques aux variétés, tels que la qualité des semences, la résistance aux stress et la dormance des embryons, ou par des facteurs liés aux conditions de culture sur boîtes de Petri, comme la température, l'humidité et l'éclairage. (Bewley et Black, 1994)



**Figure N° 19 : Pourcentage de test de germination (Blé tendre)**

### **2.3. L'orge**

L'analyse du test de germination sur boîtes de Pétri pour l'orge, basée sur le graphique, révèle des informations importantes sur la capacité de germination de la variété "El Fouara". Le graphique montre un taux de germination de 83% pour cette variété, ce qui signifie que 83% des graines d'orge "El Fouara" ont germé avec succès lors du test en boîtes de Pétri. Un taux de germination élevé est essentiel pour assurer une croissance saine des plantes, et la variété "El Fouara" semble donc avoir une bonne capacité de germination, ces données sont utiles pour les agriculteurs et les chercheurs qui souhaitent sélectionner des variétés d'orge avec de bons taux de germination pour leurs cultures (Figure N° 20).

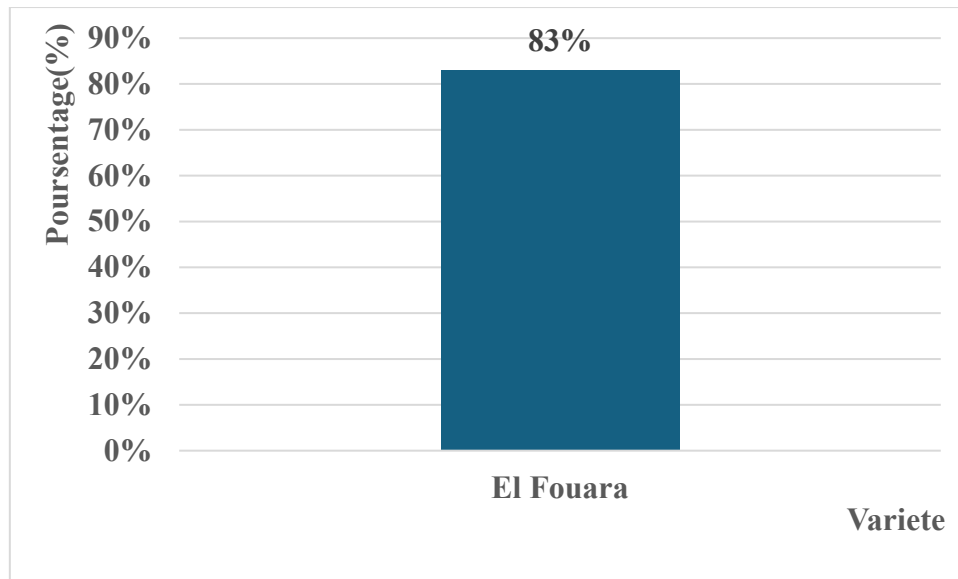


Figure N° 20 : Pourcentage de test de germination (Orge)

### 3. Résultats de l'essai de croissance et de développement des plantes dans les pots

#### 3.1. Nombre des feuilles :

Après l'achèvement de la période de développement de 21 jours, nous avons dénombré le nombre de feuilles pour chaque plante de chaque variété retenue par la présente étude en fonction de la variabilité des 6 types de sol.

Nous avons obtenu globalement pour chaque type de sol étudié deux feuilles : la première d'une longueur de 11 cm alors que la deuxième feuille est courte de 5 cm.

#### 3.2. Surface foliaire

##### 3.2.1. Pour le Blé tendre

L'étude de la surface foliaire du blé tendre est essentielle pour comprendre son développement et sa croissance. La figure N°21 illustre la relation entre la surface foliaire et les six types de sols (S1 à S6). La surface foliaire varie entre un minimum de 40,97 cm<sup>2</sup> enregistré pour le sol **S1** et un maximum de 52,63 cm<sup>2</sup> (**S6**). Les propriétés physicochimiques des sols, telles que la texture, et la teneur en nutriments, influencent directement la surface foliaire (**Brady et Weil, 2008 ; Lal, 2004**).

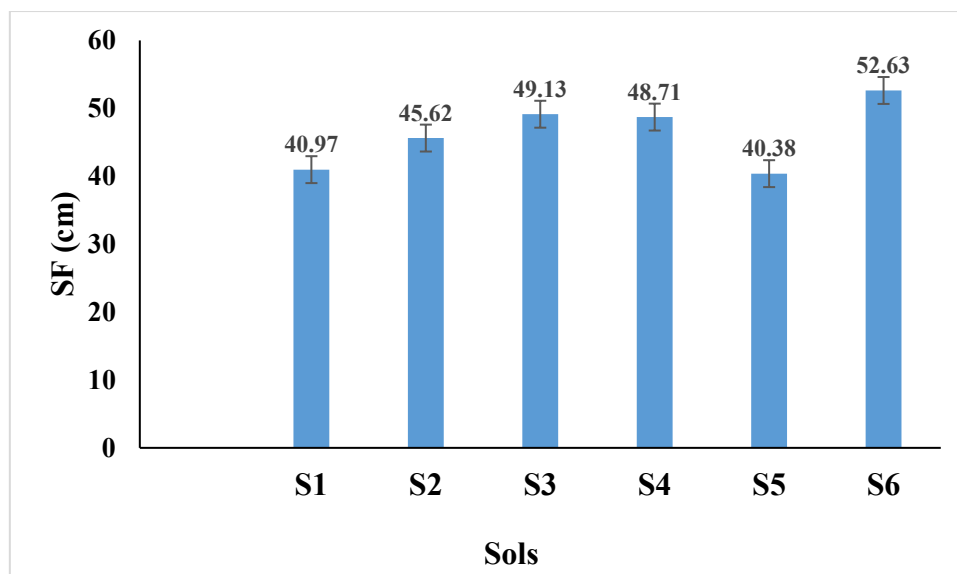


Figure N°21 : Surface foliaire du Blé tendre.

