



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la vie
Département des Sciences Agronomiques

MÉMOIRE DE MASTER

Science de la Nature et de la Vie
Sciences Agronomiques
Spécialité : Hydro pédologie

Réf. : Entrez la référence du document

Présenté et soutenu par :
Chadli Nesrine

Le : mercredi 12 juin 2024

Effet des différentes doses d'un hydro-rétenteur
(Polyter) sur le développement d'une culture de blé
dur (variété Oued El Bared) en conditions salines dans
la Région de Biskra

Jury :

| | | | |
|------------------------|------------|----------------------------------|-------------------|
| Mme. Boukehil k | MCA | Université Mohamed Khider Biskra | Président |
| Mme. KESSAI A | MCB | Université Mohamed Khider Biskra | Rapporteur |
| M. Beckrar Y | MCB | Université Mohamed Khider Biskra | Examineur |

Année universitaire : 2023/2024

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Remerciements

Au terme de cette étude, je remercie avant, Dieu tout puissant de m'avoir guidée de suivre le chemin de la science et m'avoir permis la réalisation de ce présent travail. Tout d'abord, qui m'a inspirée les bons pas et les justes réflexions. Sans sa miséricorde, ce travail n'aura pas abouti.

Mes vifs remerciements à ma Promotrice Madame KessaiAbla pour la confiance qu'elle ma témoignée, Je tiens à vous exprimer ma gratitude de m'avoir gracieusement pour ses précieux conseils, le temps, l'attention et sa disponibilité consacrés tout au long de ce travail, son orientation, sa gentillesse, sa modestie et pour l'intérêt bienveillant manifesté pour mon travail.

Le travail présenté dans ce mémoire a été réalisé au laboratoire l'Institut technique de développement de l'agronomie saharienne (ITDAS) Ain Benoui à Biskra, sous la direction du Monsieur Messaoud Kehal .Merci à Messaoud pour ses précieuses compétences et connaissances, de sa longue expérience dans le domaine et tout le suivi effectué sur mon travail, merci aussi pour votre bonne humeur à toute épreuve. Merci pour m'avoir si souvent poussé à donner le meilleur et merci pour le soutien permanent dans les périodes difficiles et pour son soutien précieux lors de la rédaction de ce mémoire malgré ses très nombreuses charges, Je lui suis reconnaissante pour le temps qu'il m'a accordé.

C'est avec un grand honneur, j'adresse mes vifs Remerciements Et mon profond respect aux membres du jury qui ont bien voulu accepter de nous honorer par leurs présences et pour avoir accepté de juger et évaluer mon travail.

Je souhaite remercier également toute l'équipe du laboratoire l'Institut technique de développement de l'agronomie saharienne (ITDAS) Ain Benoui à Biskra pour l'aide, le temps et l'attention qu'ils m'ont accordés pendant cette année.

Je remercie tous les professeurs sur tout Madame Mabrek Naima et toutes les personnes qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidé mes réflexions et ont accepté de me rencontrer et de répondre à mes questions durant mes recherches.

J'exprime également mes gratitude envers tous mes enseignants universitaires pour tout le savoir qui nous ont transmis. Je tiens aussi à remercier tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Enfin, nombreuses sont les personnes que je voudrais remercier pour leur aide scientifique, morale et leur amitié, que celles que je n'ai pas pu citer me pardonnent.

Nesrine Chadli

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

A l'homme de courage et de force, à celui qui a toujours été présent, qui m'a appris les vraies valeurs de la vie à celui qui m'a soutenu en toutes circonstances, Tu t'es toujours dévoué à nous fournir le meilleur et à nous encourager à poursuivre nos rêves. Mon père Chadli Lazhar.

A la femme la plus courageuse, à celle qui a su me donner amour et joie de vivre, à celle qui a toujours montrée affection et compréhension à mon égard, ta présence inébranlable m'a donné l'assurance nécessaire pour affronter les défis académiques et m'a montré l'importance du travail acharné et de la persévérance, Tu as été mon mentor, mon enseignant et mon modèle de détermination ma mère Fatiha Rahmani.

À mon mari Okba Gadri, Je vous serai éternellement reconnaissante pour tout ce que vous avez fait et continuez de faire pour moi. Votre patience, votre compréhension et votre appui indéfectible ont été une source de force et de motivation tout au long de ce parcours. Ton amour et ton soutien inestimable m'ont permis de surmonter les moments les plus difficiles et de croire en moi-même. Merci pour ta présence constante, tes encouragements et ta foi en mes capacités. Grâce à toi, j'ai pu réaliser ce projet avec confiance et détermination. Avec toute mon affection et ma gratitude.

À mon cher frère Fathi et ma sœur Wassila, Vous m'avez fourni courage, soutien, et tous vos efforts et moyens pour que je termine mes études. Votre présence a été une source infinie de joie et de motivation. Vos sourires réconfortants et votre amour inconditionnel ont été mes sources d'énergie les plus puissantes. Nous avons partagé tant de moments précieux, des rires aux larmes, des défis aux réussites. Chaque instant passé avec vous m'a apporté une force supplémentaire pour avancer. Votre présence à mes côtés a renforcé ma détermination et m'a rappelé que nous sommes une équipe indissociable. Vous

avez cru en moi même quand j'avais des doutes, et cela m'a donné la confiance nécessaire pour persévérer. Je vous aime profondément et vous remercie du fond du cœur pour tout ce que vous avez fait et continuez de faire pour moi.

À mes chers enfants Mohamed El Fateh, Mirane, Mayar et Mohamed Moncef
Votre amour, votre joie de vivre et votre innocence ont été mes plus grandes sources d'inspiration et de motivation tout au long de ce parcours. Vos rires et vos câlins m'ont donné la force de surmonter les moments difficiles et de persévérer malgré les défis. Vous êtes la lumière de ma vie et ma plus grande fierté. Chaque jour passé à vos côtés me rappelle pourquoi il est important de se battre pour ses rêves. Votre présence m'a donné le courage de continuer et de donner le meilleur de moi-même. Je vous aime plus que tout et je vous dédie ce travail avec tout mon cœur.

À mon amie Ramata Saghara, merci pour ton amitié inestimable et ton soutien constant qui ont été des sources de force et de joie tout au long de ce parcours.

A Toute la famille CHADLI. Que dieu vous protège, je vous souhaite une longue vie pleine d'amour, de bonheur et surtout de santé.

Nesrine Chadli

Sommaire

Dédicace

Remerciement

Liste des Tableaux

Liste des Figures

Liste des abréviations

Introduction 1

Chapitre I : Synthèse bibliographique

Généralités sur le blé dur 4

1. Origine 4

1.1. Origine géographique 4

1.2. Origine génétique 4

2. Etude de la plante 5

2.1. Classification botanique *Triticum durum* Desf: 5

2.2. Classement selon la saison de plantation *Triticum durum* Desf 5

3. Morphologie du blé dur *Triticum durum* Desf 6

3.1. Les racines 6

3.2. Les tiges 7

3.3. Les feuilles 7

3.4. L'inflorescence et les fleurs 7

3.5. les grains 8

4. Cycle de développement du blé *Triticum durum* Desf 9

4.1. La période végétative 9

4.2. Période de reproduction 10

5. Importance et la production de la céréaliculture 11

5.1. Dans le monde 11

5.2. En l'Algérie 12

6. Exigences écologiques 13

| | | |
|-----------------------------|---------------------------------------|-----------|
| 6.1. | Climat | 13 |
| 6.2. | La température | 14 |
| 6.3. | La lumière | 14 |
| 6.4. | Besoin d'eau | 14 |
| 6.5. | Sol | 15 |
| 7. | Les besoins en fertilisation azotée | 15 |
| Les hydro rétenteurs | | 16 |
| 1. | Introduction sur les hydro rétenteurs | 16 |
| 2. | Notions sur les hydro rétenteurs | 16 |
| 2.1. | Définition | 16 |
| 2.2. | Composition des hydro rétenteurs | 17 |
| 2.3. | Propriétés des hydro rétenteurs | 17 |
| 3. | Interaction avec les fertilisants | 18 |
| 3.1. | Durée d'efficacité | 18 |
| 4. | Avantages des hydro rétenteurs | 19 |
| 5. | Inconvénients des hydro rétenteurs | 20 |
| 6. | Notions générales sur Polyter | 20 |
| 6.1. | Définition | 20 |
| 6.2. | Inventeur | 20 |
| 7. | Processus de fabrication du Polyter | 21 |
| 8. | Gamme du Polyter | 22 |
| 8.1. | Polyter Gr | 22 |
| 8.2. | Polyter Grp | 22 |
| 8.3. | Polyter Agri | 22 |
| 9. | Caractéristiques Polyter | 23 |
| 9.1. | Polyter hydro rétenteur | 23 |
| 9.2. | Polyter fertilisant | 23 |
| 9.3. | Polyter naturellement biodégradable | 23 |

| | |
|--|----|
| 9.4. Mécanismes d'action du Polyter | 24 |
| 9.5. Doses d'application du Polyter | 24 |
| 9.6. Avantages et inconvénients du Polyter | 25 |
| 9.6.1. Avantages du Polyter | 25 |
| 9.6.2.. Inconvénients du Polyter | 26 |
| 10. Applications générales et domaines d'études sur le Polyter | 26 |

Chapitre II: Matériel et méthodes

| | |
|---|----|
| 1.Objectifs | 28 |
| 2.Choix et description du site de l'experimentztion | 28 |
| 3. Les données climatiques | 29 |
| 4. Matériel | 30 |
| 4.1. Substrat utilisé | 30 |
| 4.2. Matériel végétal | 31 |
| 4.3. Dispositif expérimental | 31 |
| 4.4. Les opérations culturales | 33 |
| 4.5. Les caractéristiques du sol et de l'eau d'irrigation | 34 |
| 5. Paramètres étudiées | 35 |
| 5.1. Test de germination: | 35 |
| 5.2. Paramètres mesurés du sol | 36 |
| 6. Les paramètres et les mesures sur la culture | 38 |
| 6.1. Appréciation sur les stades de la culture | 38 |
| 6.2. La hauteur de la plante | 38 |
| 6.3. Longueur des racines | 38 |
| 6.4. Paramètres de rendement | 38 |
| 6.5. Rendement | 39 |
| I.7. Analyses statistiques | 39 |

ChapitreIII : Résultats et discussions **41**

| | |
|---|----|
| 1. Effet de la dose du Polyter sur les caractéristiques physiques et chimiques du sol | 41 |
|---|----|

| | | |
|------|---|----|
| 1.1. | Humidité ponderale (%) | 41 |
| 1.2. | Le pH | 42 |
| 1.3. | La Salinité du sol (CEds/m) | 44 |
| 1.4. | La matière organique (MO%) | 46 |
| 2. | Effet du Polyter sur l'apparition des stades de croissance (durée en jours) | 47 |
| 3. | Effet du Polyter sur les caractéristiques morphologiques de la plante | 50 |
| 3.1. | Hauteur moyenne de la plante (cm) | 50 |
| 3.2. | Longueur moyenne de la racine (cm) | 51 |
| 4. | Effet du Polyter sur les composantes du rendement | 53 |
| 4.1. | Le nombre de talles/m ² | 53 |
| 4.2. | Le nombre épi/m | 54 |
| 4.3. | Le nombre de grain/épi | 55 |
| 4.4. | le Poids de 1000 grains (PMG) | 56 |
| 5. | Effet de Polyter sur le rendement | 57 |
| 5.1. | Le rendement en paille | 57 |
| 5.2. | Le rendement grain | 58 |
| | Corrélations entre les différentes variables marquant l'effet du Polyter sur les caractéristiques physiques et chimiques du sol | 61 |
| | Corrélations entre les différentes variables marquant l'effet du Polyter sur les composantes de rendement | 63 |
| | Conclusion | |

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANNEXES

Liste des tableaux

| | |
|---|----|
| Tableau 1: Doses et application du Polyter (Source : www.polyter.com 2023) | 24 |
| Tableau 2: Données climatiques durant la période de culture 2023.2024. | 29 |
| Tableau 3: Caractéristiques techniques du Polyter. (Source KONFE et <i>al</i> ; 2019) | 30 |
| Tableau 4: Dose de Polyter par traitement | 33 |
| Tableau 5 : Granulométrie du sol | 35 |
| Tableau 6: Caractéristiques chimiques de l'eau d'irrigation..... | 35 |
| Tableau 7: les dates d'apparition des stades phénologiques | 38 |
| Tableau 8: Analyse de la variance (Évolution de l'humidité dans le sol) | 42 |
| Tableau 9: Analyse de la variance (Évolution du Ph dans le sol) | 44 |
| Tableau 10 : Analyse de la variance (Évolution de la CE dans le sol) | 45 |
| Tableau 11: Analyse de la variance (Évolution de la matière organique dans le sol)..... | 47 |
| Tableau 12: Dates d'apparition des stades phénologiques selon les traitements | 48 |
| Tableau 13: Analyse de la variance (Hauteur de la plante selon le cycle cultural)..... | 51 |
| Tableau 14: Longueur de la racine (cm) au stade fin tallage (17-01-2024)..... | 52 |
| Tableau 15: Analyse de la variance de comparaison des moyennes (nombre de talles/m ²) ... | 53 |
| Tableau 16: Analyse de la variance de comparaison des moyennes (nombre d'épis/m ²)..... | 55 |
| Tableau 17: Analyse de la variance de comparaison des moyennes (nombre de grain/épis) . | 56 |
| Tableau 18 : Analyse de la variance de comparaison des moyennes (Poids de 1000 grains) . | 57 |
| Tableau 19 : Analyse de la variance de comparaison des moyennes (Rendement paille)..... | 58 |
| Tableau 20: Analyse de la variance de comparaison des moyennes (Rendement grain)..... | 59 |
| Tableau 21 : Corrélations entre les différentes variables marquant l'effet du Polyter sur les caractéristiques physiques et chimiques du sol | 62 |
| Tableau 22 : Corrélations entre les différentes variables marquant l'effet du Polyter sur les composantes de rendement..... | 64 |

Liste des Figures

| | |
|---|-------------------------------------|
| Figure 1 : Morphologie du blé (Soltner, 1998). | 9 |
| Figure 2 : Le cycle de développement des céréales | 9 |
| Figure 3 : Les phases de cycle végétal du blé. | 11 |
| Figure 4 : Impact de la guerre mondiale sur la production et l'exportation des céréales en Ukraine | 12 |
| Figure 5 : Granulés de Polyter®..... | 20 |
| Figure 6 : Mr Philippe OUAKI DI GIORNO..... | 21 |
| Figure 7 : Gamme de Polyter® (Source, www.polyter.com 2023)..... | 22 |
| Figure 8 : Positionnement du site expérimental (Google Earth 2023) | 28 |
| Figure 9 : Vue générale de la parcelle expérimentale (Photo originale 2024) | 29 |
| Figure 10 : Incorporation du Polyter (Photo originale 2023)..... | 30 |
| Figure 11 : Schéma du dispositif expérimental | 32 |
| Figure 12 : Installation du réseau | Error! Bookmark not defined. |
| Figure 13 : Piquetage et traçage des parcelles élémentaires..... | Error! Bookmark not defined. |
| Figure 14 : Maillage de la parcelle contre les moineaux (Photo originale 2023)..... | 34 |
| Figure 15 : Epanchage d'engrais azoté (Photo originale 2023)..... | 34 |
| Figure 16 : Test de germination, variété Oued El Bared (Photo originale 2023)..... | 36 |
| Figure 17 : Détermination du pH (Photo originale 2023) | 37 |
| Figure 18 : Salinité (CE ds/m) par Conductimètre -portable (Photos originale 2023)..... | 37 |
| Figure 19 : Evolution de l'humidité du sol selon les traitements de Polyter..... | 41 |
| Figure 20 : Évolution du pH dans le sol selon les traitements | 43 |
| Figure 21 : Evolution de salinité du sol selon les traitements de Polyter..... | 45 |
| Figure 22 : Evolution de la matière organique selon les traitements de Polyter | 46 |
| Figure 23 : Apparition des stades phénologiques selon les traitements en jours | 48 |
| Figure 24 : Les stades de croissance (photo originale 2024)..... | 49 |
| Figure 25 : Hauteur moyenne de la plante selon les traitements. | 50 |
| Figure 26 : Hauteur de la plante (cm) au stade fin tallage (17-01-2024) | 50 |
| Figure 27 : Longueur moyenne de la plante selon les traitements | 51 |
| Figure 28 : Longueur de la racine (cm) au stade fin tallage (17-01-2024)..... | 52 |
| Figure 29 : Effet du Polyter sur le nombre des talles/m ² selon les traitements..... | 53 |
| Figure 30 : Effet du Polyter sur le nombre d'épis/m ² selon les deux traitements | 54 |
| Figure 31 : Effet de Polyter sur le nombre des grain/épi selon les traitements | 55 |
| Figure 32 : Effet de Polyter sur le poids de 1000 grain (PMG) selon les traitements..... | 56 |
| Figure 33 : Effet de Polyter sur le rendement en paille (g) selon les traitements..... | 57 |
| Figure 34 : Effet de Polyter sur le rendement grain (g) selon les traitements | 58 |

Liste des abréviations

% :Pourcentage.

AP :Avec Polyter.

Ca⁺² : Calcium.

CE :Conductivité électrique (dm/s).

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture(Food and Agriculture Organisation)

ITDAS : Institut Technique de Développement de l'Agronomie Saharienne.

K⁺ : Potassium.

Méq : Milliéquivalent.

Mg⁺² : Magnésium.

MO :Matière Organique.

Na⁺ : Sodium.

P : Polyter

PH : Potentielle Hydrogène.

PMG : Poids de mille graines.

SP :SansPolyter.

Introduction

Introduction

En Algérie, les céréales sont les principales cultures, cultivées sur une superficie annuelle d'environ 3,6 millions d'hectares (**MADR, 2012**). Parmi les céréales, le blé dur occupe une place de choix dans l'alimentation des populations algériennes (**Megherbi et al, 2012**). Le rendement grain national de cette culture est le plus faible du bassin méditerranéen (**Belaid, 2000**).

Cependant, la filière céréaliculture se trouve confrontée à de nombreuses causes (biotiques et abiotiques) de baisse de rendements dans les principales zones de production parmi lesquelles, la faible fertilité des terres, le problème de la disponibilité en eau ainsi que la faible capacité de rétention en eau des sols et la forte évaporation. Les sécheresses parmi les contraintes environnements auxquelles causent plus de dommage aux productions agricoles. En effet, chaque année les surfaces perdues à cause de ces tresses ; un milliard d'hectares sont menacés dans le monde dont 3,2 millions en Algérie (**Toumi et al, 2014**).

En effet, de nombreux travaux ont largement fait état du faible potentiel de productivité des sols en Algérie. Ces derniers sont caractérisés par un faible taux de matière organique, une pauvreté en bases échangeables, un complexe adsorbant médiocre et une faible capacité de rétention en eau. Face à cette situation, l'utilisation des engrais et amendements organiques restent l'une des solutions efficaces pour améliorer la fertilité des sols, accroître les rendements des cultures et l'ensemble de la production agricole. Mais cette utilisation doit permettre une agriculture durable tout en boostant les rendements des cultures.

Dans un tel contexte, l'utilisation d'engrais biologiques et de bio fertilisants pourrait donc être une alternative à la fertilisation des sols, tout en minimisant les risques de pollution de l'environnement, par l'amélioration de la nutrition minérale des plantes et la bonne gestion de l'eau.

D'où l'intérêt de la vulgarisation d'intrants innovants tels que l'hydro rétenteur (Polyter) qui est un super absorbant et spécifique pour les végétaux, enrichi en éléments fertilisants ; pour améliorer d'une part, l'efficacité de l'irrigation et favoriser la nutrition minérale pour booster les rendements des cultures d'autre part.

Compte tenu de cela, l'objectif de ce présent travail vise à étudier l'efficacité des différentes d'un' hydro rétenteur (Polyter) sur la production d'une culture de blé dur en milieu salin (Variété : Oued El Bared) et plus spécifiquement d'évaluer l'impact des différentes doses incorporés au sol sur les composantes de rendement et de mesurer leur effet sur quelques paramètres chimiques du sol.

Ce travail est divisé en quatre chapitres :

- Le premier chapitre est consacré à une synthèse bibliographique qui comporte une généralité sur la culture de blé dur et une note introductive sur hydro-rétenteur (Polyter).
- Le deuxième chapitre consacré à la partie expérimentale (Matériel et méthodes utilisées).
- Le troisième chapitre est consacré aux résultats obtenus et aux discussions.
- A la fin, un quatrième chapitre sur l'étude ; pour une conclusion

›Chapitre I
Synthèse
Bibliographique

Généralités sur la culture d blé dur

1. Origine

1.1 Origine géographique

L'origine de la plante de blé n'est pas connue avec certitude et cela a fait l'objet d'études par de nombreux chercheurs. Des études de Feldman 1955, Zohary et Hopf ont indiqué que les premières caractéristiques de la culture du blé sont apparues dans le Croissant fertile de la région qui s'étend du Jourdain à l'Euphrate vers 9000 av.J.-C. Vavilov 1926 a confirmé que l'origine du blé dur était la région méditerranéenne (Irak, Afrique du Nord, Éthiopie), et s'est ensuite étendue à d'autres régions telles que les grandes plaines d'Amérique du Nord (Dakota , Canada, Argentine) et les anciennes républiques soviétiques d'Elias 1995. L'Abyssinie est considérée comme un centre de diversité tétraploïde du blé, elle est donc parfois appelée Croston et Williams 1982 ; Harlan 1975.

De nombreux restes de blé diploïde et tétraploïdes ont été trouvés préservés dans les restes de 7000 avant JC dans les régions du Proche-Orient (**Harlan 1975**).

Selon (**Vavilov, 1934**), l'habitat d'origine des groupes de blé était divisé en trois parties :

La région de Syrie et de Palestine du Nord : représente le centre originel du groupe binaire du blé (Diploïdes 2N).

Région éthiopienne : considérée comme le centre originel du groupe du blé quaternaire (Tétraploïdes 2N).

Région afghane-indienne : où elle est le centre d'origine du groupe des six blés (hexasploïdes; 6N).

1.2 Origine génétique

Lupton a indiqué en 1987 que les types sauvages de blé étaient issus d'hybridation naturelle, de mutations ou de sélection. Le blé est considéré comme l'une des plantes les plus diverses et les plus complexes en termes de génotypes, mais elles suivent toutes le genre *Triticum*, qui comprend plusieurs types, y compris la profession, y compris la nature, (Diploïde) contient 14 chromosomes. Le blé amylicé (Emmer) a un nombre tertiaire de chromosomes, et le blé dur a un certain nombre de 28 chromosomes, et le blé tendre est un nombre hexagonal ayant 42 chromosomes (**Feldman ,1976**).

Le blé dur (AA BB;*Triticum durum* Desf; $2n = 28$) est issu d'un croisement entre des genres de pigments sauvages (BB) appelés *Aegilops speltoides* et *Triticum monoccocum* (avec le chromosome AA). Le genre *Triticum durum* Desf est plus courant qu'aux quatre genres Aneuploid (croston et williams 1981). Le nombre quadrupède de blés résulte d'un croisement rare mais naturel entre deux bruns diploïdes par hybridation naturelle dans lequel les chromosomes de type diploïde ont été collectés à partir des chromosomes d'un autre type.

2. Etude de la plante

2.1. Classification botanique *Triticum durum* Desf:

Selon (APG III, 2009):

| | |
|-------------------|----------------------------------|
| Règne : | Plantae |
| S/règne : | Tracheobionta |
| Embranchement : | Phanérogamia |
| S/Embranchement : | Magnoliophyta (Angiospermes) |
| Division : | Magnoliophyta |
| Classe : | Liliopsida (Monocotylédones) |
| S/Classe : | Commelinidae |
| Ordre : | Poales (Glumiflorales) Cyperales |
| Famille : | Poaceae (Graminées) |
| S/Famille : | Pooideae (Festucoideae) |
| Tribu : | Triticeae |
| S/tribu : | Triticinae |
| Genre : | <i>Triticum</i> |
| Espèce : | <i>T. durum</i> Desf. |

2.2. Classement selon la saison de plantation *Triticum durum Desf*

Selon Soltner, 2005 ; Le blé est classé selon la saison de plantation en :

2.2.1. Blé d'hiver

Son cycle de vie varie entre 9 et 11 mois et est planté à l'automne, caractérisant les régions méditerranéennes et tempérées. Ces blés sont soumis à une période d'incubation à basse température de 1 à 5°C qui leur permet de passer du stade végétatif au stade reproductif.

2.2.2. Blé de printemps

Ce sont des blés qui ne peuvent pas vivre sous des températures basses. Leur cycle de croissance varie de 3 mois à 6 mois. La phase de fécondation de ces blés est liée à la longueur du jour.

2.2.3. Blé alterné

Ce sont des blés intermédiaires entre l'hiver et le printemps, et se distinguent par leur résistance au froid

3. Morphologie du blé dur *Triticum durum Desf*

3.1. Les racines

Fibres ramifiées en racines embryonnaires qui poussent à partir de l'axe de l'embryon et racines adventives qui poussent à partir des nœuds de la tige inférieure près de la surface du sol à une profondeur de 2,5 cm.

- **Racines embryonnaires ou primaires** : Leur nombre est généralement de cinq racines, qui est la racine d'origine et deux paires de ses branches latérales ; ces racines maintiennent et remplissent leur fonction et leur éliminations nuisent à la croissance et réduisent le rendement.
- **Racines adventives ou coronales** : Elles apparaissent aux nœuds inférieurs sous la surface du sol de la tige d'origine et sont plus nombreuses et répandues que les racines primaires et elles poussent d'abord sur le côté, puis tournent verticalement vers le bas, et le sol devient de 6 à 9 cm de

profondeur, encombré de racines entrelacées, et l'étendue du système racinaire se propage dépend de la disponibilité de nourriture et d'eau à la surface du sol, de la nature du sol et de la hauteur du niveau de la nappe phréatique.

- **Racines adventives** : Elles sortent à une profondeur presque constante (environ 2,5 cm de la surface du sol, quelle que soit la profondeur à laquelle les graines sont cultivées (Sallahedin et al 2008) .

3.2. Les tiges

Les tiges Cylindrique, debout dans le blé de printemps et la litière en hiver, principalement creuse, et les nœuds sont toujours pleins. La longueur de la tige varie de 60 à 150 cm et est plus courte dans les zones sèches. Le nombre de phalanges varie de 5 à 7, et les phalanges inférieures sont enveloppées sur leur longueur et la phalange supérieure sur la plupart d'entre elles par des feuilles gainées, qui travaille pour les protéger et les soutenir pendant la croissance (résistance à la position couchée) et la phalange terminale est la phalange la plus longue, la plus fine et portant l'épi. Le nombre de branches 2-3 dans des conditions agricoles normales et peut atteindre 30 ou plus lorsque la terre fertile et fournir une grande distance entre les plantes et la ramification de base commence très loin de la surface du sol, quelle que soit la profondeur différente sur laquelle les grains sont placés et le nombre de branches de base est supérieur à celui de l'orge (A.Sallahedin et al 2008). Mais avec le même numéro de chromosome, avec des développements appelés Amphidiploïde, (Feldman, 1976).

3.3. Les feuilles

Les feuilles sont gainées comme le reste des herbes, et elles se composent d'une gaine, qui est la partie qui les relie à la tige et la lame qui est la partie s'étendant à l'extérieur de la tige et exposée au soleil, la gaine est plus épaisse que la lame et ses bords sont fins et transparents. Le limbe mesure environ 5 à 8 cm de long, les oreilles sont des excroissances griffues de taille moyenne et leurs bords ont souvent de longs poils. La ligule est une longue croissance membraneuse qui entoure la tige à la connexion lorsque la gaine est attaché à la lame (A.Sallahedin et al 2008).

3.4. L'inflorescence et les fleurs

C'est un épillet composé qui porte la tige d'origine de l'épi ; L'épi contient environ 20 épillets atrophiés alternativement en deux types opposés, et l'axe de l'épi se compose de

nœuds et de phalanges, donnant à l'axe une forme de zigzag. L'épi contient 2 à 8 fleurs disposées en alternance sur un petit axe, et la fleur se compose d'une fleur interne et externe et comprend les principaux membres de la fleur (3 étamines et l'ovaire) (A.Sallahedin *et al* 2008).

3.5. Les grains

Le fruit du blé est un grain dont la longueur varie entre 3-10 mm et un diamètre de 3-5 mm et est composé de l'enveloppe de fructification, suivie de la couche cornée, suivie de la couche d'aleurone, et sous la couche endosperme contient des cellules pleines de grains amidon attachés les uns aux autres par un réseau une substance protéique complexe connue sous le nom de gluten qui donne force et capacité à tenir et mâcher de la gomme Un grain de blé mûr contient 2,5% d'embryon et 9 à 10% de fructification, 85 à 86% d'endosperme amylicé, 3 à 4% d'alérion (A.Sallahedin *et al* 2008).

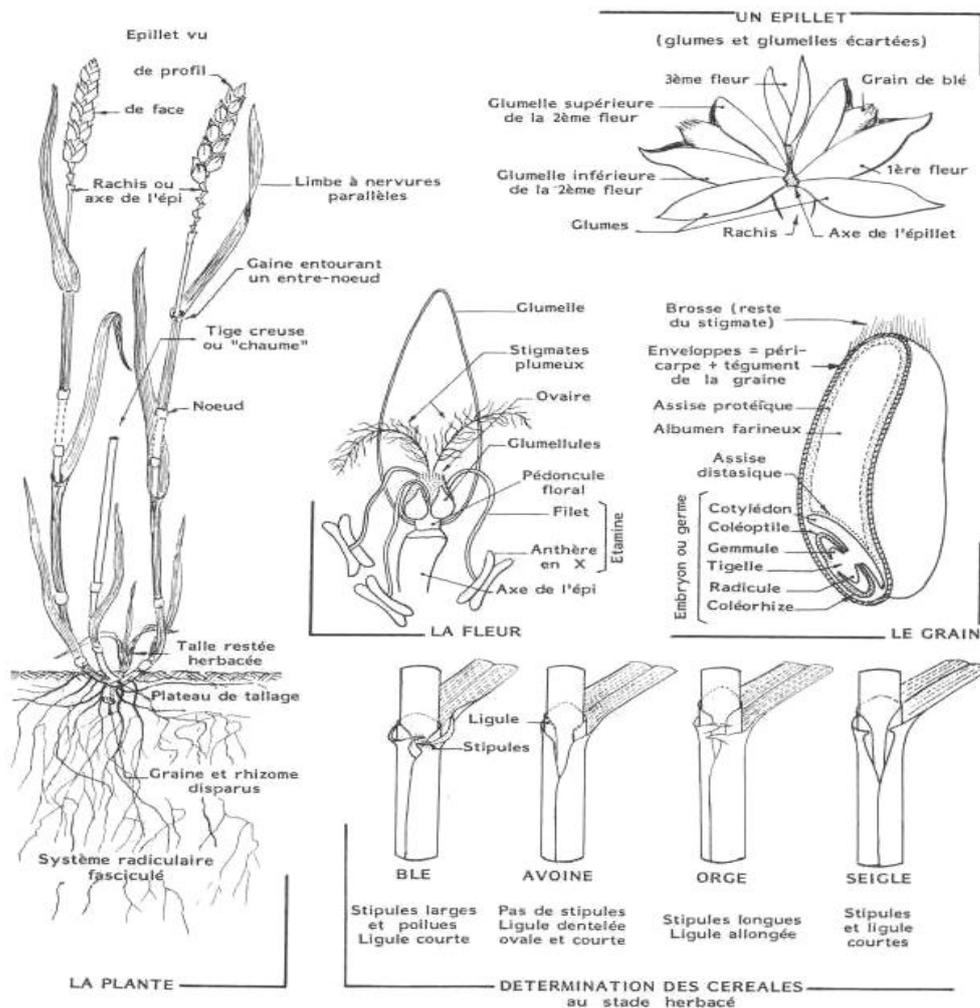


Figure 1 : Morphologie du blé (Soltner, 1998).

4. Cycle de développement du blé *Triticum durum* Desf

Le cycle de développement du blé est constitué d'une série d'étapes séparées par des stades repérés, permettant de diviser en deux périodes la vie des céréales. Une période végétative durant laquelle, la plante ne se différencie que des feuilles et des racines ; une période reproductrice dominée par l'apparition de l'épi et la formation du grain (Soltner, 2005).

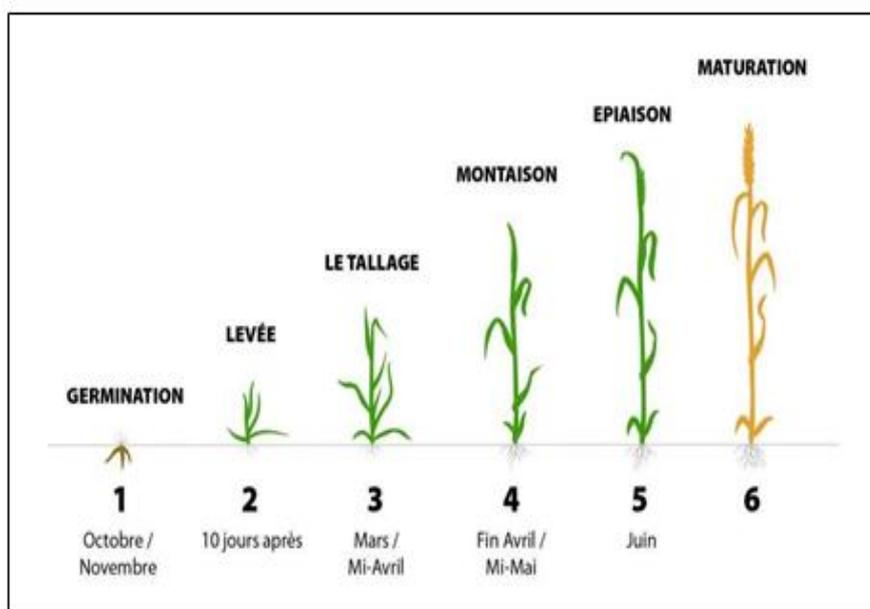


Figure 2 : Le cycle de développement des céréales

4.1. La période végétative

Elle se caractérise par un développement strictement herbacé et s'étend du semis jusqu'à la fin de tallage.

1. **La germination-levée :** La germination de la graine se caractérise par l'émergence du coléoptile donnant naissance à des racines séminales et la date de la levée est définie par l'apparition de la première feuille qui traverse la coléoptile, gaine rigide et protectrice enveloppant la première feuille. La levée se fait réellement dès la sortie des feuilles à la surface du sol (Soltner, 2005). Au sein d'un peuplement, la levée est atteinte lorsque la majorité des lignes de semis est visible (Gate, 1995). Les principaux facteurs

édaphiques qui interviennent dans la réalisation de cette phase sont, la chaleur, l'aération et l'humidité (Eliard, 1979).

II. Tallage : Lorsque la plante possède 3 à 4 feuilles, une nouvelle tige, la talle primaire, apparaît à l'aisselle de la feuille la plus âgée. Après l'émission de la première talle, la plante va émettre des talles primaires, qui prennent naissance à l'aisselle du maître-brin (tige principale), puis, lorsque le maître-brin a 6 feuilles au moins, des talles secondaires dont les bourgeons seront alors situés à l'aisselle des feuilles des talles primaires. Le tallage herbacé s'arrête dès l'évolution de l'apex de la formation d'ébauches de feuilles à celle d'ébauches florales (futurs épillets) qui sont suffisamment avancées (Gate et Giban, 2003).

4.2. Période de reproduction

Elle comprend la formation et la croissance de l'épi.

- **Phase de la montaison**

Au cours de cette phase, un certain nombre de talles herbacées vont évoluer vers des tiges couronnées d'épis, tandis que d'autres commencent à régresser. La croissance en taille et en matière sèche est alors active. Cette phase se termine au moment de la différenciation des stigmates. La durée de cette phase est de 29 à 30 jours (Clément-Grandcourt et Prat, 1971).

- **Phase de l'épiaison et de fécondation**

Elle est marquée par la méiose pollinique, l'éclatement de la graine avec l'émergence de l'épi. C'est au cours de cette phase que s'achève la formation des organes floraux et s'effectue la fécondation (Soltner, 2005). La vitesse de croissance de la plante est maximale. Cette phase correspond à l'élaboration d'une grande quantité de la matière sèche, cette phase dépend étroitement de la nutrition minérale et de la transpiration qui influence le nombre final de grains par épi (Masle, 1980 ; Soltner, 2005).

- **Phase de maturation et de formation du grain :**

Au cours de cette phase, l'embryon se développe et l'albumen se charge de substances de réserve. On observe une augmentation du volume du poids des graines. La phase se termine par le stade laiteux. Ensuite, le poids frais des grains continue à augmenter

alors que celui des tiges et des feuilles diminue. La phase se termine par le stade pâteux. Puis les grains deviennent durs et leur couleur devient jaunâtre (**Boufnar-Zaghoune et Zaghouane 2006**).