### 3.2.2. Pour L'orge

La surface foliaire de l'orge (**Figure N° 22**) varie en fonction des différents types de sols (S1 à S6). Les sols S2, S3, et S6 affichent des valeurs plus ou moins élevées par rapport aux autres 3 types de sol. Les sols S2 et S6, qui ont des valeurs élevées de surface foliaire, pourraient offrir des conditions favorables pour la croissance de l'orge

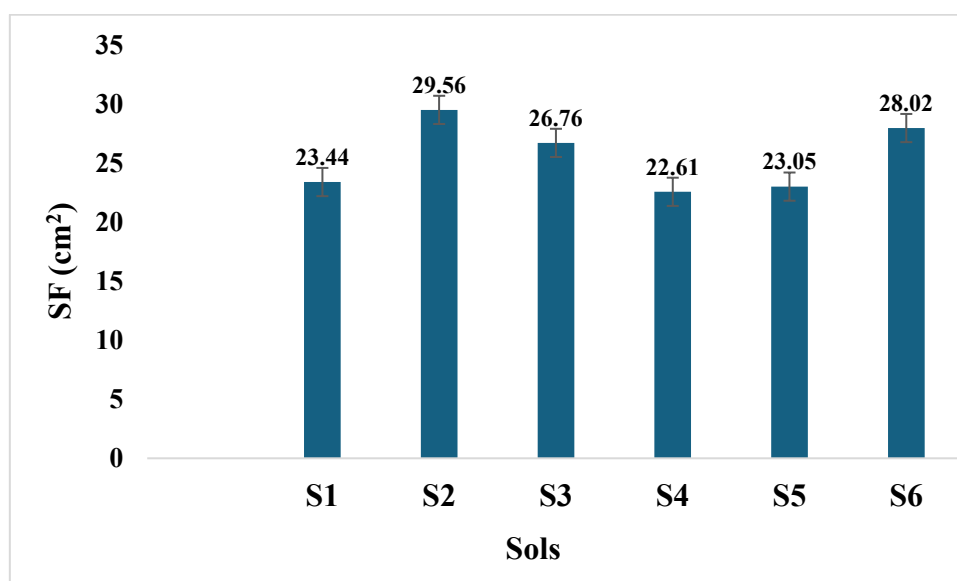
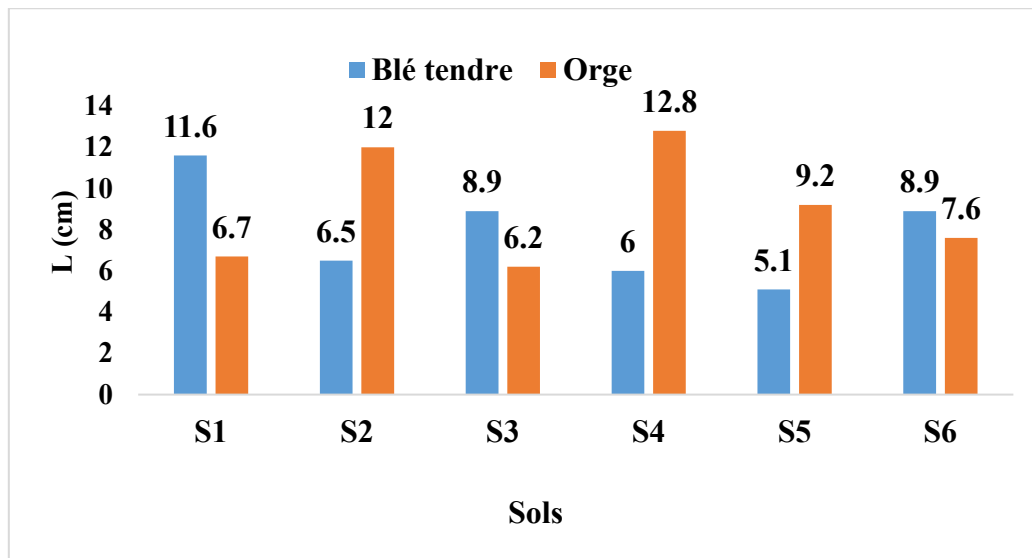


Figure N°22 : Surface foliaire d'orge.

### 3.3. La longueur de la racine principale

La **Figure N° 23** affiche les résultats de longueur des racines principales de Blé tendre et d'Orge cultivés dans les six échantillons de sol (S1 à S6). Nous constatons une variabilité importante des différentes longueurs de racines des 2 cultivars en fonction des types de sol. En général, le Blé tendre présente des racines plus longues dans la majorité des échantillons (S1, S3, S5, S6), tandis que l'Orge dispose de racines plus longues que pour les échantillons S2 et S4. Cette variabilité suggère peut-être expliqué par le changement de la composition des conditions du sol.



**Figure N°23 : La longueur de la racine principale.**

### 3.4. Hauteur des plantes

Les résultats de la hauteur des plantes étudiées mentionnées dans la **Figure N° 24**, montre des hauteurs qui évoluent graphiquement en u aspect de dents de scie variant principalement entre une valeur minimum de 22,5 cm (Orge, S5) et une valeur maximum de 28 cm (Orge, S6).