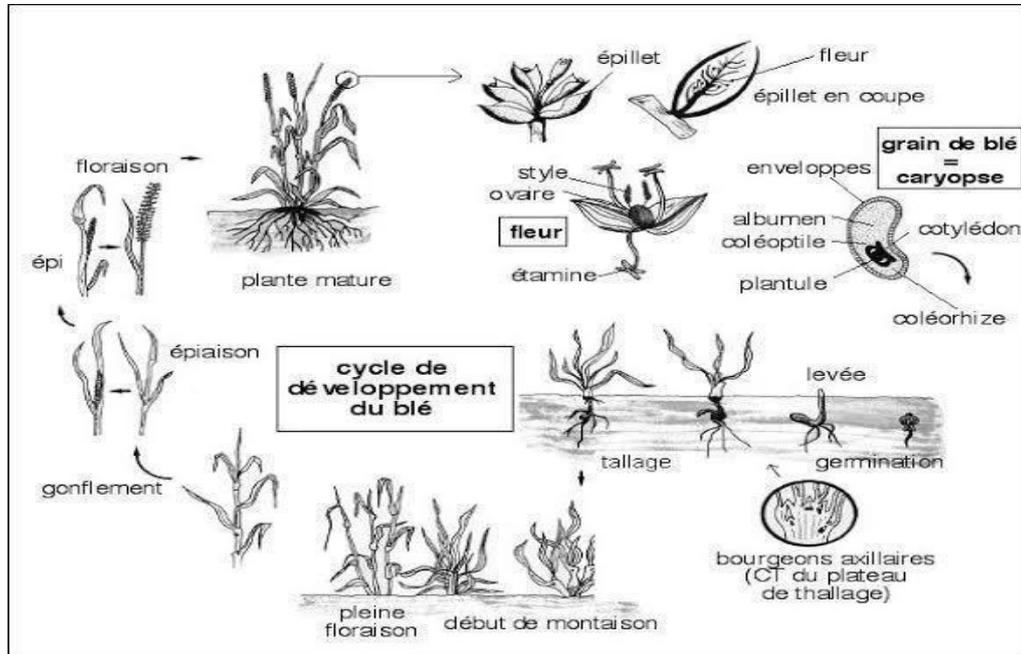


Figure 3 : Les phases de cycle végétal du blé.

5. Importance et la production de la céréaliculture

5.1. Dans le monde

Assurer la sécurité alimentaire est un enjeu crucial pour le développement de l'être humain. Les gouvernements et les organisations non gouvernementales mettent en place des politiques et des systèmes économiques visant à lutter contre les différentes formes d'insécurité alimentaire (**MADR, 2018**).

Le blé (Genre *Triticum*) et ses produits dérivés sont extrêmement importants dans l'alimentation humaine, et ils sont de plus en plus consommés dans le monde entier, en particulier dans les zones urbaines. C'est pourquoi le blé est la céréale la plus cultivée dans le monde. Dans les régions où sa culture n'est pas possible, les céréales sont importées, mais cela doit être équilibré par l'exportation d'autres produits pour éviter des déséquilibres dans le commerce extérieur (**FAO, 2001**).

La guerre en Ukraine et les tensions entre la Russie et l'Occident ont perturbé la production et les exportations de céréales dans la région. Les agriculteurs ont abandonné leurs terres en raison des conflits et des troubles dans l'Est de l'Ukraine, ce qui a entraîné

une diminution de la production. De plus, les sanctions économiques imposées par l'Occident à la Russie ont limité la production de céréales dans les régions russes. La diminution de la production a affecté les prix des céréales sur les marchés internationaux en raison de la limitation des exportations et de la réduction des stocks mondiaux (**Perthuis, 2022**).

Cette interruption soudaine a provoqué une hausse considérable des prix du blé, du maïs et des oléagineux, trois composantes majeures de l'indice du prix des denrées alimentaires de base de la FAO depuis 1961. En conséquence, pour la première fois en soixante ans, le coût d'accès aux denrées alimentaires de base a augmenté considérablement en termes réels. Cette inflation dans le secteur agricole est susceptible d'avoir des conséquences très graves sur la sécurité alimentaire mondiale (**Perthuis, 2022**).

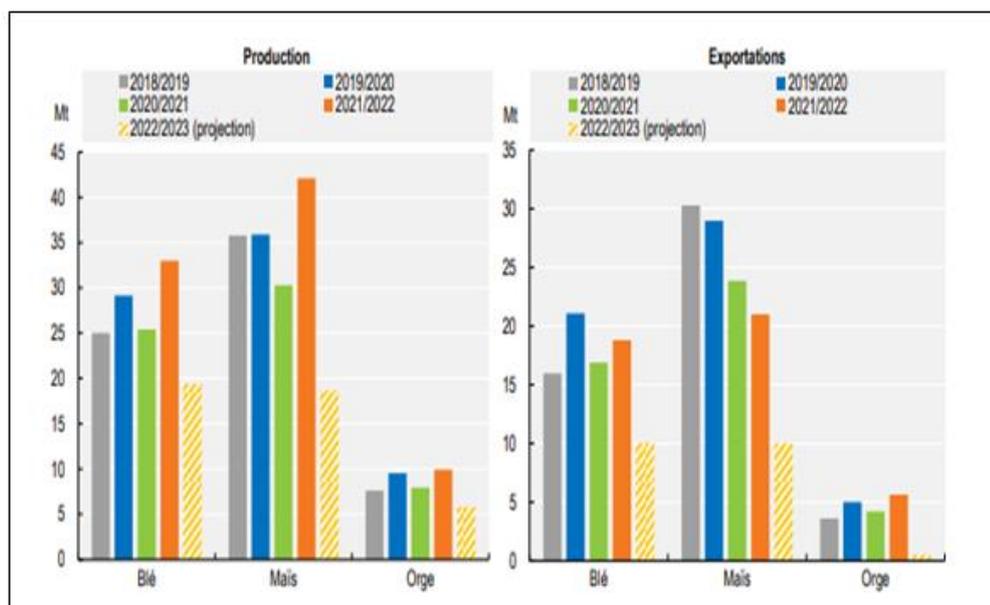


Figure 4 : Impact de la guerre mondiale sur la production et l'exportation des céréales en Ukraine

5.2. En l'Algérie

En Algérie ; Les céréales sont une ressource essentielle pour l'alimentation, fournissant la majorité des calories et des protéines dans le régime alimentaire national. plus que trois millions d'hectares de terres sont dédiés à la culture des céréales en Algérie, dont la majorité est cultivée dans les régions des hauts plateaux telles que Sidi Bel Abbés, Tiaret, Sétif et El Eulma, malgré des conditions climatiques difficiles. Le blé est la

principale céréale cultivée. Elle est suivie de l'orge et de l'avoine, bien que la superficie récoltée soit souvent inférieure à celle cultivée, même lorsque les conditions climatiques sont favorables (**Aidani, 2015**).

En 2010 et 2017, en moyenne 40% de la Superficie Agricole Utile a été consacrée à la culture des céréales en Algérie. Durant la décennie 2000-2009, la superficie ensemencée en céréales était de 3 200 930 hectares, dont 74% était occupée par le blé dur et l'orge, ce qui représente la majorité de la surface cultivée en céréales (**MADR, 2017**).

La production de céréales en Algérie ne suffit pas à couvrir les besoins nationaux. Au cours des cinq dernières années, l'Algérie a importé en moyenne plus de 12 millions de tonnes de céréales par an, tandis que la production annuelle n'était que d'environ 4,92 millions de tonnes, dont 3,3 millions de tonnes de blé. Les épisodes de sécheresse qui ont touché l'Afrique du Nord en 2021 ont également eu un impact négatif sur la production de céréales en Algérie (**FAO, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. "Algeria: Cereal Supply and Demand Brief." FAO. Accessible à [FAO Website](#)2022**).

L'Algérie a consommé environ 11,37 millions de tonnes de blé entre juillet 2020 et juin 2021, selon un rapport conjoint du Global Agricultural Information Network et du ministère américain de l'Agriculture. Les stocks de céréales de l'Algérie ont augmenté de 5,6 millions de tonnes en 2017 à 6,7 millions de tonnes en 2020, mais ont diminué de 6 % pour atteindre 6,3 millions de tonnes en 2021, avec une prévision de chute à 5,1 millions de tonnes en 2022, d'après la **FAO (Agence Ecofin2022)**.

6. Exigences écologiques

Les exigences écologiques du blé dur ne sont pas les mêmes que le blé tendre. Le blé dur a des besoins élevés en ensoleillement, une faible résistance au froid et à l'humidité, des rendements moyens (en général inférieurs à ceux du blé tendre, sauf pour les variétés nouvelles ou améliorées), une sensibilité à certaines maladies cryptogamiques plus grande que chez le blé tendre. (**Alaoui, 2003**).

6.1. Climat

Afin de préserver la qualité des grains et de maximiser le potentiel de la culture, le blé dur s'implante dans des régions où le risque climatique en fin de cycle est réduit. L'objectif est de favoriser un enracinement optimal (sol ressuyé, pas de problème

d'hydromorphie, ...) et de limiter les risques de moucheture et de mitadinage liés en partie aux pluies après le stade épiaison. S'il fallait résumer les principales caractéristiques d'un milieu favorable au blé dur, on citerait : un sol sain et une fin de cycle ensoleillée car le blé dur a des racines fragiles et une fin de cycle ensoleillée car ses épis sont fragiles (**Nathalie gontard, 2017**).

6.2. La température

Les températures permettant une croissance optimale et un rendement maximum sont compris entre 15 et 20 C °.

Les températures critiques minimales sont par ailleurs voisines de celles des blés tendres : un blé dur de type « printemps » accuse des dégâts foliaires vers -8 C⁰. Par contre, les blés durs se montrent particulièrement résistants aux hautes températures au cours de la maturation : en l'absence de sécheresse, des températures de l'ordre de 31-32 C⁰ ne causent aucune perturbation (**Moule, 1971**)

6.3. La 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. (**Louniskhodjia, 2017**). 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. (**kh.Lounis, 2017**)

6.4. Besoin d'eau

Le blé dur est plus adapté que blé tendre aux régions où la pluviométrie annuelle moyenne est faible la production de blé dur est concentrée sur les hautes terres du centre, du Nord et du Nord-ouest. Pour produire une récolte acceptable, il faut au moins 250 mm d'eau. (**M.Chekhma, 2020**)

6.5. Sol

Les sols qui conviennent le mieux à la production de blé dur sont ceux qui sont bien aérés, profonds et comportent au moins 0,5% de matière organique. Le pH optimal du sol est de 5,5-7,5. Le blé dur est sensible à la salinité du sol. (**M. Brink**), bien drainés mais pas trop sujet au stress hydrique surtout pendant la période de l'accumulation des réserves dans le grain. L'installation du blé dur dans les terres se ressuyant mal, le rend plus sensible aux maladies cryptogamiques telles que les piétons et les fusarioses.

7. Les 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.

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.

Les hydro rétenteurs

1. Introduction sur les hydro rétenteurs

Les hydro rétenteurs regroupent une multitude de produits aux compositions variées, vendus afin de simplifier la gestion de l'irrigation des plantes. Selon les manufacturiers, ils permettraient de réduire de 50% le nombre d'irrigation, de retarder l'atteinte du point de flétrissement, d'augmenter l'aération du sol et de réduire de 20% la quantité de fertilisants solubles nécessaires (**William et Theodore,2001**)

Les manufacturiers, prospectant de nouveaux débouchés, tentent actuellement d'adapter les polymères hydro rétenteurs au secteur de l'agriculture. En effet, grâce à leur caractère fortement hydrophile, les hydrorétenteurs permettent l'amélioration des propriétés hydriques des substrats de culture (**Teny et Nelson, 1986**).

À l'origine, les principales applications des polymères hydrophiles se restreignaient aux domaines de l'hygiène, des pâtes et papiers, ainsi que dans le traitement des eaux usées. On dénombre aussi une multitude d'utilisations secondaires, notamment dans la stabilisation des sols, les gels d'électrophorèse, les savons, etc.... (**Abdelmagid et Tabatabai, 1982**).

2. Notions sur les hydro rétenteurs

i. 2.1. Définition

On les appelle aussi « rétenteur d'eau », « Grain d'eau » ou encore « Cristal d'eau ». Les hydro rétenteurs à membrane polymérique semi-perméable à l'eau sont des petits cristaux en copolymère acrylamide. Ces cristaux sont prévus pour se gonfler d'eau ou, dans le cas des hydrorétenteurs présentés sous forme de gel, de solidifier l'eau par un ajout de polyacrylate de Potassium. Ce sont donc des copolymères en trois dimensions de type : polyacrylamide/polyacrylates issus de la pétrochimie.

Les « grains d'eau » mesurent de 3 mm à 2 cm de diamètre et sont capables de retenir 500 fois leurs poids en eau. La durée de vie moyenne des hydrorétenteurs est de cinq (05) ans.

Apparus dans les années 80 ; l'idée générale est de stocker l'eau quand il y en a, puis de la libérer en période de sécheresse lorsque les plantes en ont besoin. L'absorption du liquide est rapide mais la libération de l'eau se fait progressivement par la suite. Il faut se

rappeler qu'un simple arrosage ne permet à la plante que de recevoir 20% de l'apport en eau contre 90% si un hydrorétenteur a été utilisé à la plantation.

ii. 2.2. Composition des hydro rétenteurs

Les hydrorétenteurs sont des polymères hydrophiles ayant la propriété d'absorber de 20 à 500 fois leur poids sec en eau, selon le type de molécule chimique utilisé (**Blodgett et coll., 1995**). Ils sont constitués de millions de monomères liés entre eux par des liens covalents, formant de longues chaînes linéaires ramifiées (**Molyneux, 1983; Thomas, 1964**).

On peut distinguer trois (03) classes d'agents hydrorétenteurs(**James et Richards, 1986**) : les polymères naturels habituellement ; soit :

- À base d'amidon.
- De l'acide acrylique (polyacrylate, polyacrylamide).
- Soit du polyvinylalcool.

De nombreuses molécules intermédiaires, sous forme de copolymères, s'ajoutent aux trois groupes mentionnés (copolymère d'acrylate et d'acrylamide; amidon greffé d'acrylate, etc.).

Dans le secteur de l'agriculture, les polymères synthétiques constituent le type d'hydrorétenteur le plus utilisé (**Supersorb ®, Broadleaf P4®, Agrosoke® , Aqua Mend ®, Soil Moist ®. Terra- Sorb ®**etc...). Cependant. On retrouve encore aujourd'hui sur le marché des hydrorétenteurs constitués d'amidon (**Liqua-Gel ®, Waterlock ®, Sta- Wet ®**) car ces produits possèdent une rétention en eau très supérieure aux polymères synthétiques. Toutefois, en raison de leur dégradation rapide en présence d'enzymes bactériennes et de la grande sensibilité de leurs propriétés hydrophiles à l'action des fertilisants, les polymères naturels sont peu recommandables (**Wang et Gregg, IWO, 1990**).

iii. 2.3. Propriétés des hydro rétenteurs

Les hydro rétenteurs sont utilisés afin de garantir une grande capacité de rétention en eau dans le sol au profit des cultures. Cette caractéristique s'explique par le fait que les molécules hydro rétentrices portent sur leur longue chaîne carbonée une grande quantité de

groupements polaires (**Mikkelsen, 1994**). Ces groupements sont habituellement des carboxyls (COO⁻ ou des hydroxyls (OH⁻).

Les molécules d'eau étant des dipôles (deux charges positives et une charge négative), les parties positives de l'eau (H⁺) forment des liens électrostatiques avec les groupements négatifs des hydro rétenteurs. (**Foster et Keever, 1990**).

Selon Lamont et O'Connell (1987) la rétention en eau des polymères hydro rétenteurs peut être diminuée de près de 45% suite à une hydratation dans l'eau du robinet, comparativement à de l'eau distillée. Par conséquent, le secteur de l'agriculture étant un grand utilisateur de fertilisants, il est primordial de tenir compte de leur action sur les propriétés de rétention des hydro rétenteurs.

3. Interaction avec les fertilisants

Les hydro rétenteurs interagissent avec les fertilisants normalement utilisés dans les productions ornementales (**Johnsony1984;Mikkelsen, 1994**). Certains ions contenus dans les fertilisants réduisent de façon très importante leur capacité de rétention en eau (**Wang et Gregg, 1990**). Cette réduction peut aller jusqu'à 90% pour les ions calcium et magnésium ajoutés à raison de 20 meq/litre lors de l'hydratation du polymère **Broadleaf P4** ®(**Bowman et Evans, 1991**).

Selon James et Richards (1986), ce phénomène serait causé+ par une compétition entre l'eau et les ions fertilisants pour les sites polarisés de l'hydro rétenteur. De plus, les fertilisants occupants les sites polarisés forment des ponts ioniques entre les groupements polaires, réduisant ainsi l'expansion de la molécule (**Bowman et COIL, 1990**).

i. 3.1. Durée d'efficacité

La durée d'efficacité des hydro rétenteurs peut être très variable. Comme il a été mentionné précédemment, les fertilisants utilisés en production vont diminuer progressivement la rétention en eau des produits. De même, les cycles successifs de séchage et de mouillage vont contribuer à fragmenter les polymères pour ainsi réduire leur pouvoir de rétention en eau (**Seybold, 1994**).

Dans le cas d'une production en serre, la durée d'efficacité ne fait pas l'unanimité. Certains auteurs soutiennent qu'ils sont efficaces durant environ 6 semaines (**Fox et Bryan, 1992**), alors que d'autres mentionnent jusqu'à plus de 6 mois (**Flannery et Busscher, 1982**).

allant même jusqu'à plusieurs années (**Al-Harbi et coll., 1999; Onolek, 1993**). Al-Karbi et coil. (1999) ont utilisé le polymère synthétique **Broadleaf P4®**, alors que Flannery et Busscher (1982) ont utilisé un polymère d'acrylate (**Permasorb ®**).

Évidemment, la durée d'efficacité d'un polymère particulier différera selon la région de culture (irrigation et fertilisation). La littérature concernant ce sujet est toutefois peu consistant et bénéficierait de l'apport de recherches complémentaires.

4. Avantages des hydro rétenteurs

Les hydrorétenteurs présentent de nombreux avantages non négligeables dont voici les principaux

- Forte économie sur la consommation d'eau : au moins 50% d'eau d'arrosage économisée, limitation des pertes par évaporation et percolation
- Régulation thermique du sol : le stockage d'eau puis la libération de celle-ci permet une différence de température de quelques degrés en moins par rapport à l'air ambiant ;
- Amélioration de la structure du sol : les hydrorétenteurs améliorent la porosité des sols. Ils permettent aussi une meilleure aération et un décompactage en profondeur ;
- Meilleure absorption des nutriments : grâce à l'aération de sol mais aussi à la multiplication de la masse racinaire de la plante (certains hydrorétenteurs sont d'ailleurs enrichis avec des nutriments) ;
- Les plantes sont moins sensibles aux maladies car moins sujet au stress hydrique et disposant d'un système racinaire plus sain et conséquent.
- Augmentation de la surface foliaire et de la production légumière et fruitière.

5. Inconvénients des hydro rétenteurs

- L'hydro rétention par polymère est une technologie assez récente. Celle-ci a donc un coût conséquent (environ 40 €/ kg).
- Effet suspect face aux hydro rétenteurs de synthèse sur l'équilibre du sol et sur la faune qui vit ; voire sur la santé humain.

6. Notions Générales sur Polyter

i. 6.1 Définition

Polyter® est un produit innovateur, universel et ultra-performant. Il s'agit d'une technologie de pointe : Activateur de croissance, hydro-fertilisant et naturellement dégradable, une homéopathie au service du végétal.



Figure 5: Granulés de Polyter®

ii. 6.2 Inventeur

Philippe OUAKI DI GIORNO, né le 13 juillet 1958 à Tunis, vit en Algérie jusqu'en 1962 avant de venir en France. Il a toujours été un passionné du végétal, tout jeune il se posait de nombreuses questions sur le vivant, une question le hantait littéralement, pourquoi de son vivant nous ne pouvons pas admirer l'arbre devenu grand et majestueux que l'on aurait planté même en étant jeune, cette interrogation est restée plusieurs années durant, enfuit dans son inconscient, c'est seulement après avoir étudié l'agronomie, la physiologie végétale et l'horticulture que ce questionnement passé fait jour en créant une invention baptisée « Plantoïde », en référence aux Humanoïdes de la science-fiction.



Figure 6: Mr Philippe OUAKI DI GIORNO

Cette invention a le pouvoir de créer en quelques mois des arbres centenaires et remporte en 1991 au salon Hortimat à Orléans un prix tout spécialement créé pour cette invention qui a subjugué la profession et le monde horticole prix nommé « Coup de Chapeau du Jury ».

7. Processus de fabrication du Polyter

- Polyter est fabriqué à partir d'un « mélange-maitre » concentré de matières actives intégrées dans un processus physico-chimique de polymérisation,
- Par un mode opératoire d'encapsulation spécifique ; un équilibre fertilisant (N, P, K) et des oligo-éléments (Bo, Cu, Fe, Mn, Mb, Zn) sont incorporés dans la masse polymérique,
- Polyter est construit à partir d'un copolymère d'acrylamide de Potassium réticulé.
- La membrane polymérique est semi-perméable ; ayant une relation intransitive du milieu (substrat) vers le Polyter.
- Il s'adapte à différentes pressions d'absorption et le pH est de 6.5 à 7.
- Le (N, P, K) total est à 3% minimum libérable, associé à des chaînes organiques composant l'essentiel de l'hydro rétenteur fertilisant. (Laura et Johanna2018,)

8. Gamme du Polyter

i. 8.1. Polyter Gr

Il peut être utilisé pour les cultures sous serre, en pépinière, en plein champ, agro-industrielles et maraîchères jusqu'au repeuplement forestier, les substrats, les plantes en pots, les cultures hors-sols, la revégétalisations des zones en pente.

ii. 8.2. PolyterGrp

Il présente une fine granulométrie permettant une bonne répartition dans les supports de culture. Il stimule la germination et la multiplication des racelles des semences ou des jeunes végétaux au stade initial de leur développement, favorisant ainsi les conditions d'une bonne croissance future.

Il est utilisé pour les semis, repiquage de jeunes plantes, repotage de plantes, plantules issues d'in vitro et le pralinage de plantes en racines nues pour les protéger du dessèchement durant le transport et le stockage et limiter le stress de la replantation.

iii. 8.3. Polyter Agri

Il optimise le rendement et la qualité des productions, tout en réduisant considérablement les apports en eau et fertilisants, ainsi que les coûts d'exploitation (main d'œuvre, énergie et utilisations des machines). Il est une solution à la problématique du démarrage des grandes cultures, de la reprise des végétaux et d'un bon développement dans le temps. Son action et sa rétention ont été spécialement étudiées pour les grandes cultures. Son large spectre de granulométrie est adapté aux divers matériels agricoles (semoir, injecteur...) pour faciliter son application (Laura et Johanna,2018)

| | | | |
|--|--|------------|--|
| Polyter | Gr | Grp | |
| Granulométrie | Granulés 3/5 mm | Poudre | |
| P.H | 6.5 / 7 | 6.5 / 7 | |
| Temps de saturation <i>(selon pH de l'eau)</i> | 3 heures env. | 5 min env. | |
| Taux de rétention <i>(selon pH de l'eau)</i> | 160 à 500g | 160 à 500g | |
| Fertilisants | Engrais N.P.KTotal 3% minimum libérables | | |
| Oligo-éléments | Bo Cu Fe Mn Mo Zn | | |
| Température | Résiste aux températures extrêmes dans le sol | | |
| Époque d'emploi | Toute l'année, en relation avec le climat et le cycle du végétal | | |
| Conditionnement | Sacs de 25 Kg | | |

Figure 7 : Gamme de Polyter® (Source, www.polyter.com 2023)

9. Caractéristiques Polyter

Selon CASTAÑEDA-GONZALEZ (2018) les caractéristiques du Polyter sont les suivantes :

- Les granules de Polyter peuvent avoir différentes tailles, allant de quelques millimètres à plusieurs centimètres. La taille des granules peut influencer leur capacité d'absorption et de rétention d'eau, ainsi que leur taux de libération d'eau.
- La capacité d'absorption d'eau des granules de Polyter varie selon leur formulation et leur taille. Certains produits peuvent absorber jusqu'à 500 fois de leur poids en eau.
- La durée de vie des granules de Polyter peut varier selon leur formulation et leur utilisation, mais en général, ils peuvent rester efficaces pendant plusieurs années.

9.1.Polyter hydro rétenteur

- Économise au minimum de 50 à 80% de la consommation d'eau.
- Augmente les surfaces cultivées en diminuant les apports en eau.
- Est utilisable sur tous types de sols, de cultures et sous tous climats.

9.2.Polyter fertilisant

- Accélère les cycles culturaux de 1,5 à 3 fois.
- Multiplie par 3 à 5 fois le développement du chevelu racinaire.
- Réduit la consommation des fertilisants de 30 à 50 %.
- Favorise la germination, la reprise et le développement du végétal.
- Optimise le rendement, la qualité et la tenue des productions.

9.3. Polyter naturellement biodégradable

- Protège l'environnement et les nappes phréatiques.
- Stabilise, décompacte les sols et restructure l'humus. Il a une durée de vie efficace de 3 à 5 ans.

9.4.Mécanismes d'action du Polyter

Le Polyter peut être appliqué de différentes manières, soit en le mélangeant avec le sol, en l'incorporant dans les substrats de culture ou en l'utilisant dans des sacs ou des poches à placer dans le sol. Il est utilisé comme amendement ou comme «seed-coat» ou par « enrobage » appliqué sur les semences pour les cultures maraichères

Le mécanisme de restitution de l'eau par la plante est le processus par lequel les granules de Polyter libèrent l'eau qu'ils ont absorbée et la restituent aux racines des plantes en créant un gradient de pression entre les granules de Polyter et les racines de la plante. En effet, le Polyter libère l'eau de manière contrôlée et progressive, ce qui permet à la plante de recevoir une quantité constante d'eau au fil du temps, lui permettant de maintenir une croissance régulière et uniforme, même dans des conditions de sécheresse ou de faible humidité.

9.5.Doses d'application du Polyter

La dose d'application varie de 4 à 8 kg par hectare mais elle dépend aussi de la culture. Le produit est directement appliqué au-dessous des semences pendant le semis à une profondeur ne dépassant pas 10 à 12 cm à partir de la surface du sol.

Tableau 1: Doses et application du Polyter (Source : www.polyter.com 2023)

| USAGE | DOSE | APPLICATION |
|--|--|---|
| Semis | 2g de <i>Polyter Gr</i> pour 1 litre de substrat | - Semis d'espèces fruitières, légumières, florales, ornementales en pépinières. - Semis de graines en pots, conteneurs, jardinières... |
| Repiquage | Plants forestiers : 5g à 10g | - Dose appliquée dans chaque trou de plantation, <i>Polyter Gr</i> |
| | Plants fruitiers : 20g à 100g | |
| | Plants ornementaux ligneux : 20g à 50g | |
| | Plants maraichers et floraux : 2g à 5g | |
| Transplantation de végétaux | 20g à 100g de <i>Polyter Gr</i> par plant | - Dose appliquée dans chaque trou de plantation. |
| | 20g à 100 g de <i>Polyter Gr</i> par plant | - Carottage de la motte. |
| Plantation d'arbres tiges de haute taille | 2g de <i>Polyter Gr</i> par litre de substrat | - Volume de terre utile au développement des racines. |
| Semis de gazons | 20g de <i>Polyter Gr</i> par mètre carré | - Mélangé au 5 premiers cm de sol. |
| Gazon de placage | 20g de <i>Polyter Gr</i> par mètre carré | - Appliqué à la surface du sol. |
| Hydroseeding | 1kg de <i>Polyter Gr</i> / 25kg de semences | - Mélangé aux semences. |
| Pralinage des racines | 100 g <i>Polyter Gr</i> / 15 à 20 litres d'eau | - Plonger les racines nues des jeunes plants. |
| | <i>Polyter Gr</i> | - Saupoudrer les racines humidifiées |

P.O.D.G Développement

Courriel : podgdeveloppement@polyter.net
Adresse Internet : <http://www.polyter.net/>

9.6. Avantages et Inconvénients du Polyter

9.6.1. Avantages du Polyter

Le Polyter joue un rôle de temporisateur et de stabilisateur des besoins des plantes tout en amplifiant les effets bénéfiques de l'eau, des fertilisants et des produits traitants.

Sur les plantes : L'association du Polyter avec la plante permet de favoriser les effets suivants

- Une croissance rapide et harmonieuse du tissu végétal (reprise et développement), et raccourcissement du cycle culturel.
- Augmentation de la résistance de la plante face aux maladies.
- Augmentation des rendements de la production.
- Augmentation de la masse racinaire de 3 à 5 fois.
- Limitation du stress hydrique.

Sur le sol : Le Polyter peut être associé à tous les supports de culture soit au sol ou culture hors sol il permet:

- Economisassions au minimum de 50% l'eau d'irrigation.
- Réduction des coûts énergétiques au pompage de l'eau.
- Amélioration de la porosité des sols et des composts.
- Une durée d'action dans le sol de 3 à 5 ans.
- Limitation des pertes par évaporation et percolation et de réduction des effets négatifs du lessivage.

9.6.2. Inconvénients du Polyter

La technologie est très simple à utiliser et récente et ne présente aucune difficulté particulière. Cependant, il peut donc exister des effets secondaires encore inconnus à ce jour. Il faut de plus considérer les risques de :

- Contamination du sol par l'utilisation excessive et irrationnelle entraînant par des produits chimiques.
- Sur arrosage, provoquant une abondance d'eau dans le sol en endommageant ainsi les racines des plantes par asphyxie.

9.7. Applications générales et domaines d'études sur le Polyter

Le Polyter a fait l'objet de nombreuses études notamment sur son efficacité en tant qu'améliorant du sol et de stimulateur de la croissance des plantes. Son application a rayonné partout et touché des plantations d'arbres fruitiers, forestiers, horticoles et d'aménagement des espaces verts et d'ornementation ; notamment par :

Projets de lutte contre la désertification : Mauritanie, Sénégal, Mali ; Egypte, Niger...etc.

Programmes d'aide au développement : Comores, Congo, Burkina-Faso...etc.

Utilisations paysagères : Fleurissement dans plus de 400 villes.

Chapitre II

Matériel

Et

Méthodes

Chapitre II : Matériel et méthodes

1. Objectifs

L'objectif principal de cette étude est d'évaluer l'effet de l'introduction de différentes doses d'un substrat hydro- rétenteur « **Polyter** » sur la croissance et la production d'une culture de blé dur (Variété« Oued El Bared » dans des conditions salines dans la région de Ain ben Naoui Biskra.

Cette évaluation comprend une analyse comparative concernant ;

- les caractéristiques chimiques du sol (PH, CE, MO) sur les parcelles où le polyter est incorporé et celles sans incorporation du polyter.
- les paramètres de production de la culture de blé.

En outre, une analyse corrélative entre les paramètres étudiés est réalisée.

2. Choix et description du site de l'expérimentation

L'essai a été installé au niveau du site expérimental, sis à la ferme de démonstration et de production de semences Ain Benoui à Biskra, relevant de l'Institut technique de développement de l'agronomie saharienne (ITDAS). Ce site se situe à 10 km vers le Sud - Ouest de la ville de Biskra. Il est limité au Nord par la route nationale n° 31 Biskra - Tolga, à l'Est par l'Oued Ain Ben Noui, au Sud par une ancienne piste et par l'Oued d' Oumache à l'Ouest. Les coordonnées géographiques sont : Latitude 34.80 et Longitude 5.65



Figure 8: Positionnement du site expérimental (Google Earth 2023)



Figure 9: Vue générale de la parcelle expérimentale (Photo originale 2024)

3. Les données climatiques

Les caractéristiques climatiques durant la période de culture sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 2: Données climatiques durant la période de culture 2023.2024.

| Paramètres climatiques | Novembre | Décembre | Janvier | Février | Mars | Avril |
|---------------------------------|----------|----------|---------|---------|------|-------|
| Température moyenne (C°) | 19.4 | 14.4 | 13.9 | 15.6 | 19.0 | 22.0 |
| Précipitation (mm) | 0.25 | 6.6 | 5.03 | 8.63 | 2.54 | 9.14 |
| Humidité relative (%) | 41.6 | 47.4 | 44.3 | 43.3 | 32.7 | 32.2 |
| Vitesse moyenne du Vent (km /h) | 9.6 | 10.1 | 9.9 | 9.6 | 9.5 | 8.8 |

4. Matériel

i. 4.1. Substrat utilisé

Le substrat utilisé pour l'expérimentation est un hydro rétenteur, sous le nom commercial de « **Polyter** »

Tableau 3: Caractéristiques techniques du Polyter. (Source KONFE et *al*; 2019)

| Polyter | Granulés (Gr) |
|---|--|
| Granulométrie (%) | 94 |
| Ph | 6,5-7 |
| Matière sèche (%) | 88,5 |
| Temps de saturation | 3 heures environ |
| Taux de rétention | 160 à 500 g |
| Fertilisants en % minimum libérables | 0,5 d'azote total (0,15 azote ammoniacal 0,35 Nitrate d'azote), 0,8 acide phosphorique soluble et 0,2 Potassium soluble. |
| Oligo-éléments | Bo, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn. |
| Température | Résiste aux températures extrêmes dans le sol |



Figure 10: Incorporation du Polyter (Photo originale 2023)

ii. **4.2. Matériel végétal**

Le matériel végétal utilisé est représenté par une espèce de **blé dur**, Variété : Oued **El Bared**.

iii. **4.3 Dispositif expérimental**

Le dispositif expérimental mis en place est constitué de neuf (09) parcelles élémentaires (blocs aléatoires complets), avec un seul facteur et de trois répétitions.

- Superficie totale de la parcelle de l'essai : 64.9 m².
- Dimension de la parcelle élémentaire : 3 m x 1.3 m= 3.9 m².
- Distance entre blocs : 01 m.
- Distance entre les parcelles élémentaires : 1 m.
- Nombre des lignes/ parcelle : 12 lignes.
- Écartement entre les lignes : 20 cm.
- Profondeur du semis : 2 à 3 cm.

Fumure de fond

- Les besoins totaux en**phosphore**TSP 46% en unités fertilisations est **180 U/ha**. Leur apport se fait en mois d'Octobre
- Les besoins totaux en**potassium**en unités fertilisations est **100 U/ha** pour le blé dur, leur apport se fait à la période du labour.

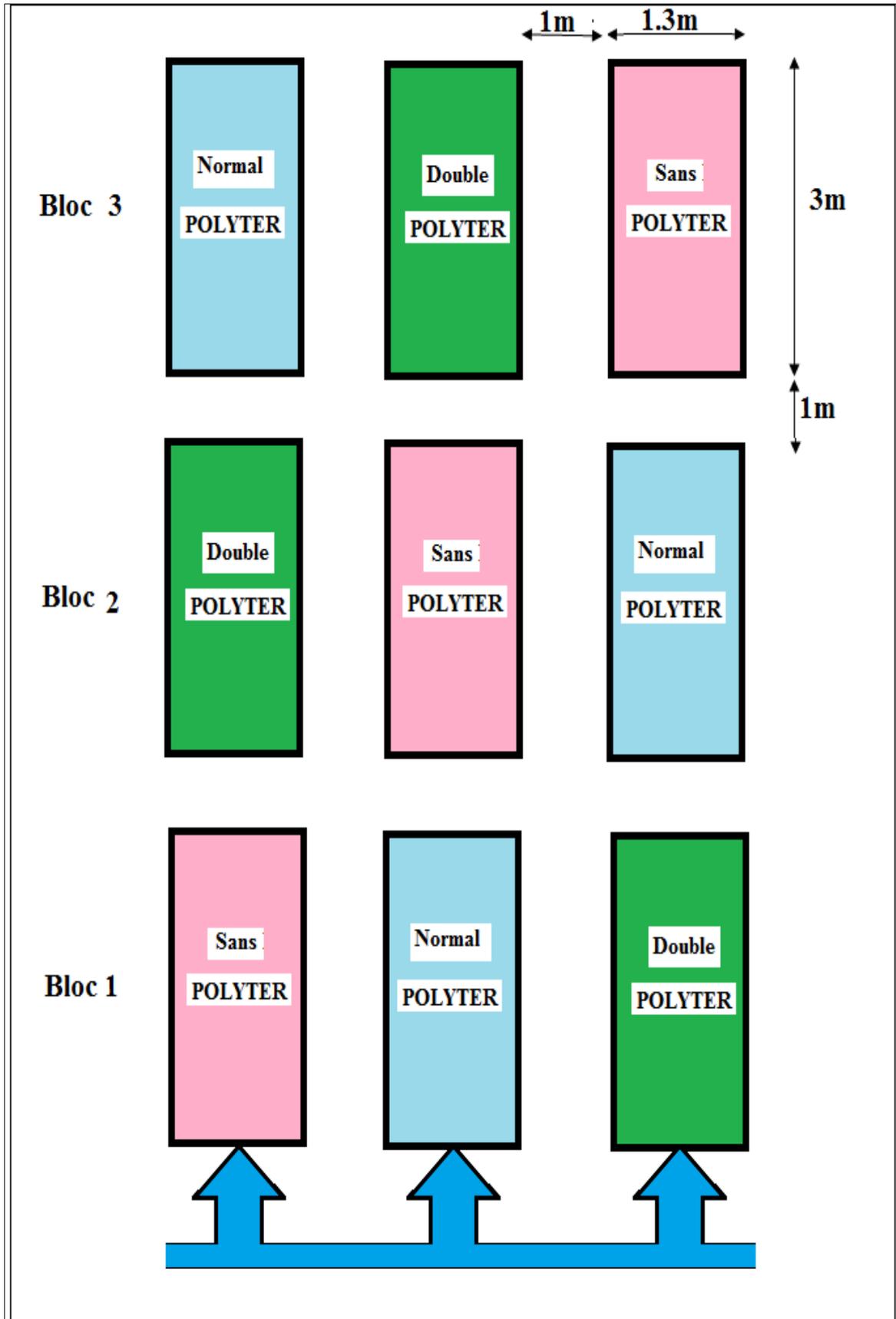


Figure 11: Schéma du dispositif expérimental

iv. 4.4. Les opérations culturales

- **Labour** : Un labour superficiel de 30 cm a été effectué à la date du 26 Octobre 2023 à l'aide d'un cover-crop.
- **Enfouissement du Polyter**: L'enfouissement du Polyter a été effectué le 27 Octobre 2023 avec une dose 20 g/ m² et une profondeur de 10 cm.
- **Dose de Polyter par traitement**

Tableau 4: Dose de Polyter par traitement

| Traitement | Dose (gramme/m ²) |
|-------------------------------|-------------------------------|
| Sans Polyter (SP) | 00 |
| Dose 1 Polyter (DP1) ou (AP) | 20 |
| Dose 2 Polyter (DP2) ou (pp) | 40 |

- **Mise en place de l'essai** :le système d'irrigation « goutte à goutte » et le piquetage des parcelles élémentaires ont été effectués le 31 Octobre 2023.