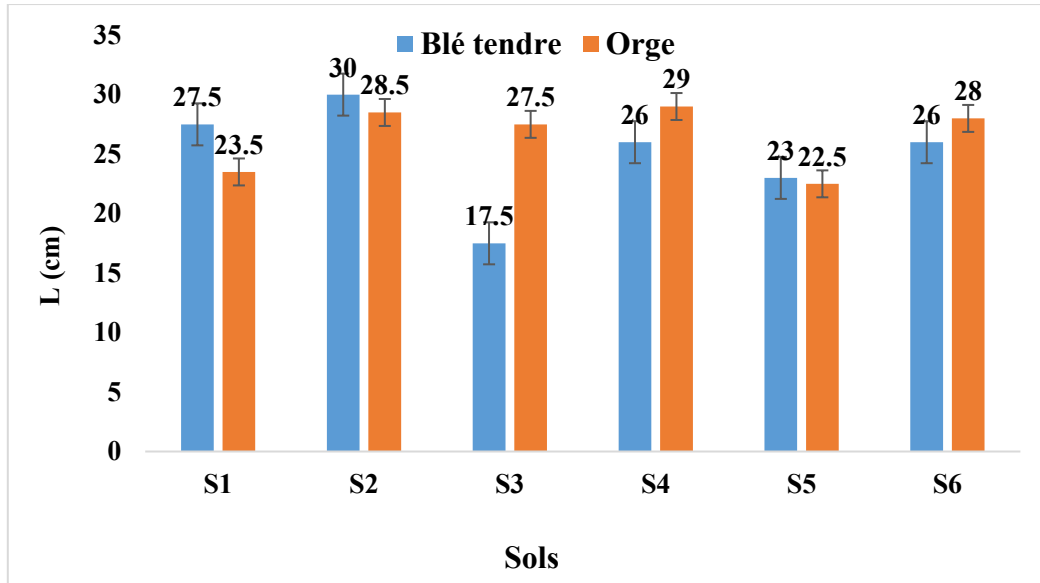


Figure N°24 : Hauteur des plantes.

### 3.5. Le poids frais de la partie aérienne et souterraine

#### 3.5.1. L'orge

Les résultats du poids frais des parties aériennes et souterraines (**Figure N° 25**) des cultivars ensemencés dans les six échantillons, nous montrent globalement, que la partie aérienne dispose de poids plus élevé que la partie souterraine pour tous les types de sol, avec des variations plus ou moins importantes. La comparaison des cultures nous exhibe qu'es sols S1 et S5 possèdent les poids les plus faibles, tandis que le sol S6 affiche les plus hauts chiffres.

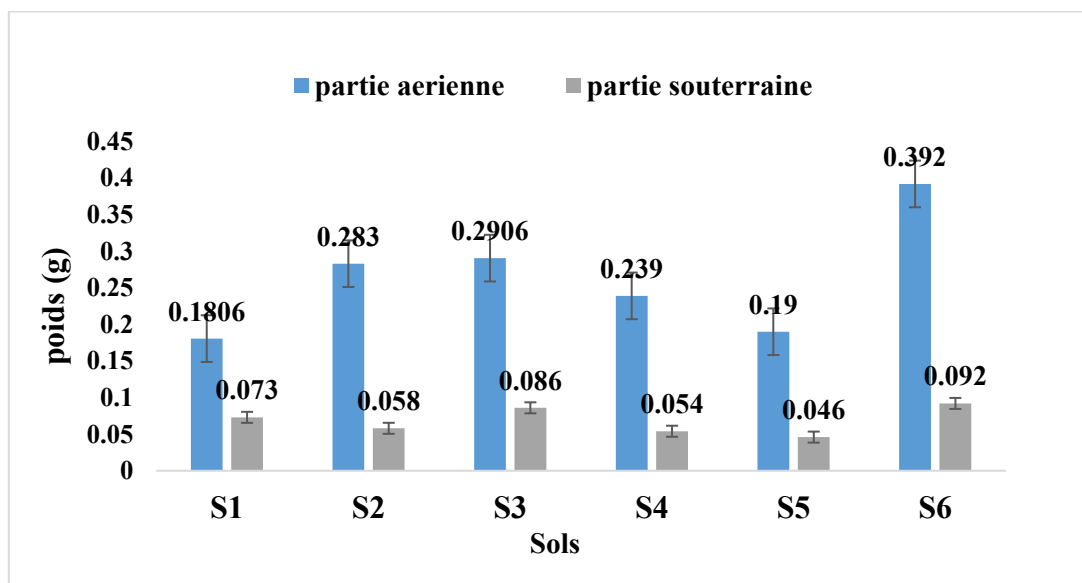


Figure N°25 : Le poids frais de la partie aérienne et souterraine orge.

### 3.5.2. Blé tendre :

En général, la partie aérienne affiche un poids plus élevé que la partie souterraine pour tous les sols étudiés, avec des variations notables. Le sol **S2** montre le poids le plus élevé pour la partie aérienne (0.245 g) et une augmentation modérée pour la partie souterraine (0.031 g), suggérant probablement une fertilité favorable pour le développement aérien. En revanche, les sols **S3** et **S4** affichent les poids les plus faibles pour les parties souterraines (0.007 g et 0.008 g respectivement), indiquant des conditions moins optimales pour le développement racinaire. Les sols **S1** et **S5** montrent des poids intermédiaires, tandis que le sol **S6** affiche une performance modérée pour les deux parties (0.149 g pour la partie aérienne et 0.03 g pour la partie souterraine). (Figure N° 26)

Ces variations pourraient être dues à des différences dans les propriétés physiques et chimiques des sols, telles que la texture, la teneur en nutriments, et la capacité de rétention d'eau, influençant ainsi la croissance des plantes.

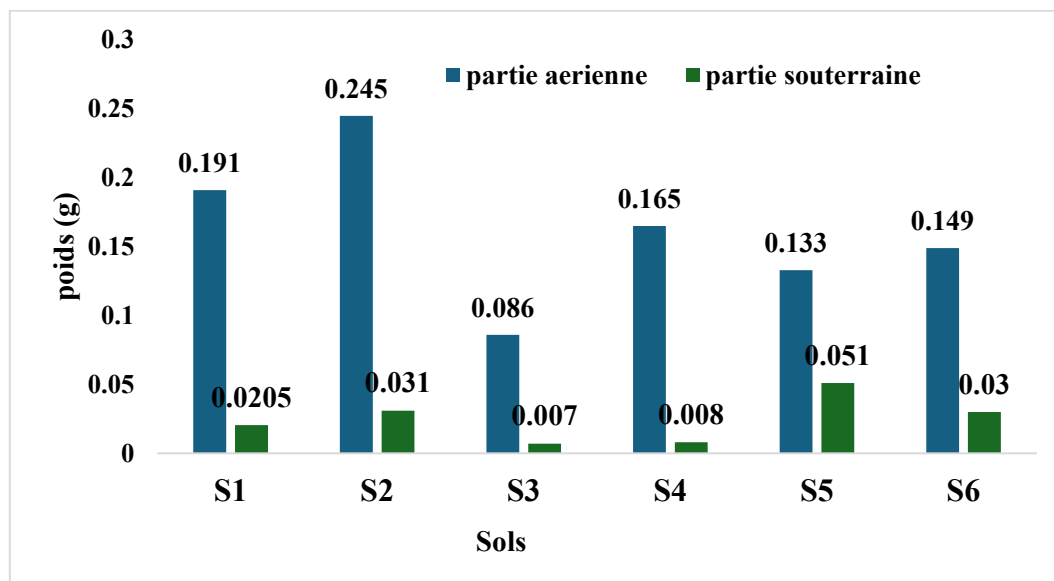


Figure N°26 : Le poids frais de la partie aérienne et souterraine blé tendre.

### 3.6. Le poids sec de la partie aérienne et souterraine

#### 3.6.1. L'orge



L'analyse du poids sec de la partie aérienne et souterraine de l'orge, mentionné dans la Figure N° 27, révèle des informations importantes sur la répartition de la biomasse de la plante. D'une manière générale, l'orge alloue davantage de biomasse à la partie aérienne (feuilles, tiges, etc.) qu'à la partie souterraine (racines). Les valeurs augmentent progressivement de S1 à S6 pour les deux parties. Le sol S6 présente le poids sec le plus élevé pour la partie aérienne (0,0249 g). Le poids sec de la partie aérienne (feuilles, tiges, etc.) varie en fonction des différents types de sols (S1 à S6) et les valeurs varient de S1 à S6, allant de 0,0139 g à 0,0249 g.

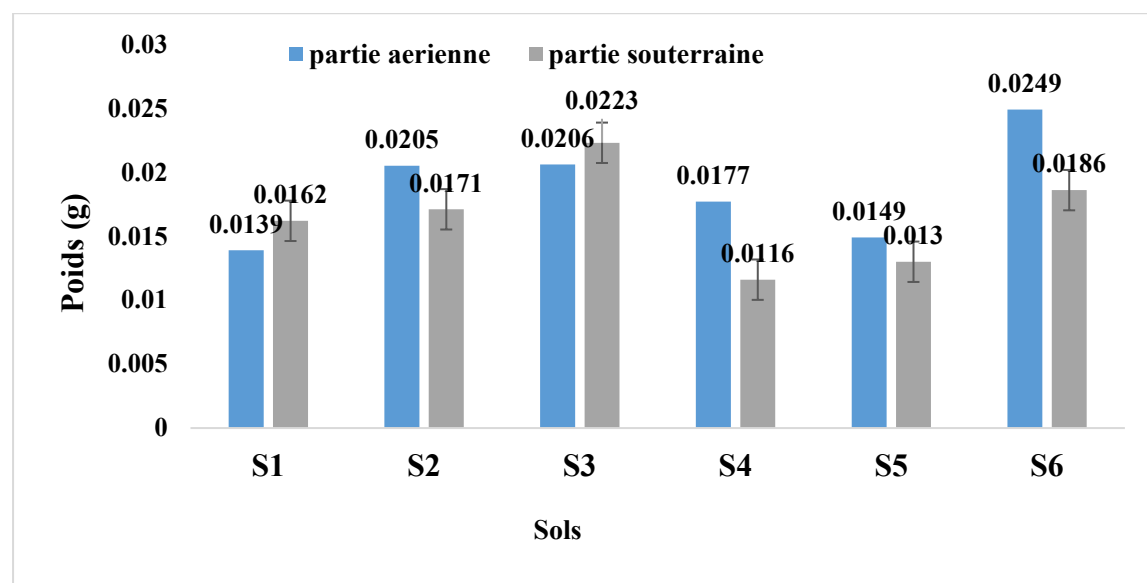


Figure N°27 : Le poids sec de la partie aérienne et souterraine Orge.

### 3.6.2. Blé tendre

Les chiffres de la partie aérienne et souterraine du blé tendre (Figure N° 29) révèle que la partie aérienne (tiges, feuilles) possède généralement un poids sec plus élevé que celle de la partie souterraine (racines) dans tous les échantillons, avec des valeurs variant d'environ 0,019 à 0,0257 g pour la partie aérienne et de 0,004 à 0,0119 g pour la partie souterraine. Une partie aérienne plus lourde peut indiquer une croissance vigoureuse des tiges et des feuilles, cruciales pour la photosynthèse et la production au futur de grains, tandis qu'une partie souterraine plus légère peut refléter une faible croissance des racines, affectant l'absorption des nutriments et l'ancrage de la plante.