Photo 13: Piquetage et traçage des parcelles élémentaires



Photo 14 : Installation du réseau d'irrigation goutte à goutte

- **Le semis** : Le semis a été effectué manuellement en date du **05 Novembre 2023**, à une profondeur de 2 à 3 cm.

- **Couverture de la parcelle expérimentale par plastique (Maillage):** Couverture par maillage plastique contre les moineaux en date du **06 Novembre 2023**.



Figure 4: Maillage de la parcelle contre les moineaux (Photo originale 2023)

- **Fertilisation azotée :** L'épandage de l'engrais azoté a été effectué en trois étapes à raison de d'apporter 200 unités l'engrais azoté fractionné comme suit : 1/3 au tallage, 1/3 au début montaison.1/3 gonflement-début épiaison.



Figure 5: Epandage d'engrais azoté (Photo originale 2023)

v. **4.5. Les caractéristiques du sol et de l'eau d'irrigation**

4.5.1. Les caractéristiques du sol

Les caractéristiques physico-chimiques du sol à des profondeurs de 30 cm

Les analyses ont été effectuées durant trois périodes, à savoir :

- Avant le semis, soit le : **25 Octobre 2023**
- Au stade tallage, soit le : **04 Janvier 2024**
- A la floraison, soit le : **21 Février 2024**

Tableau 5: Granulométrie du sol

| Echantillon | Sable grossier (%) | Sable fin (%) | Limon+ Argile (%) | Texture du sol |
|-------------|--------------------|---------------|-------------------|----------------|
| 01 | 59.96 | 36.73 | 03.31 | Sableuse |
| 02 | 81.14 | 08.89 | 09.97 | |
| 03 | 89.64 | 05.85 | 04.51 | |
| Moyenne | 76.91 | 17.15 | 05.94 | Sableuse |

4.5.2. Les caractéristiques de l'eau d'irrigation

Selon (FAO ,1985) l'eau du forage présente une salinité supérieure à 3 dS/m (5.57), donc elle a un degré de restriction à l'usage agricole très sévère. La même remarque est également notée pour le Sodium ; Na⁺ (35.83) et les chlorures ; Cl⁻ (26.46).

Quant aux bicarbonates ; HCO₃⁻ ; (05.20), leur concentration est légèrement modérée.

Tableau 6: Caractéristiques chimiques de l'eau d'irrigation.

| Source | Ph | CE(ds/m) | Cationsmég/l | | | | Anionsmég/l | | |
|---------------|------|----------|-----------------|------------------|------------------|----------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|
| Eau de forage | 7.58 | 5.57 | Na ⁺ | Ca ⁺⁺ | Mg ⁺⁺ | K ⁺ | CO ₃ ⁻⁻ | HCO ₃ ⁻ | Cl ⁻ |
| | | | 35.83 | 10.40 | 21.60 | 00.20 | 02.00 | 05.20 | 26.46 |

5. Paramètres étudiés

5.1. Test de germination

Est réalisé par l'imbibition de **100** graines dans l'eau en conditions normales pendant 48 heures

$$G\% = 100 \times (T / N)$$

G= Le pourcentage de germination

T= Nombre des grains germés

N= Nombre totale des graines mise à germer. Le test a montré que le taux de germination est de 98.14%



Figure 6: Test de germination, variété Oued El Bared (Photo originale 2023)

5.2. Paramètres mesurés du sol

5.2.1 Humidité pondérale(%)

L'humidité du sol a été mesurée à des profondeurs de 30cm et 60 cm après de 24 heures de l'irrigation. Elle a été mesurée durant trois (03) périodes du cycle de la culture à savoir : avant le semis, pendant le tallage et à la période de floraison. L'humidité du sol est calculée selon la relation suivante :

$$H_p (\%) = [\text{Poids humide} - \text{Poids sèche} / \text{Poids sèche}] \times 100$$

5.2.2 PH

La mesure Ph du sol a été également mesurée à des profondeurs de 30 cm pendant les mêmes périodes que pour l'humidité. La mesure de la solution du sol 1/2,5 est faite à l'aide d'un pH-mètre.



Figure 7: Détermination du pH (Photo originale 2023)

5.2.3. Salinité (CE/ds/m)

La mesure de la salinité de la solution du sol 1/5 est faite à l'aide d'un conductimètre à des profondeurs de 30 cm et 60 cm.



Figure 8: Salinité (CE ds/m) par Conductimètre -portable (Photos originale 2023)

5.2.4. Dosage de la matière organique (%)

Le Dosage de la matière organique dans le sol a été également mesuré à des profondeurs de 30 cm et 60 cm et pendant les mêmes périodes que l'humidité et le pH.

6. Les paramètres et les mesures sur la culture

6.1.Appréciation sur les stades de la culture

Tableau 7: les dates d'apparition des stades phénologiques

| Stade phénologique | Semis | Levée | Tallage | Montaision | Épiaison | Floraison | laiteux | pâteux | Maturité |
|--------------------|----------|-----------|-----------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| Avec Polyter | 05/11/23 | 14/11/23 | 14/12/23 | 27/01/24 | 04/02/24 | 12/02/24 | 29/02/24 | 17/03/24 | 04/04/24 |
| | | 09 | 39 | 83 | 91 | 99 | 116 | 133 | 151 |
| Sans Polyter | 05/11/23 | 14/11/23 | 09/12/23 | 01/02/24 | 10/02/24 | 21/02/24 | 03/03/24 | 28/03/24 | 13/04/24 |
| | | 09 | 34 | 88 | 97 | 108 | 119 | 144 | 160 |
| Double Polyter | 05/11/23 | 14/11/23 | 09/12/23 | 28/01/24 | 07/02/24 | 15/02/24 | 03/03/24 | 24/03/24 | 09/04/24 |
| | | 09 | 34 | 85 | 95 | 103 | 118 | 141 | 157 |

Cette appréciation est mentionnée sur les dates d'apparition des stades phénologiques ainsi que sur la durée en jour pour chaque stade.

6.2.La hauteur de la plante

La hauteur des plantes a été mesurée durant deux périodes à savoir : stades tallage et floraison. Trois (03) plantes représentatives de chaque traitement et dans chaque bloc ont été choisis et mesurés.

6.3.Longueur des racines

La longueur racinaire des plantes a été mesurée à l'aide d'une règle graduée pour trois (03) plantes représentatives de chaque traitement et dans chaque bloc durant les deux stades : tallage et floraison.

6.4.Paramètres de rendement

- **Nombre des talles/m²** : par calcul du nombre des talles dans chaque mètre carré (m²) de chaque traitement et dans chaque bloc (avec ; sans et double Polyter).

- **Nombre des épis/m²** : Comptage des épis d'un mètre carré de chaque traitement et dans chaque bloc (avec ; sans et double Polyter).
- **Nombre de graines/10 épis** : Comptage de 10 épis à chaque traitement et dans chaque bloc (avec ; sans et double Polyter).
- **Poids de 1000 graines (g)** : Après la récolte, on procède au pesage de 1000 grains dans une balance de précision en (g), pour déterminer l'effet du Polyter sur le poids de 1000 grains (g).

6.5.Rendement

- **Rendement paille (qx/ha)** : C'est le poids de la masse aérienne moins le poids des grains d'un mètre carré (m²) en en (g/m²), puis exprimé en (qx/ha)
- **Rendement grain (qx/ha)** : Après la récolte, nous avons calculé le rendement de chaque mètre carré (m²) en (g/m²), puis exprimé en (qx/ha)

7. Analyses statistiques

Afin de déterminer la signification des traitements appliqués sur les différents paramètres étudiés ; nous avons procédé à des analyses de la variance et à la comparaison des moyennes par le test de **Student - Newman - Keuls** (SNK) à l'aide du **logiciel XLSTAT** (Version 2016.02.28451).

Chapitre 3
Résultats
Et
Discussions

1. Effet de la dose du Polyter sur les caractéristiques physiques et chimiques du sol

1.1 Humidité (%)

La surveillance de l'humidité du sol est la clé pour l'apport de la bonne quantité d'eau aux cultures et au bon moment, elle représente le moteur de tous les échanges ioniques et cationiques dans le sol. Les mesures de l'humidité ont été prises à une profondeur de 30cm durant trois périodes à savoir : Avant le semis 24 h après irrigation, au tallage et à la période de floraison.

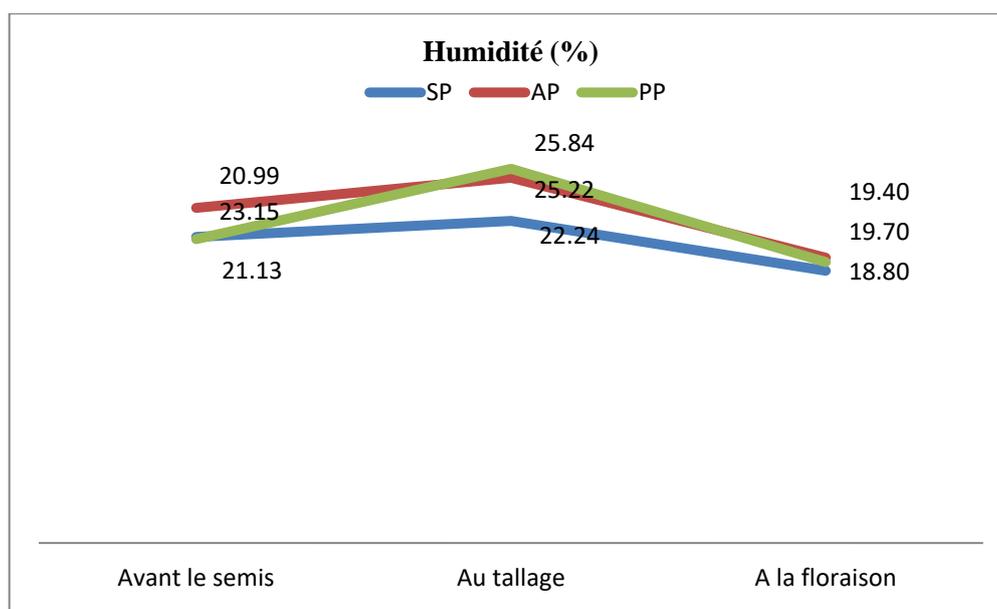


Figure 19 : Evolution de l'humidité du sol selon les traitements de Polyter

- Au stade tallage, les parcelles élémentaires ayant reçu un apport de Polyter (DP1 et DP2) ; ont exprimé des pourcentages d'humidité meilleurs par rapport aux parcelles sans Polyter (SP) respectivement de **(25.84% et 25.22%)** contre **(22.24%)**.
- A la floraison, les parcelles élémentaires (DP1 et DP2) ont montré de bonnes valeurs en humidité respectivement de **(19.70% et 19.40%)** contre **(18.80%)** pour les parcelles (SP) et qui sont inférieures à celles d'avant le semis.

Les parcelles avec apport de la dose de **20 g/m²** de Polyter comme indiquée par l'inventeur, ont développé une bonne réserve en eau comparativement aux parcelles sans Polyter au stade de tallage. Néanmoins et au-delà de cette dose, l'effet d'humectation inverse a été observé.

L'analyse statistique (ANOVA) a révélé qu'il ya une différence hautementsignificative entre les traitements.

Les résultats sont proches des résultats obtenus par **KONFE et al ; 2019** pour l'étude de l'influence d'intrants innovants (Polyter) sur les propriétés du sol.

Tableau 8: Analyse de la variance (Évolution de l'humiditié dans le sol)

| Modalité | Moyennes Estimées | Différence | Borne inférieure (95%) | Borne supérieure (95%) | Groupes | |
|-----------------------|-------------------|------------|------------------------|------------------------|---------|---|
| Avant le semis | | | | | | |
| DP1 | 23.150 | 0.496 | 21.935 | 24.365 | A | |
| SP | 21.130 | | 19.915 | 22.345 | | B |
| DP2 | 20.990 | | 19.775 | 22.205 | | B |
| Fin tallage | | | | | | |
| DP1 | 25.220 | 0.391 | 24.263 | 26.177 | A | |
| SP | 22.240 | | 21.283 | 23.197 | | B |
| DP2 | 25.840 | | 24.883 | 26.797 | A | |
| Floraison | | | | | | |
| DP1 | 19.700 | 0.103 | 19.448 | 19.952 | A | |
| SP | 18.800 | | 18.548 | 19.052 | | B |
| DP2 | 19.400 | | 19.148 | 19.652 | A | |

1.2. Le pH

Le Ph est un élément essentiel dans la composante du sol. Il joue un rôle fondamental dans la dynamique des éléments fertilisants dans le sol. Ainsi, les résultats d'analyse du PH ont également révélé une fluctuation allant d'avant la mise en place de la culture jusqu'à la floraison.

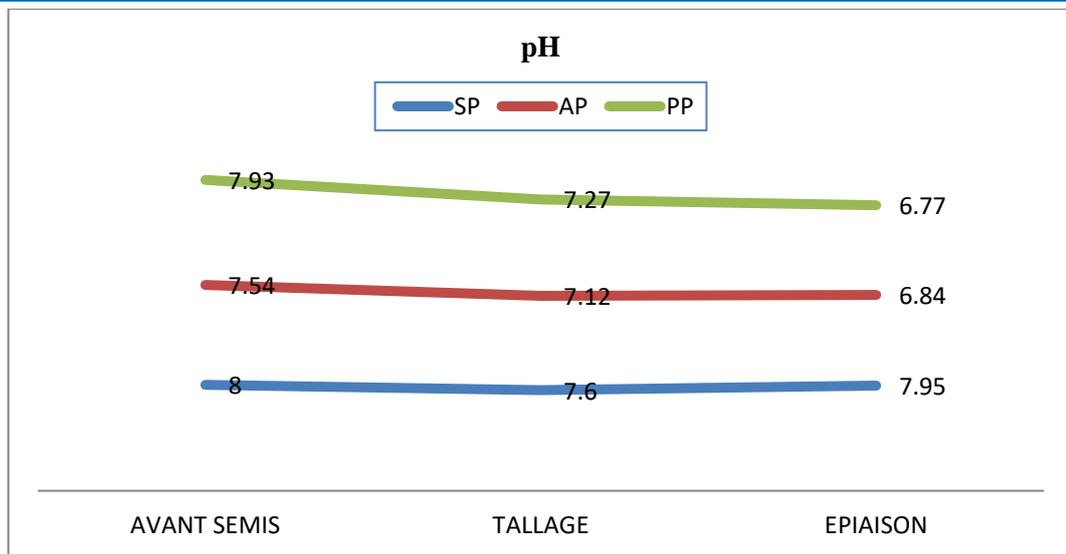


Figure 20 : Évolution du pH dans le sol selon les traitements

D'une manière générale ; d'avant le semis à la floraison, les parcelles ayant subi des traitements avec Polyter (DP1 et DP2) ont exprimé un Ph relativement neutre par rapport à la parcelle sans Polyter (SP) avec un Ph basique ; soient respectivement **(7.54 et 7.93)** à **(6.84 et 6.77)** contre **(8.00)** à **(7.95)**

Les valeurs du pH pour les traitements (DP1 et DP2) sont considérées de meilleurs pour le bon développement de cette espèce céréalière.

Les tests des analyses statistiques de comparaison des moyennes (Newman-Keuls / Analyse des différences entre les modalités avec un intervalle de confiance à 95%) ; ont montré l'existence de différence significative entre les traitements effectués et la constitution de groupes homogènes.

Tableau 9: Analyse de la variance (Évolution du Ph dans le sol)

| Modalité | Moyenne Estimées | Différence | Borne inférieure (95%) | Borne supérieure (95%) | Groupes | |
|-----------------------|------------------|--------------|------------------------|------------------------|---------|---|
| Avant le semis | | | | | | |
| DP1 | 7.540 | 0.136 | 7.207 | 7.873 | A | |
| SP | 8.000 | | 7.667 | 8.333 | A | |
| DP2 | 7.930 | | 7.597 | 8.263 | A | |
| Tallage | | | | | | |
| DP1 | 7.120 | 0.103 | 6.868 | 7.372 | | B |
| SP | 7.600 | | 7.348 | 7.852 | A | |
| DP2 | 7.270 | | 7.018 | 7.522 | | B |
| Floraison | | | | | | |
| DP1 | 6.840 | 0.166 | 6.433 | 7.247 | | B |
| SP | 7.950 | | 7.543 | 8.357 | A | |
| DP2 | 6.770 | | 6.363 | 7.177 | | B |

1.3. La Salinité du sol (CE)

Les mesures effectuées pour la salinité du sol ont été prises durant les périodes allant d'avant le semis jusqu'à la floraison.

Les résultats obtenus lors de l'expérimentation ont révélé une diminution progressive de la salinité du sol pour les trois traitements. La valeur minimale de salinité est notée durant la période d'avant le semis pour le traitement (DP2) avec (**3.01 ds/m**) et la maximale chez (SP) avec (**3.9 ds/m**).

En général ; la salinité du sol se stabilise aux environs de (**2.4 ds/m**) pour les trois traitements et permet une mesure du pouvoir du sol à retenir et échanger des cations. Il s'agit d'un indicateur relatif du potentiel de sa fertilité.