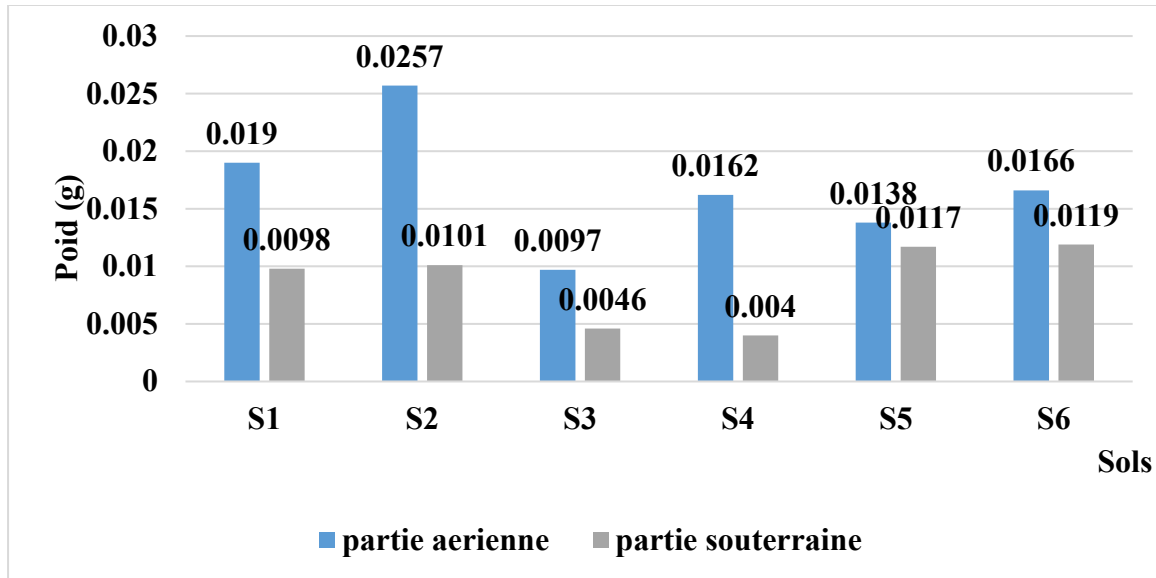
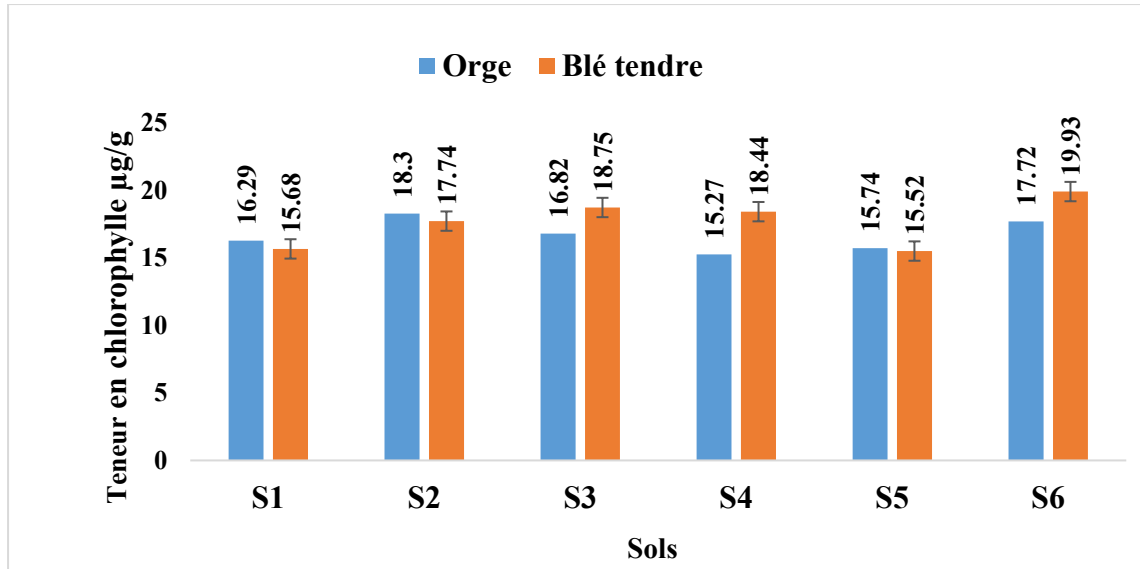


Figure N°28 : Le poids sec de la partie aérienne et souterraine blé tendre.

### 3.7. La teneur en Chlorophylle

#### 3.7.1. La teneur en Chlorophylle (a)

L'analyse du graphique illustré dans **Figure N° 29**, nous révèle que la teneur en chlorophylle (**chl. a**) pour les cultures de blé tendre et d'orge est similaire. La teneur en chlorophylle varie légèrement selon les différentes variétés de sols (S1 à S6), avec des valeurs pour l'orge se situant entre environ 15,29 et 18,75 microgrammes par feuille, tandis que celles pour le blé tendre, les chiffres se situent entre environ 15,52 et 17,93 microgrammes par feuille. Dans la plupart des cas, l'orge présente une teneur légèrement plus élevée en chlorophylle « a » que le blé tendre, à l'exception du sol S4 où le blé tendre dépasse l'orge.

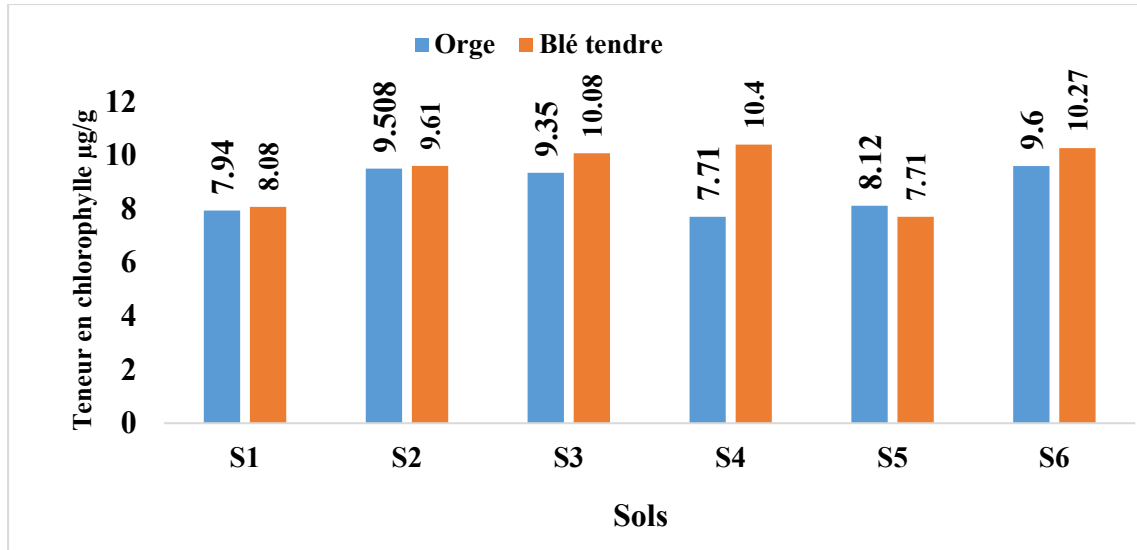


**Figure N°29 : La teneur en chlorophylle chl. a des variétés du blé tendres et l'orge**

### 3.7.2. La teneur en Chlorophylle (b)

La teneur en chlorophylle **b**, mesurée en microgrammes par gramme de poids sec ( $\mu\text{g/g}$ ), varie légèrement entre les différents échantillons de sol (S1 à S6). Pour l'orge, est relativement stable, avec une légère augmentation dans l'échantillon S4 ( $10,8 \mu\text{g/g}$ ) et une teneur la plus basse dans l'échantillon S1 ( $7,8 \mu\text{g/g}$ ). En revanche, la teneur en chlorophylle b du blé tendre montre plus de variation entre les échantillons, avec l'échantillon S6 présentant la teneur la plus basse ( $7,1 \mu\text{g/g}$ ).

L'analyse comparative de la teneur en chlorophylle b (chl b) entre l'orge et le blé tendre (**Figure N° 30**), révèle que la teneur en chlorophylle b varie légèrement entre les différentes variétés de sols (S1 à S6), avec des valeurs pour l'orge se situant entre environ  $8,08$  et  $10,27 \mu\text{g/g}$  et pour le blé tendre entre environ  $7,71$  et  $8,12 \mu\text{g/g}$ . Dans la plupart des cas, l'orge et le blé tendre ont des niveaux de chlorophylle b comparables, bien que des variations subtiles existent entre les différents sols.



**Figure N°30 : La teneur en chlorophylle chl b des variétés du blé tendres et l'orge**

### 3.7.3. La teneur en Chlorophylle (a+b)

Les teneurs en chlorophylle (chl a+b) sont légèrement plus élevées, avec une moyenne d'environ 35,3 µg/g de poids sec, tandis que celles pour le blé tendre sont légèrement plus basses, avec une moyenne d'environ 33,2 µg/g de poids sec. Le sol S3 ayant la plus forte teneur en chlorophylle pour l'orge, tandis que le sol S1 présente la plus faible teneur.

L'analyse des teneurs en chlorophylle (chl a+b) à partir de la **Figure N° 31** montre que le sol S3 présente la plus forte teneur en chlorophylle pour l'orge (environ 38,4 µg/g de poids sec), alors que le sol S5 a la plus faible teneur en chlorophylle pour l'orge (environ 31,9 µg/g de poids sec). Pour le blé tendre, le sol S6 affiche la plus haute teneur en chlorophylle (environ 34,7 µg/g de poids sec), et la valeur la plus basse est observée dans le sol S1 (environ 31,2 µg/g de poids sec).

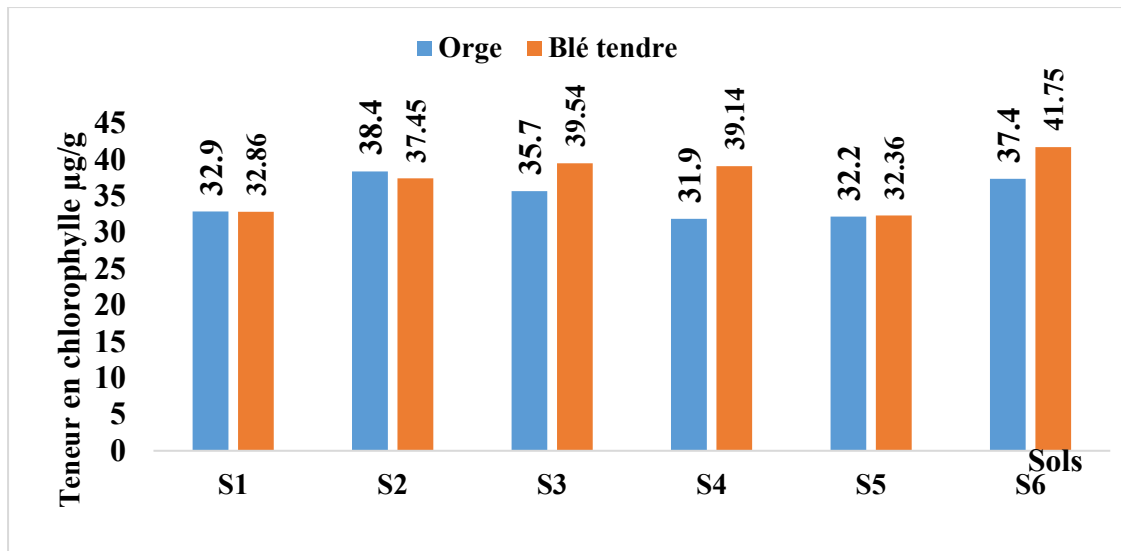


Figure N°31 : La teneur en chlorophylle chl a+b des variétés du blé tendres et l'orge

## **Conclusion**

L'analyse de l'impact de six types de sols sur la croissance et le développement de deux céréales : le blé tendre *Triticum aestivum* et l'orge (*Hordeum vulgare*) a été menée dans cette étude.

La réponse des plantes varie considérablement en fonction des caractéristiques physico-chimiques des sols testés, comme le démontrent les résultats obtenus.

Nous avons constaté que les sols exercent ont un impact sur différents paramètres de croissance tels que la longueur des racines, la hauteur des plantes, la surface foliaire et le poids des parties aériennes et souterraines. Les sols à texture moyenne et à de bonne rétention d'eau, ont généralement permis une croissance optimale des semences testées. Par exemple, le sol S6 s'est démarqué par des résultats meilleurs à travers les différentes mesures, ce qui laisse entendre que sa fertilité est favorable grâce à sa composition chimique appropriée pour la culture de nos céréales.