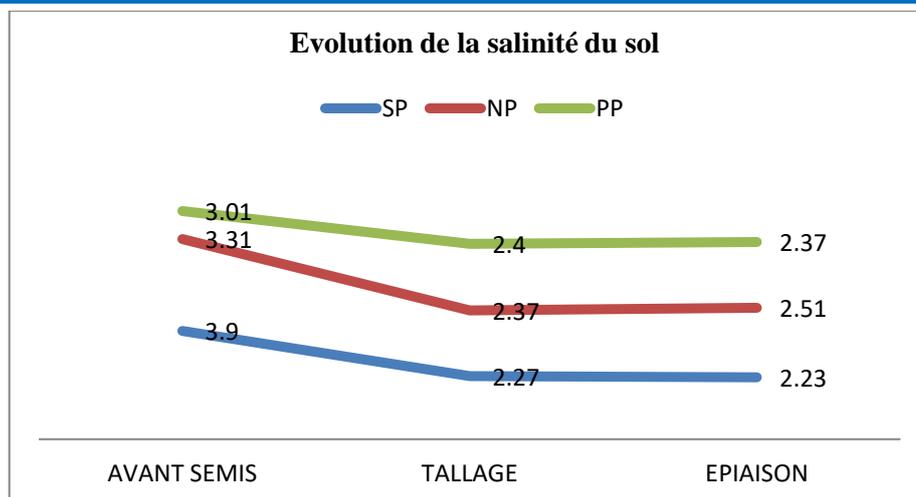


Figure 21 : Evolution de salinité du sol selon les traitements de Polyter

Les analyses statistiques n’ont montré différence entre les traitements pour les périodes d’avant le semis et à la floraison par contre au tallage la différence est très significative.

Tableau 10: Analyse de la variance (Évolution de la CE dans le sol)

| Modalité | Moyennes Estimées | Différence | Borne inférieure (95%) | Borne supérieure (95%) | Groupes | |
|-----------------------|-------------------|--------------|------------------------|------------------------|---------|---|
| Avant le semis | | | | | | |
| DP1 | 3.310 | 0.241 | 2.720 | 3.900 | A | |
| SP | 3.900 | | 3.310 | 4.490 | A | |
| DP2 | 1.010 | | 0.420 | 1.600 | | B |
| Tallage | | | | | | |
| DP1 | 2.370 | 0.201 | 1.879 | 2.861 | A | |
| SP | 2.253 | | 1.763 | 2.744 | A | |
| DP2 | 2.400 | | 1.909 | 2.891 | A | |
| Floraison | | | | | | |
| DP1 | 2.510 | 0.051 | 2.386 | 2.634 | A | |
| SP | 2.230 | | 2.106 | 2.354 | | B |
| DP2 | 2.357 | | 2.232 | 2.481 | | B |

1.4. La matière organique (MO)

Etant donné que la nature de notre sol est de texture sableuse, le taux de la matière organique étant assez faible. En termes de richesse ; les résultats des analyses ont révélé une tendance descendante pour les trois traitements.

La valeur minimale a été observée à la floraison pour le traitement (AP) avec (0.08%) et la valeur maximale chez (PP) avec (1.39%) avant le semis.

Les analyses statistiques pour l'application du Polyter ont montré l'existence d'une différence significative par rapport aux traitements vis à vis de la matière organique.

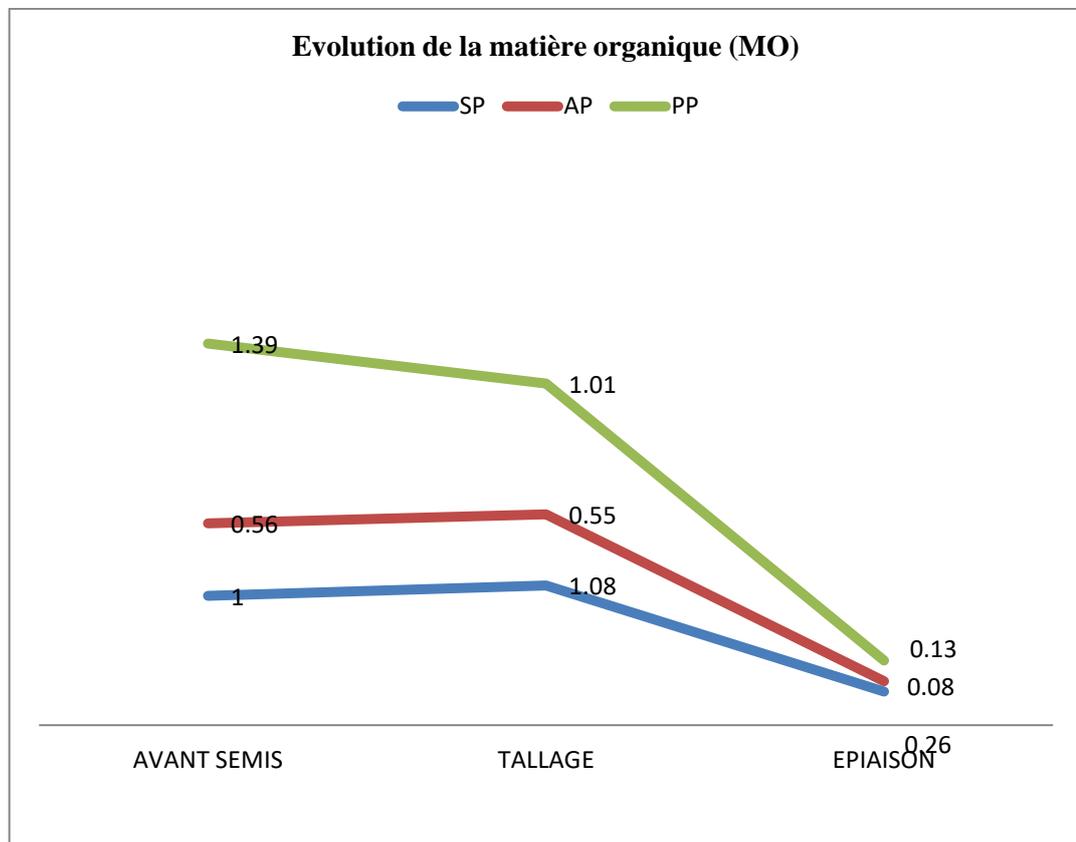


Figure 22 : Evolution de la matière organique selon les traitements de Polyter

Tableau 11: Analyse de la variance (Évolution de la matière organique dans le sol)

| Modalité | Moyennes Estimées | Différence | Borne inférieure (95%) | Borne supérieure (95%) | Groupes | | |
|-----------------------|-------------------|--------------|------------------------|------------------------|----------|----------|----------|
| Avant le semis | | | | | | | |
| DP1 | 0.560 | 0.037 | 0.469 | 0.651 | | | C |
| SP | 1.000 | | 0.909 | 1.091 | | B | |
| DP2 | 1.390 | | 1.299 | 1.481 | A | | |
| Tallage | | | | | | | |
| DP1 | 0.550 | 0.045 | 0.440 | 0.660 | | B | |
| SP | 1.080 | | 0.970 | 1.190 | A | | |
| DP2 | 1.040 | | 0.930 | 1.150 | A | | |
| Floraison | | | | | | | |
| DP1 | 0.080 | 0.020 | 0.032 | 0.128 | | B | |
| SP | 0.260 | | 0.212 | 0.308 | A | | |
| DP2 | 0.083 | | 0.035 | 0.132 | | B | |

2. Effet du Polyter sur l'apparition des stades de croissance (durée en jours)

L'étude analytique de l'effet du Polyter sur l'apparition des stades de croissance de la plante a fait ressortir les conclusions suivantes :

- La durée allant du semis à la levée est identique pour les trois traitements et est de neuf (09) jours
- La durée du cycle végétatif pour le traitement avec Polyter est de 151 jours et est la plus courte (Précoce)
- La durée du cycle végétatif pour le traitement sans Polyter est de 160 jours et est la plus longue (Tardive).

Cela affirme que l'application de Polyter a un effet sur la **précocité** qui en est de **09 jours**.

Ces résultats se concordent avec ceux obtenus dans les travaux de **BOUDEIR S, 2023**.

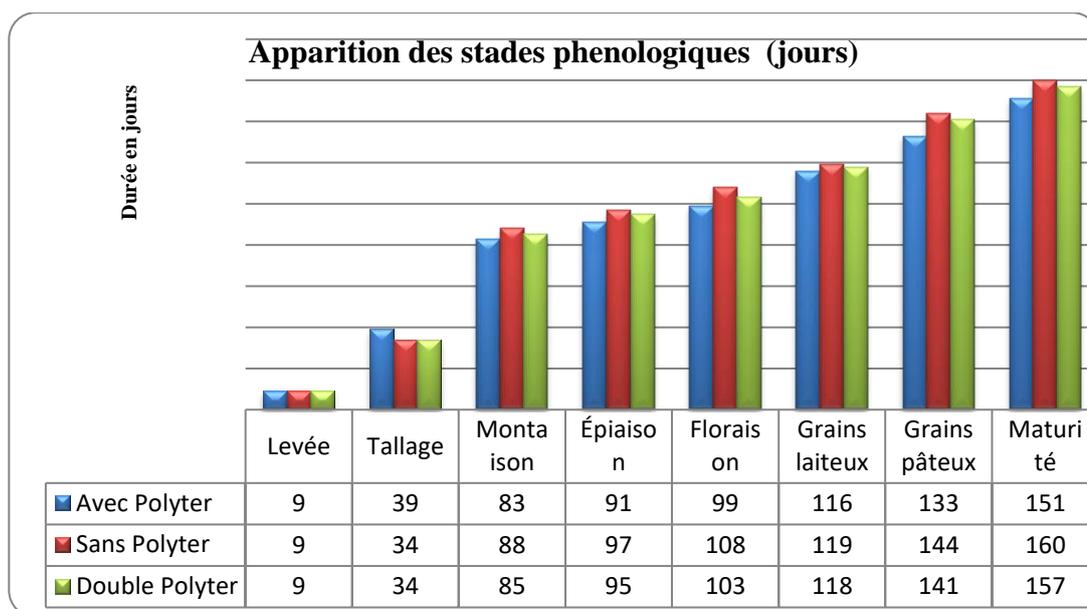


Figure 23: Apparition des stades phénologiques selon les traitements en jours

| | Semis | Levée | Tallage | Montaison | Épiaison | Floraison | Graines laitieux | Graines pâteux | Maturité |
|------------|----------|----------|----------|-----------|----------|-----------|------------------|----------------|----------|
| SP | 05/11/23 | 14/11/23 | 14/12/23 | 27/01/24 | 04/02/24 | 12/02/24 | 29/02/24 | 17/03/24 | 04/04/24 |
| DP1 | 05/11/23 | 14/11/23 | 09/12/23 | 01/02/24 | 10/02/24 | 21/02/24 | 03/03/24 | 28/03/24 | 13/04/24 |
| DP2 | 05/11/23 | 14/11/23 | 09/12/23 | 28/01/24 | 07/02/24 | 15/02/24 | 01/03/24 | 24/03/24 | 09/04/24 |

Tableau 12 : Dates d'apparition des stades phénologiques selon les traitements

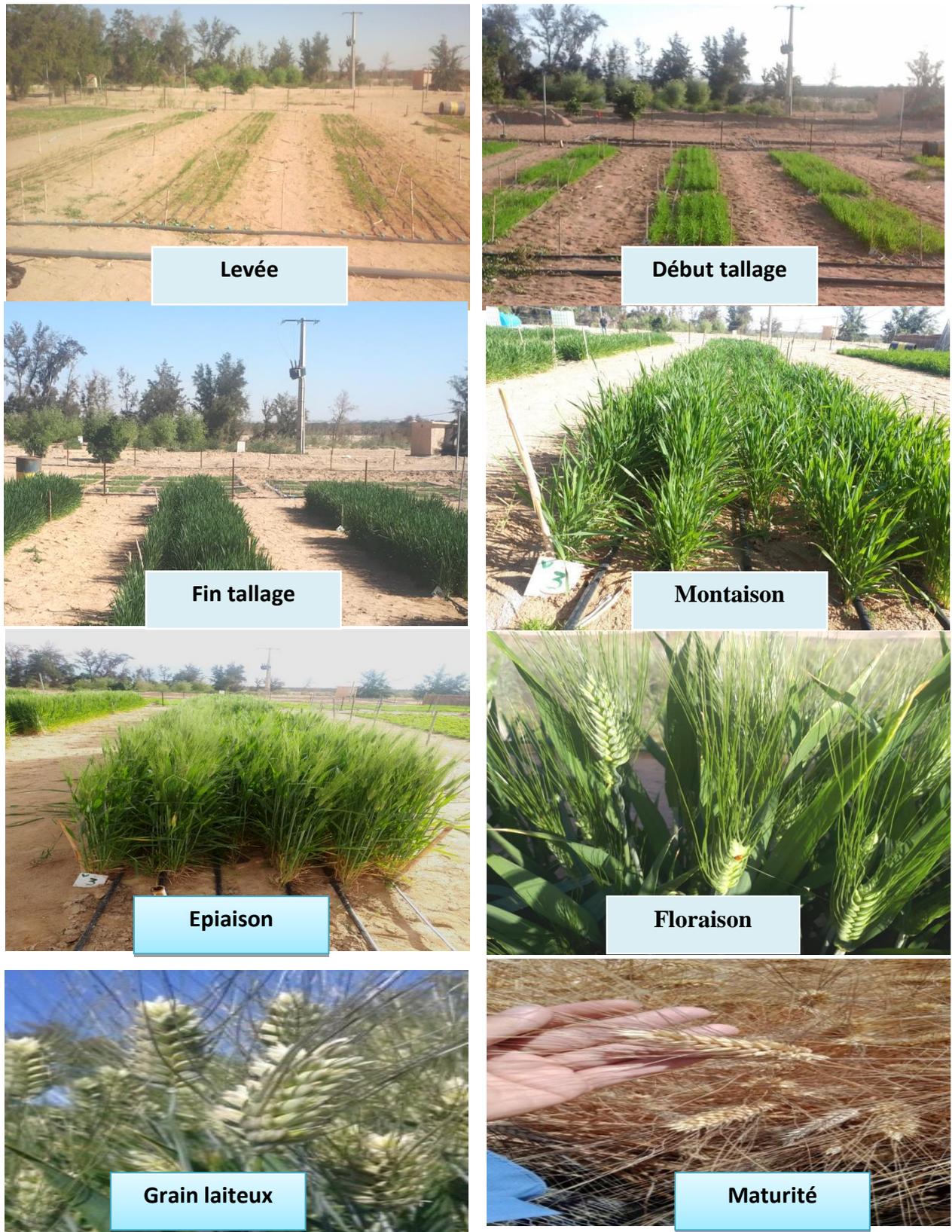


Figure 24: Les stades de croissance (photo originale 2024)

3. Effet du Polyter sur les caractéristiques morphologiques de la plante

3.1. Hauteur moyenne de la plante (cm)

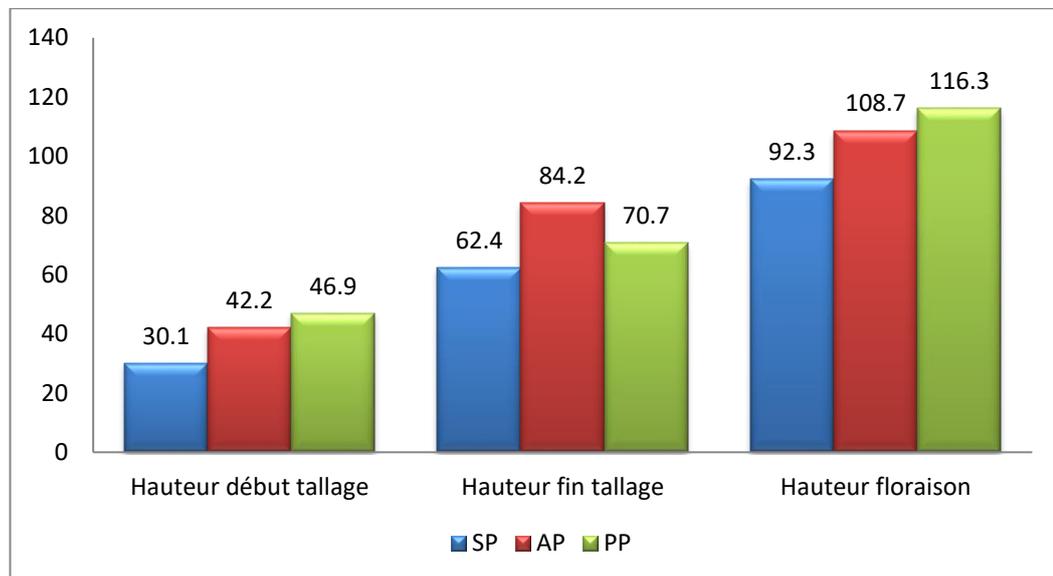


Figure 25 : Hauteur moyenne de la plante selon les traitements.

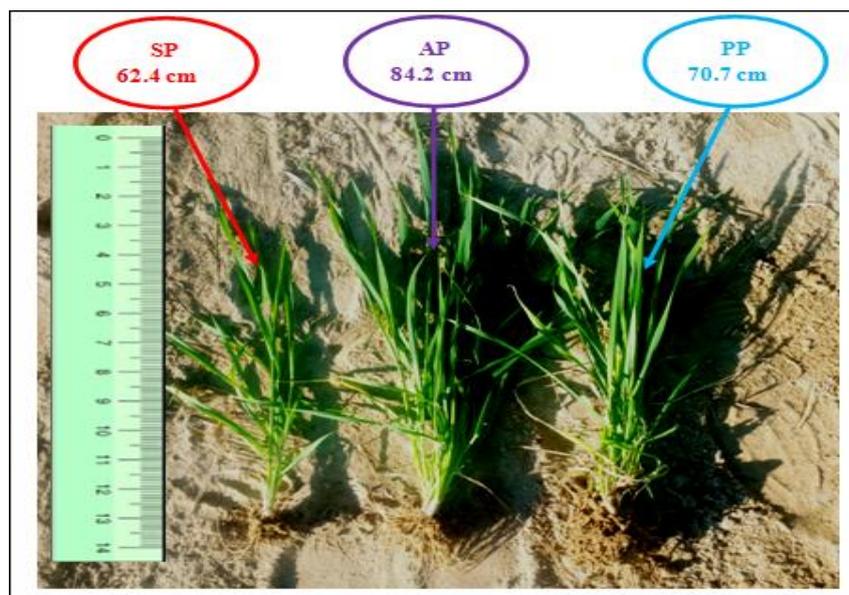


Figure 26: Hauteur de la plante (cm) au stade fin tallage (17-01-2024)

- **Au début de stade tallage**, la hauteur maximale est notée chez les plantes ayant reçu une dose double du Polyter(46.9 cm)et la minimale chez sans Polyter(30.1cm)
- **Au stade fin tallage** la hauteur maximale est notée chez les plantes ayant reçu une dose simple du Polyter(84.2 cm)et la minimale chez sans Polyter(62.4cm)

- **Au stade floraison**, la hauteur maximale est notée chez les plantes ayant reçu une dose double du Polyter (116.3 cm) et la minimale chez sans Polyter (92.3 cm)

Les analyses statistiques (ANOVA) ont révélé une différence hautement significative entre les traitements pour les trois stades de la culture en relation avec l'apport de Polyter. Résultats confirmés par les travaux de (BENAHMED, 2021); (PHILIPPE Jobin, 2000) et (GLINSKI et LIPIEC, 1990 et BOUDEIR S 2023).

Tableau 13: Analyse de la variance (Hauteur de la plante selon le cycle cultural)

| Modalité | Moyennes estimées | Différence | Borne inférieure (95%) | Borne supérieure (95%) | Groupes | |
|----------------------|-------------------|------------|------------------------|------------------------|---------|---|
| Début tallage | | | | | | |
| DP1 | 42.200 | 0.776 | 40.302 | 44.098 | | B |
| SP | 30.167 | | 28.268 | 32.065 | | C |
| DP2 | 46.967 | | 45.068 | 48.865 | A | |
| Fin tallage | | | | | | |
| DP1 | 84.200 | 0.901 | 81.994 | 86.406 | A | |
| SP | 62.400 | | 60.194 | 64.606 | | C |
| DP2 | 70.733 | | 68.528 | 72.939 | | B |
| Floraison | | | | | | |
| DP1 | 108.733 | 1.333 | 105.472 | 111.995 | | B |
| SP | 92.333 | | 89.072 | 95.595 | | C |
| DP2 | 116.300 | | 113.039 | 119.561 | A | |

3.2. Longueur moyenne de la racine (cm)

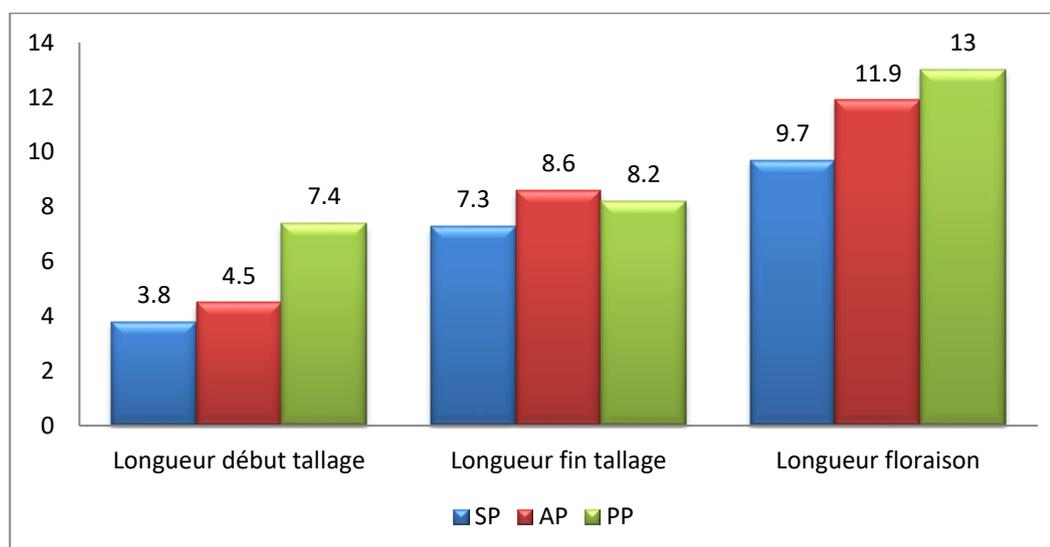


Figure 27 : Longueur moyenne de la plante selon les traitements

- Au stade début tallage, la longueur maximale est notée chez les plantes ayant reçu une dose double du Polyter (7.4 cm) et la minimale chez sans Polyter (3.8 cm)

- Au stade fin tallage la longueur maximale est notée chez les plantes ayant reçu une dose double du Polyter(8.6 cm)et la minimale chez sans Polyter(7.6 cm).
- Au stade floraison, la longueur maximale est notée chez les plantes ayant reçu une dose double du Polyter(13.0 cm)et la minimale chez sans Polyter(9.7 cm).

Les analyses statistiques (ANOVA) ont révélé une différence hautement significative entre les traitements pour les trois stades de la culture en relation avec l’apport de Polyter. Ces résultats ont été confirmés par de nombreuses expériences de l’introduction de Polyter au sol pour améliorer la croissance des plantes (**BENAHMED,OUZZANI, (2021 et BOUDEIR S 2023)**)

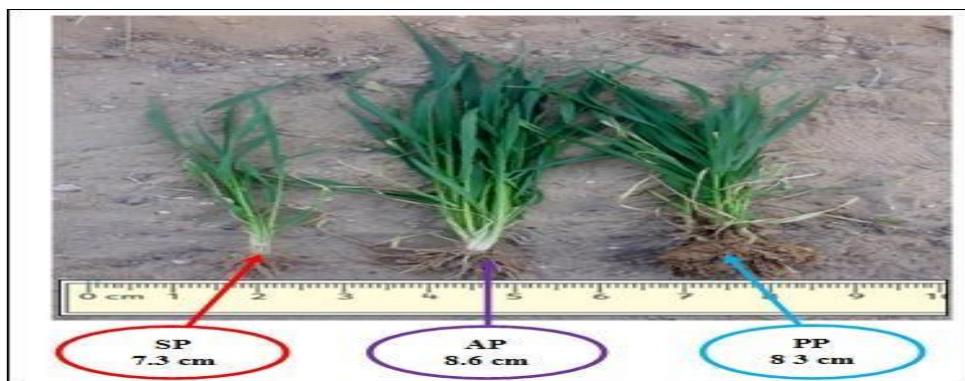


Figure 28: Longueur de la racine (cm) au stade fin tallage (17-01-2024)

Tableau 14: Longueur de la racine (cm) au stade fin tallage (17-01-2024)

| Modalité | Moyennes Estimées | Différence | Borne inférieure (95%) | Borne supérieure (95%) | Groupes | | |
|----------------------|-------------------|------------|------------------------|------------------------|---------|---|---|
| Début tallage | | | | | | | |
| DP1 | 4.500 | 0.131 | 4.181 | 4.819 | | B | |
| SP | 3.800 | | 3.481 | 4.119 | | | C |
| DP2 | 7.433 | | 7.114 | 7.753 | A | | |
| Fin tallage | | | | | | | |
| DP1 | 8.633 | 0.173 | 8.210 | 9.057 | A | | |
| SP | 7.333 | | 6.910 | 7.757 | | B | |
| DP2 | 8.233 | | 7.810 | 8.657 | A | | |
| Floraison | | | | | | | |
| DP1 | 11.900 | 0.220 | 11.361 | 12.439 | | B | |
| SP | 9.733 | | 9.194 | 10.272 | | | C |
| DP2 | 13.067 | | 12.528 | 13.606 | A | | |

4. Effet du Polyter sur les composantes du rendement

4.1. Le nombre de talles/m²

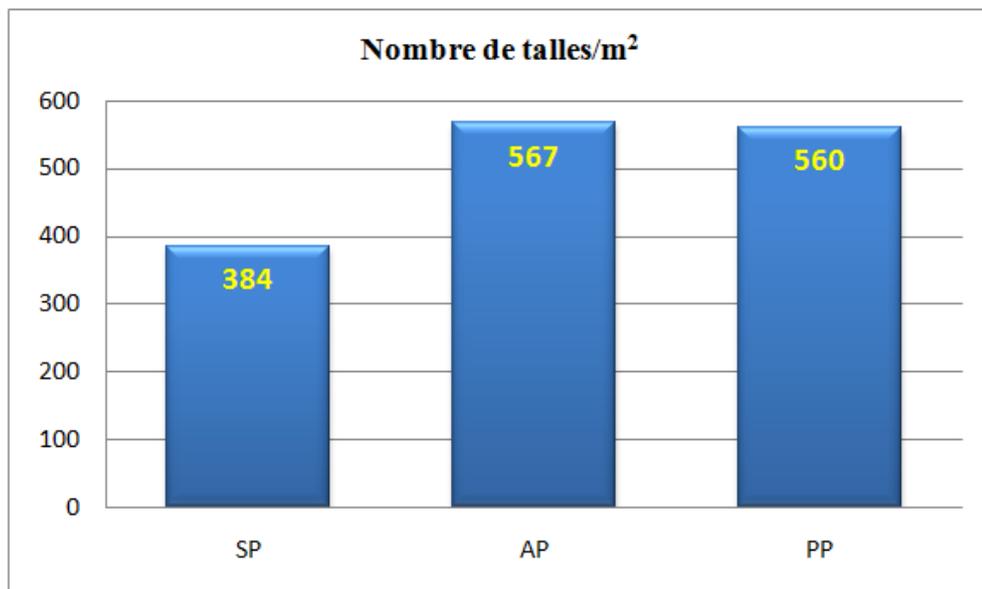


Figure 29 : Effet du Polyter sur le nombre des talles/m² selon les traitements

L'étude analytique du paramètre nombre de talles/m² a fait ressortir les conclusions suivantes :

- Le nombre maximal de talles/ m² est observé chez les plantes ayant reçu du Polyter (AP) avec (567 talles/m²).
- Le nombre minimal de talles/ m² est observé chez les plantes n'ayant pas reçu du Polyter (SP) avec (384 talles/m²) soit une différence de (183 talles/m²).

L'analyse statistique de comparaison des moyennes (Newman-Keuls / Analyse des différences entre les modalités avec un intervalle de confiance à 95%) ; a montré une différence significative entre les traitements étudiés. Les traitements (AP et PP) ont formé à eux seuls un groupe homogène (A). L'apport de Polyter a influé positivement sur l'expression du paramètre (nombre de talles/m²).

Tableau 15: Analyse de la variance de comparaison des moyennes (nombre de talles/m²)

| Modalité | Moyenne | Erreur standard | Borne inférieure (95%) | Borne supérieure (95%) | Groupes | |
|----------|---------|-----------------|------------------------|------------------------|---------|---|
| DP1 | 467.000 | 9.868 | 442.855 | 491.145 | A | |
| DP2 | 460.000 | 9.868 | 435.855 | 484.145 | A | |
| SP | 384.333 | 9.868 | 360.188 | 408.479 | | B |

4.2. Le nombre épi/m²

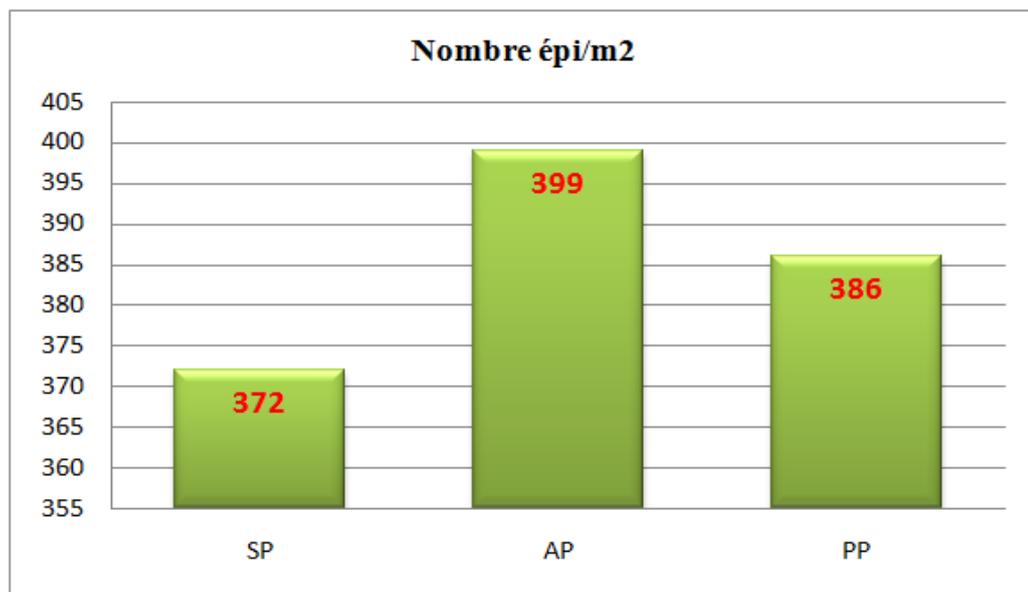


Figure 30 : Effet du Polyter sur le nombre d'épis/m² selon les deux traitements

Pour ce paramètre ; une des composantes principales du rendement, les résultats de l'expérimentation ont révélé ce qui suit :

- Le nombre maximal d'épi/m² est noté chez les plantes ayant reçu une dose normale (20 g) de Polyter, soit (399 épi/m²).
- Le nombre minimal d'épi/m² est noté chez les plantes n'ayant pas reçu de Polyter, soit ; (372 épi/m²), soit une différence de (27 épis/m²).

L'analyse statistique des moyennes (ANOVA) a montré une différence significative entre les traitements étudiés.

Trois (03) groupes hétérogènes ont été formés (A) ; (B) et (C)

Tableau 16: Analyse de la variance de comparaison des moyennes (nombre d'épis/m²)

| Modalité | Moyenne | Erreur standard | Borne inférieure (95%) | Borne supérieure (95%) | Groupes | | |
|----------|---------|-----------------|------------------------|------------------------|---------|---|---|
| | | | | | | | |
| DP1 | 399.667 | 3.367 | 391.429 | 407.904 | A | | |
| DP2 | 386.667 | 3.367 | 378.429 | 394.904 | | B | |
| SP | 372.333 | 3.367 | 364.096 | 380.571 | | | C |

4.3. Le nombre de grain/épi

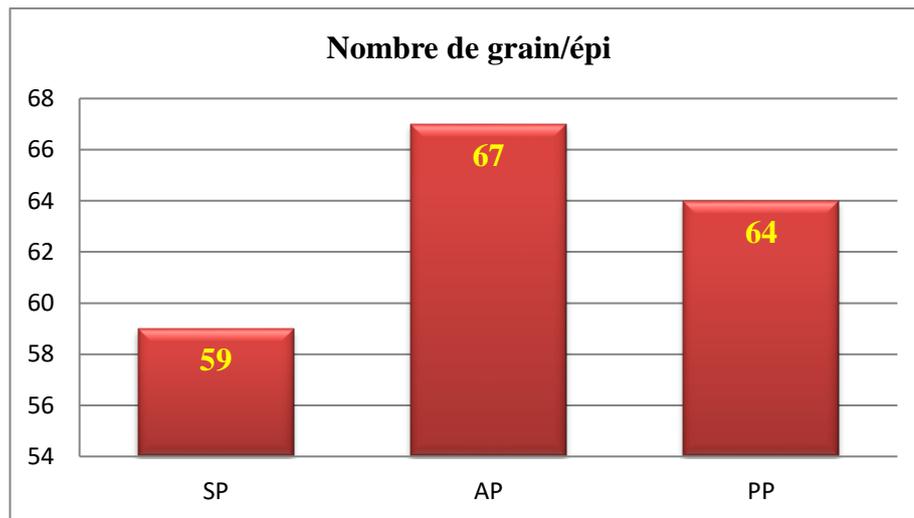


Figure 31 : Effet de Polyter sur le nombre des grain/épi selon les traitements

Les résultats de comptage du nombre de grain/épi issus de l'expérimentation sont comme suit :

- Le nombre maximal de grain/épi est obtenu chez les plantes ayant reçu l'application du Polyter (AP), soit ; (67 grain/épi).
- Le nombre minimal de grain/épi est obtenu chez les plantes n'ayant pas reçu du Polyter (SP), soit ; (59 grain/épi).

L'analyse statistique de comparaison des moyennes (Newman-Keuls / Analyse des différences entre les modalités avec un intervalle de confiance à 95%) ; a montré une différence hautement significative entre les traitements étudiés (AP, PP et SP ont formé des groupes hétérogènes).

Tableau 17: Analyse de la variance de comparaison des moyennes (nombre de grain/épis)

| Modalité | Moyenne | Erreur standard | Borne inférieure (95%) | Borne supérieure (95%) | Groupes | | |
|----------|---------|-----------------|------------------------|------------------------|---------|---|---|
| DP1 | 67.333 | 0.793 | 65.392 | 69.275 | A | | |
| DP2 | 64.333 | 0.793 | 62.392 | 66.275 | | B | |
| SP | 59.000 | 0.793 | 57.058 | 60.942 | | | C |

4.4. le Poids de 1000 grains (PMG)

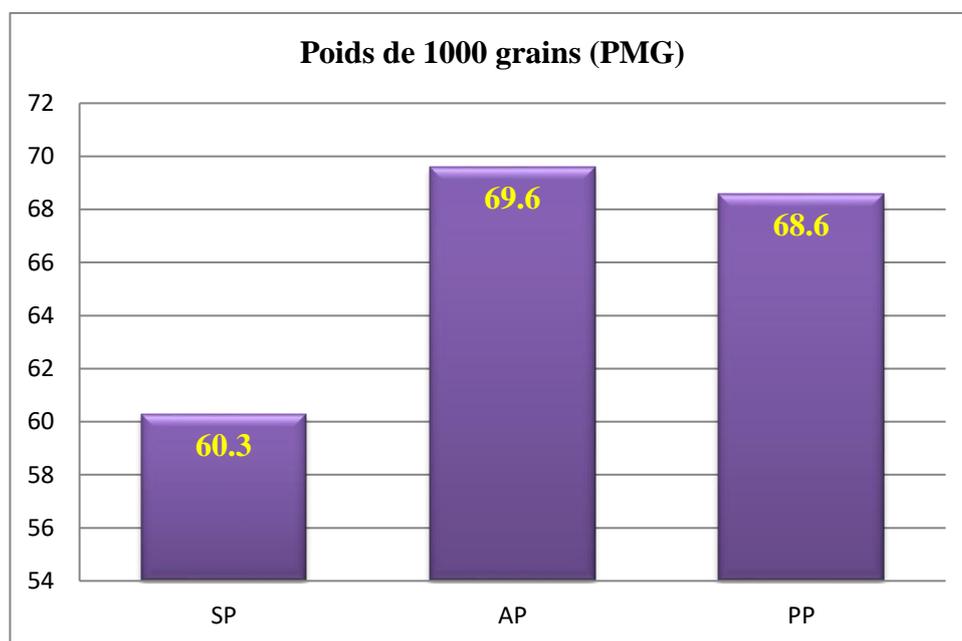


Figure 32 : Effet de Polyter sur le poids de 1000 grain (PMG) selon les traitements

Les résultats de comptage du nombre de grain/épi issus de l'expérimentation sont comme suit :

- Le poids maximal de 1000 grains est obtenu chez les plantes ayant reçu l'application du Polyter (DP1), soit ; (69.6 g).
- Le poids minimal de 1000 grains est obtenu chez les plantes n'ayant pas reçu du Polyter (SP), soit ; (60.3 g).

L'analyse statistique de comparaison des moyennes (Newman-Keuls / Analyse des différences entre les modalités avec un intervalle de confiance à 95%) ; a montré une différence significative entre les traitements (DP1 et DP2) et (SP)

Les traitements (DP1 et DP2) ; ayant reçu l'application du Polyter ; ont formé un groupe homogène (A) et (SP) le groupe (B).