Selon l'étude, il a été mis en évidence l'importance de la matière organique et du pH du sol pour favoriser la croissance des céréales étant donné que ces sols contenant une grande quantité de matière organique et ayant un pH proche de la neutralité, ont démontré des résultats encourageants pour améliorer les rendements agricoles. D'autre part, il est recommandé d'acquérir des amendements pour les sols acides afin d'augmenter leur pH et d'améliorer leur aptitude à favoriser la croissance des cultures.

Les informations fournis par la présente étude sont d'une valeur inestimable pour la gestion des sols dans le but d'améliorer et d'augmenter la production de céréales. Nos résultats peuvent servir à mieux orienter les pratiques agricoles, en sélectionnant le meilleur types de sol et connaître les modifications requises, dans le but d'optimiser les rendements et de préserver la durabilité des terres agricoles. Nous supposons que nos résultats peuvent avoir des conséquences importantes pour l'agriculture locale et pourraient être appliqués à des échelles plus grandes afin d'améliorer la production de céréales dans différentes localités de la région de Guelma.

### Résumé

Le présent travail est complètement consacré à étudier l'influence du changement de différents échantillons de sols collectés à travers six localités de la wilaya de Guelma et de les tester dans des conditions de laboratoires bien contrôlées au niveau de la serre biologique de la faculté SNV – STU de l'université de Guelma sur deux variétés de de blé tendre et de l'orge.

Les essais effectués sur les deux céréales : le blé tendre *Triticum aestivum* et de l'orge *Hordeum vulgare* ont permis de constater que les échantillons de sol S5 et S6 sont riches en matière organique et ayant permis une croissance plus élevée des plantes et des rendements en biomasse plus élevés. De plus, les fluctuations du pH et de la conductivité ont démontré une relation importante avec les résultats des cultures (hauteur et poids).

Mots- clés : sol, blé dur, orge, culture agricole, composition physicochimie, Guelma.

## ملخص

خُصص هذا العمل بالكامل لدراسة تأثير التغيرات في عينات التربة المختلفة التي تم جمعها من ست مناطق في ولاية قالة واختبارها في ظروف مخبرية مضبوطة جيداً في الدفيئة البيولوجية التابعة لكلية العلوم والتكنولوجيا في جامعة قالة على صنفين من القمح العادي والشعير.

Hordeum والشعير Triticum aestivum أظهرت التجارب التي أجريت على صنفين من الحبوب، القمح الشائع كانت غنية بالمواد العضوية، مما أدى إلى ارتفاع نمو النبات وإنتاجية الكتلة S5 و S6 ، أن عينات التربة *vulgare* الحيوية. وبالإضافة إلى ذلك، أظهرت التقلبات في الأس الهيدروجيني والتوصيلية علاقة كبيرة مع نتائج المحاصيل (الطول والوزن).

الكلمات المفتاحية: التربة، القمح الصلب، والشعير، والمحاصيل الزراعية، والتركيب الفيزيائي الكيميائي، قالة



## **Références bibliographiques**

- Brady, N.C. & Weil, R.R. (2008). The Nature and Properties of Soils. Pearson Education.
- Soil Science Society of America (2024). Glossary of Soil Science Terms. Disponible à: <https://www.soils.org/education/resources/glossary-soil-science> (Accédé le 4 juin 2024).
- Lal, R. (2004). Soil Carbon Sequestration Impacts on Global Climate Change and Food Security. *Science*, 304(5677), 1623-1627.
- Lal, R. (2020). Soil and sustainable development goals. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 45, 28-34.
- Brady, N.C. & Weil, R.R. (2008). The Nature and Properties of Soils. Pearson Education.
- Jenny, H. (1941). Factors of Soil Formation: A System of Quantitative Pedology. McGraw-Hill.
- Oldeman, L.R., Hakkeling, R.T.A. & Sombroek, W.G. (1991). World Map of the Status of Human-Induced Soil Degradation: An Explanatory Note. International Soil Reference and Information Centre.
- FAO. (2013) The State of Food and Agriculture: Food Systems for Better Nutrition. Rome: FAO.
- Godfray, H.C.J., Beddington, J.R., Crute, I.R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J.F., Pretty, J., Robinson, S., Thomas, S.M. and Toulmin, C. (2010) 'Food Security: The Challenge of Feeding 9 Billion People', *Science*, 327(5967), pp. 812-818.
- Pingali, P. (2012) 'Green Revolution: Impacts, Limits, and the Path Ahead', *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(31), pp. 12302-12308.
- Shewry, P.R. and Hey, S.J. (2015) 'The Contribution of Wheat to Human Diet and Health', *Food and Energy Security*, 4(3), pp. 178-202.
- Evenson, R.E. and Gollin, D. (2003) 'Assessing the Impact of the Green Revolution, 1960 to 2000', *Science*, 300(5620), pp. 758-762.
- Foley, J.A., Ramankutty, N., Brauman, K.A., Cassidy, E.S., Gerber, J.S., Johnston, M., Mueller, N.D., O'Connell, C., Ray, D.K., West, P.C., Balzer, C., Bennett, E.M., Carpenter, S.R., Hill, J., Monfreda, C., Polasky, S., Rockström, J., Sheehan, J., Siebert, S., Tilman, D. and Zaks, D.P.M. (2011) 'Solutions for a Cultivated Planet', *Nature*, 478(7369), pp. 337-342.
- Fuller, D.Q. and Qin, L. (2009) 'Water Management and Labour in the Origins and Dispersal of Asian Rice', *World Archaeology*, 41(1), pp. 88-111.

- Harlan, J.R. (1992) *Crops and Man*. 2nd edn. Madison, WI: American Society of Agronomy.
- Hillman, G.C. and Davies, M.S. (1990) 'Measuring Domestication Rates in Wild Wheats Using Archaeobotanical Data', in Bar-Yosef, O. and Khazanov, A.M. (eds.) *Prehistoric Agriculture in the Old World*. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 70-102.
- Palmgren, M.G., Edenbrandt, A.K., Vedel, S.E., Andersen, M.M., Landes, X., Østerberg, J.T., Falhof, J., Olsen, L.I., Christensen, S.B., Sandøe, P., Gamborg, C., Kappel, K. and Thorsen, B.J. (2015) 'Are We Ready for Back-to-Nature Crop Breeding?', *Trends in Plant Science*, 20(3), pp. 155-164.
- Piperno, D.R. and Flannery, K.V. (2001) 'The Earliest Archaeological Maize (*Zea mays* L.) from Highland Mexico: New Accelerator Mass Spectrometry Dates and Their Implications', *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98(4), pp. 2101-2103.
- Zohary, D. and Hopf, M. (2000) *Domestication of Plants in the Old World*. 3rd edn. Oxford: Oxford University Press.
- Newman, R.K. and Newman, C.W. (2008) *Barley for Food and Health: Science, Technology, and Products*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Shewry, P.R. and Hey, S.J. (2015) 'The Contribution of Wheat to Human Diet and Health', *Food and Energy Security*, 4(3), pp. 178-202.
- Tester, M. and Langridge, P. (2010) 'Breeding Technologies to Increase Crop Production in a Changing World', *Science*, 327(5967), pp. 818-822.
- Troccoli, A. and Codianni, P. (2005) 'Quality of Durum Wheat Semolina as Related to Kernel Size and Immature Kernels', *Cereal Chemistry*, 82(2), pp. 114-119.
- USDA. (2023) *World Agricultural Production*. Washington, DC: USDA. Available at: <https://www.usda.gov/oce/commodity/wasde> (Accessed: 22 May 2024).
- Bailey, L.H. (1943) *The Cultivated Setaria*. Ithaca, NY: Bailey Hortorium.
- Chang, T.T. (1985) 'Origin, Domestication, and Diversification of Asian Rice', *Euphytica*, 25(1), pp. 425-441.
- Harlan, J.R. (1975) *Crops and Man*. Madison, WI: American Society of Agronomy.
- MacKey, J. (1966) 'Species Relationship in *Triticum*', *Heredity*, 21(3), pp. 149-177.
- Mangelsdorf, P.C. (1974) *Corn: Its Origin, Evolution and Improvement*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Schlegel, R.H.J. (2010) *Encyclopedia of Plant Breeding and Genetics*. New York: CRC Press.

- Zohary, D. and Hopf, M. (2000) Domestication of Plants in the Old World. 3rd edn. Oxford: Oxford University Press.
  - FAO. (2023). Situation mondiale des aliments. Consulté à partir de FAO
  - IGC. (2023). Rapport sur le marché des céréales. Consulté à partir de IGC
  - Statista. (2024). Production de blé dans le monde 2023/24. Consulté à partir de Statista
  - USDA ERS. (2023). Perspectives du blé: juin 2023. Consulté à partir de USDA ERS
  - USDA Foreign Agricultural Service. (2023). Mise à jour sur les grains et aliments au Maroc. Consulté à partir de USDA FAS
  - GrainProTrade, 2023. Global grain production for the 2023-2024 season. Disponible à: GrainProTrade.
  - USDA, 2023. World Agricultural Supply and Demand Estimates. Disponible à: USDA.
  - Beroe Inc., 2023. Malt Barley Market Outlook, Share, Size, Forecast, Trends, Report. Disponible à: Beroe Inc..
  - U.S. Wheat Associates, 2022. "What is the Outlook for World Durum Production?" [Consulté le 1 juin 2024].
  - Observatory of Economic Complexity, 2022. "Durum wheat (HS: 100110) Product Trade, Exporters and Importers." [Consulté le 1 juin 2024].
  - USDA ERS (2023) 'Wheat Outlook', United States Department of Agriculture Economic Research Service. Available at: <https://www.ers.usda.gov/webdocs/outlooks/105619/whs-23a.pdf?v=8911> (Accessed: 1 June 2024).
  - USDA ERS (2023) 'Wheat Outlook - April 2023', United States Department of Agriculture Economic Research Service. Available at: <https://www.ers.usda.gov/webdocs/outlooks/106068/whs-23c.pdf?v=7438.8> (Accessed: 1 June 2024).
  - World Grain (2022) 'Bullish outlook for most 2022-23 crops in US', World Grain. Available at: <https://www.world-grain.com/articles/16902-bullish-outlook-for-most-2022-23-crops-in-us> (Accessed: 1 June 2024).
- Smith, J. (2005). *Soil Chemistry and its Applications*. Cambridge University Press, p. 45.
- Brady, N. C., & Weil, R. R. (2008). *The Nature and Properties of Soils* (14th ed.). Pearson Prentice Hall, p. 358.

- Hillel, D. (2004). *Introduction to Environmental Soil Physics*. Elsevier Academic Press, p. 256.
- Havlin, J. L., Beaton, J. D., Tisdale, S. L., & Nelson, W. L. (2005). *Soil Fertility and Fertilizers: An Introduction to Nutrient Management* (7th ed.). Pearson Prentice Hall, p. 192.
- Brady, N. C., & Weil, R. R. (2008). *The Nature and Properties of Soils* (14th ed.). Pearson Prentice Hall, p. 412.
- Bewley, J. D., & Black, M. (1994). *Seeds: Physiology of Development and Germination* (2nd ed.). Springer, p. 183.
- Schumacher, B. A. (2002). *Methods for the Determination of Total Organic Carbon (TOC) in Soils and Sediments*. EPA/600/R-02/069, U.S. Environmental Protection Agency, p. 15.
- Brady, N. C., & Weil, R. R. (2008). *The Nature and Properties of Soils* (14th ed.). Pearson Prentice Hall, p. 532.