Tableau 18 : Analyse de la variance de comparaison des moyennes (Poids de 1000 grains)

| Modalité | Moyenne | Erreur standard | Borne inférieure (95%) | Borne supérieure (95%) | Groupes | |
|----------|---------|-----------------|------------------------|------------------------|---------|---|
| DP1 | 69.667 | 0.816 | 67.669 | 71.665 | A | |
| DP2 | 68.667 | 0.816 | 66.669 | 70.665 | A | |
| SP | 60.333 | 0.816 | 58.335 | 62.331 | | B |

5. Effet de Polyter sur le rendement

5.1. Le rendement en paille

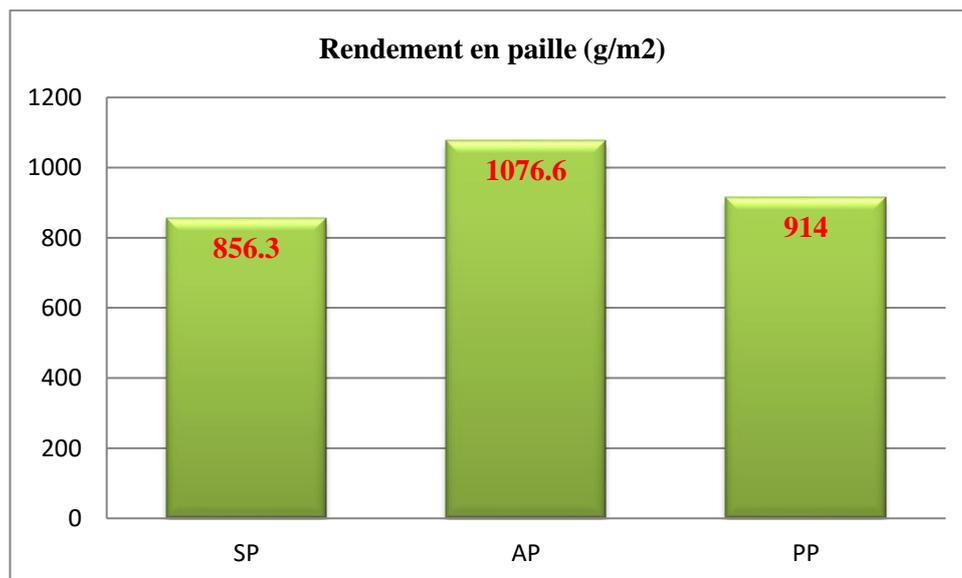


Figure 33 : Effet de Polyter sur le rendement en paille (g) selon les traitements

Les résultats de l'expérimentation ont montré que la moyenne des rendements dans les parcelles avec incorporation du Polyter ont présenté des rendements en paille meilleurs par rapport à celles sans apport.

- Le rendement maximal en paille est obtenu au niveau des parcelles ayant reçu du Polyter (AP); avec une moyenne de (1076.6 g/m²).

- Le rendement minimal en paille est noté pour les parcelles sans Polyter (SP) ; avec une moyenne de (856.3 g/m²).
- La différence entre ces deux rendements est de (22.33 q/ha).

L'analyse statistique de comparaison des moyennes (ANOVA) a révélé une différence significative entre (AP) et (PP et SP). L'apport de la dose doublée en Polyter favorise à un même titre la biomasse végétative (PP et SP).

Tableau 19: Analyse de la variance de comparaison des moyennes (Rendement paille)

| Modalité | Moyenn e | Erreur standard | Borne inférieure (95%) | Borne supérieure (95%) | Groupes | |
|----------|-------------|--------------------|---------------------------|---------------------------|---------|---|
| DP1 | 1077.000 | 44.433 | 968.277 | 1185.723 | A | |
| DP2 | 914.000 | 44.433 | 805.277 | 1022.723 | | B |
| SP | 856.667 | 44.433 | 747.944 | 965.389 | | B |

5.2. LE rendement grain

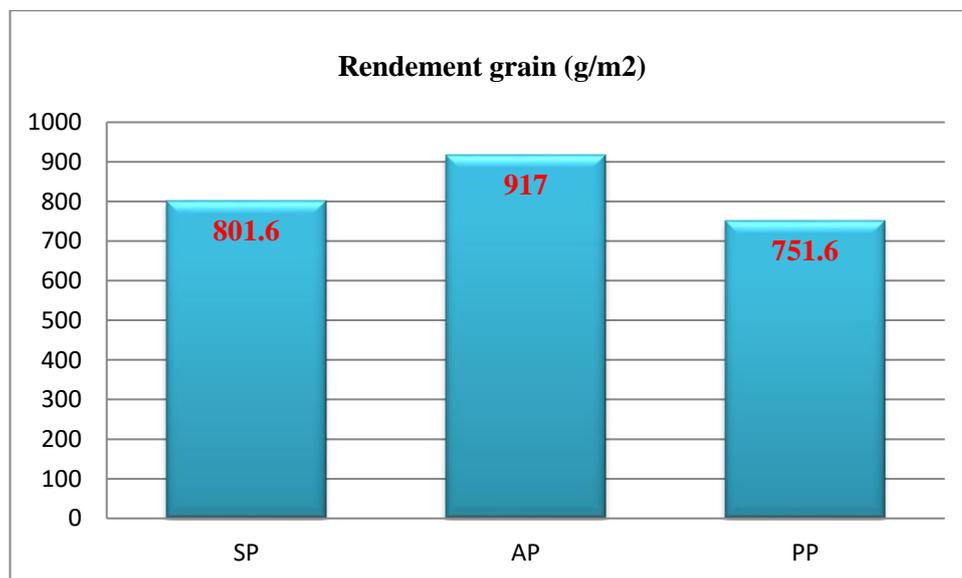


Figure 34 : Effet de Polyter sur le rendement grain (g) selon les traitements

Les résultats issus de l'expérimentation ont révélé que la moyenne des rendements dans les parcelles avec apport de la dose préconisée de (20 g/m²) du Polyter ont présenté des rendements grain meilleurs par rapport à celles sans apport et à dose doublée (40 g/m²) de Polyter.

- Le rendement maximal grain est obtenu au niveau de la parcelle ayant reçu du Polyter (AP); avec une moyenne de (917 g/m²).
- Le rendement minimal grain est noté pour les parcelles avec double dose de Polyter (PP) ; avec une moyenne de (751.6g/m²).
- La différence entre ces deux rendements est de (16.54 q/ha).

L'analyse statistique de comparaison des moyennes (ANOVA) a révélé une différence significative entre (DP1) et (DP2 et SP). L'apport de la dose doublée en Polyter favorise à un même titre la biomasse végétative que les parcelles sans incorporation de Polyter (DP2 et SP). Ont formé un groupe homogène (B).

Tableau 20: Analyse de la variance de comparaison des moyennes (Rendement grain)

| Modalité | Moyenne | Erreur standard | Borne inférieure (95%) | Borne supérieure (95%) | Groupes | |
|----------|---------|-----------------|------------------------|------------------------|---------|---|
| DP1 | 950.333 | 35.536 | 863.381 | 1037.286 | A | |
| SP | 801.667 | 35.536 | 714.714 | 888.619 | | B |
| DP2 | 751.667 | 35.536 | 664.714 | 838.619 | | B |

Corrélations Paramétriques

Corrélations entre les différentes variables marquant l'effet du Polyter sur les caractéristiques physiques et chimiques du sol

Le résultat des analyses des caractéristiques chimiques du sol a été exprimées de façons interdépendantes. Leur manifestation ayant été marquée par des corrélations déterminant la composition et la mobilité des éléments fertilisants dans le sol.

Statistiquement, le **test de Pearson** ; a indiqué qu'il existe une corrélation (R^2) entre les différentes variables étudiées. Il ressort des résultats qu'il existe deux types de corrélation :

- **Forte corrélation positive** : qui détermine le lien étroit entre les variables et leurs interactions ensembles (action commune).
 - CE floraison et Humidité avant le semis ($R^2 = 0.820$) et Humidité floraison ($R^2 = 0.807$)
 - Ph tallage et Matière organique tallage ($R^2 = 0.713$)
 - Ph floraison et Matière organique floraison ($R^2 = 0.907$)
 - Matière organique avant semis et Matière organique tallage ($R^2 = 0.808$)
- **Forte corrélation négative** : qui détermine le lien étroit entre les variables et leurs interactions inverses ensembles (action inverse).
 - CE avant semis et Humidité au tallage ($R^2 = - 0.683$)
 - Humidité avant semis et Matière organique tallage ($R^2 = - 0.899$)
 - Humidité au tallage et Ph floraison ($R^2 = - 0.948$)
 - Humidité floraison et Matière organique floraison ($R^2 = - 0.831$)

MATRICE DE PROXIMITE
(Coefficient de corrélation de Pearson)

Tableau 21 : Corrélations entre les différentes variables marquant l'effet du Polyter sur les caractéristiques physiques et chimiques du sol

| | CE avant semis | CE au tallage | CE floraison | Humidité avant semis | Humidité au tallage | Humidité floraison | PH avant semis | PH au tallage | PH floraison | Mat Organique avant semis | Mat Organique au tallage | Mat Organique floraison |
|---------------------------|----------------|---------------|--------------|----------------------|---------------------|--------------------|----------------|---------------|--------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|
| CE avant semis | 1 | -0.138 | -0.053 | 0.281 | -0.683 | -0.257 | -0.103 | 0.382 | 0.641 | -0.669 | -0.210 | 0.596 |
| CE au tallage | -0.138 | 1 | 0.423 | 0.474 | 0.317 | 0.065 | 0.247 | -0.342 | -0.366 | 0.140 | -0.233 | -0.347 |
| CE floraison | -0.053 | 0.423 | 1 | 0.820 | 0.755 | 0.807 | -0.238 | -0.529 | -0.747 | -0.415 | -0.782 | -0.728 |
| Humidité avant semis | 0.281 | 0.474 | 0.820 | 1 | 0.359 | 0.462 | -0.275 | -0.518 | -0.403 | -0.682 | -0.899 | -0.426 |
| Humidité au tallage | -0.683 | 0.317 | 0.755 | 0.359 | 1 | 0.785 | -0.111 | -0.594 | -0.948 | 0.146 | -0.398 | -0.894 |
| Humidité floraison | -0.257 | 0.065 | 0.807 | 0.462 | 0.785 | 1 | -0.569 | -0.599 | -0.740 | -0.310 | -0.646 | -0.831 |
| PH avant semis | -0.103 | 0.247 | -0.238 | -0.275 | -0.111 | -0.569 | 1 | 0.659 | 0.187 | 0.646 | 0.643 | 0.348 |
| PH au tallage | 0.382 | -0.342 | -0.529 | -0.518 | -0.594 | -0.599 | 0.659 | 1 | 0.657 | 0.303 | 0.713 | 0.682 |
| PH floraison | 0.641 | -0.366 | -0.747 | -0.403 | -0.948 | -0.740 | 0.187 | 0.657 | 1 | -0.032 | 0.478 | 0.907 |
| Mat Organique avant semis | -0.669 | 0.140 | -0.415 | -0.682 | 0.146 | -0.310 | 0.646 | 0.303 | -0.032 | 1 | 0.808 | 0.022 |
| Mat Organique au tallage | -0.210 | -0.233 | -0.782 | -0.899 | -0.398 | -0.646 | 0.643 | 0.713 | 0.478 | 0.808 | 1 | 0.536 |
| Mat Organique floraison | 0.596 | -0.347 | -0.728 | -0.426 | -0.894 | -0.831 | 0.348 | 0.682 | 0.907 | 0.022 | 0.536 | 1 |

Corrélations entre les différentes variables marquant l'effet du Polyter sur les composantes de rendement

Les composantes de rendement ont été exprimées de façons interdépendantes. Leur manifestation ayant été marquée par des corrélations déterminant les rendements (Paille et grain)

Statistiquement, le **test de Pearson**; a indiqué qu'il existe une corrélation (R^2) entre les différentes variables étudiées. Il ressort des résultats qu'il existe une forte corrélation positive entre :

- Le nombre de talles/m² et Longueur racine fin tallage ($R^2 = 0.933$) et Hauteur plante début tallage ($R^2 = 0.871$)
- Le nombre épi/m² et Hauteur plante fin tallage ($R^2 = 0.925$) et Longueur racine fin tallage ($R^2 = 0.899$)
- Le nombre de grain/épiet PMG ($R^2 = 0.946$) et Hauteur plante fin tallage ($R^2 = 0.882$)
- Le poids de 1000 grains (PMG) et Longueur racine floraison ($R^2 = 0.882$) et Hauteur plante début tallage ($R^2 = 0.875$)
- La hauteur plante début tallage et Hauteur plante floraison ($R^2 = 0.985$) et Longueur racine floraison ($R^2 = 0.967$)
- La hauteur plante fin tallage et Longueur racine début tallage ($R^2 = 0.844$) et Rendement paille (g/m²) ($R^2 = 0.798$)
- La hauteur plante floraison et Longueur racine floraison ($R^2 = 0.982$) et Longueur racine début tallage ($R^2 = 0.840$)
- La longueur racine début tallage et Longueur racine floraison ($R^2 = 0.843$)
- La Longueur racine fin tallage et Longueur racine floraison ($R^2 = 0.687$)
- Le Rendement paille (g/m²) et Rendement grain (g/m²) ($R^2 = 0.848$)

MATRICE DE PROXIMITE
(Coefficient de corrélation de Pearson)

Tableau 22 : Corrélations entre les différentes variables marquant l'effet du Polyter sur les composantes de rendement

| Variables | Nombre talles/m ² | Nombre épi/m ² | Nombre grain/épi | PMG | Hauteur plante début tallage | Hauteur plante fin tallage | Hauteur plante floraison | Longueur racine début tallage | Longueur racine fin tallage | Longueur racine floraison | Rendement paille (g/m ²) | Rendement grain (g/m ²) |
|--------------------------------------|------------------------------|---------------------------|------------------|-------|------------------------------|----------------------------|--------------------------|-------------------------------|-----------------------------|---------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| Nombre talles/m ² | 1 | 0.836 | 0.812 | 0.859 | 0.871 | 0.762 | 0.814 | 0.564 | 0.933 | 0.803 | 0.516 | 0.318 |
| Nombre épi/m ² | 0.836 | 1 | 0.770 | 0.761 | 0.626 | 0.925 | 0.590 | 0.194 | 0.899 | 0.532 | 0.554 | 0.429 |
| Nombre grain/épi | 0.812 | 0.770 | 1 | 0.946 | 0.764 | 0.882 | 0.732 | 0.305 | 0.785 | 0.727 | 0.842 | 0.563 |
| PMG | 0.859 | 0.761 | 0.946 | 1 | 0.875 | 0.817 | 0.867 | 0.525 | 0.806 | 0.882 | 0.711 | 0.375 |
| Hauteur plante début tallage | 0.871 | 0.626 | 0.764 | 0.875 | 1 | 0.560 | 0.985 | 0.831 | 0.761 | 0.967 | 0.407 | 0.015 |
| Hauteur plante fin tallage | 0.762 | 0.925 | 0.882 | 0.817 | 0.560 | 1 | 0.544 | 0.037 | 0.844 | 0.514 | 0.798 | 0.668 |
| Hauteur plante floraison | 0.814 | 0.590 | 0.732 | 0.867 | 0.985 | 0.544 | 1 | 0.840 | 0.718 | 0.982 | 0.396 | -0.025 |
| Longueur racine début tallage | 0.564 | 0.194 | 0.305 | 0.525 | 0.831 | 0.037 | 0.840 | 1 | 0.371 | 0.843 | -0.077 | -0.468 |
| Longueur racine fin tallage | 0.933 | 0.899 | 0.785 | 0.806 | 0.761 | 0.844 | 0.718 | 0.371 | 1 | 0.687 | 0.519 | 0.420 |
| Longueur racine floraison | 0.803 | 0.532 | 0.727 | 0.882 | 0.967 | 0.514 | 0.982 | 0.843 | 0.687 | 1 | 0.425 | 0.021 |
| Rendement paille (g/m ²) | 0.516 | 0.554 | 0.842 | 0.711 | 0.407 | 0.798 | 0.396 | -0.077 | 0.519 | 0.425 | 1 | 0.848 |
| Rendement grain (g/m ²) | 0.318 | 0.429 | 0.563 | 0.375 | 0.015 | 0.668 | -0.025 | -0.468 | 0.420 | 0.021 | 0.848 | 1 |

Conclusion

Conclusion

Le présent travail a été réalisé afin d'étudier l'impact de l'utilisation d'un intrant innovant représenté par un hydro-rétenteur (Polyter) et l'effet de ses différentes doses sur le développement d'une culture de blé dur (variété Oued El Bared) en conditions salines.

L'étude a montré des modifications sur les propriétés physiques et chimiques du sol ainsi que sur la croissance et le développement de la culture de blé et les composantes du rendement.

1. Effet du Polyter sur les propriétés physiques et chimiques du sol

- **Effet sur l'humidité** : L'utilisation de l'hydrorétenteur (Polyter) a conduit en une augmentation de la réserve en eau (humidité pondérale) dans le milieu racinaire par rapport aux parcelles sans Polyter. (**AP : 20 g/m²**) et (**PP : 40g/m²**) aux stades tallage et à la floraison. En effet, les particules de Polyter, grâce à leurs parois semi-perméables, ont permis d'éventuels apports fertilisants pour constituer des réservoirs de stockage d'eau et de substances nutritives pour la plante.
- **Effet sur le Ph** : Pour ce qui est du pH, les analyses du sol ont présenté des différences statistiquement significatives au seuil de 5% selon le test de SNK. Les sols traités avec du Polyter (AP et PP) ont exprimé un Ph relativement neutre par rapport à la parcelle sans Polyter (SP) avec un Ph basique ; soient respectivement (**7.54 et 7.93**) à (**6.84 et 6.77**) contre (**8.00**) à (**7.95**). Les résultats montrent que le Polyter a eu un effet régulateur de pH, car il diminue les pH élevés et augmente les pH faibles.
- **Effet sur la Salinité du sol (CE) et la matière organique** : Les résultats obtenus lors de l'expérimentation ont révélé une diminution progressive de la salinité du sol pour les trois traitements. La salinité du sol se stabilisant aux environs de (**2.4 ds/m**) pour les parcelles (AP) ET (PP) et la matière organique en prenant une courbe ascendante du semis à la floraison ; ont permis une mesure du pouvoir du sol à retenir et échanger des cations. Il s'agit d'un indicateur relatif du potentiel de sa fertilité.

2. Effet du Polyter sur les paramètres morphologiques de la plante et le rendement

Les résultats sur les paramètres végétatifs ont permis d'évaluer la croissance et le développement des plantes en fonction des traitements. Le test de SNK au seuil de 5% a révélé une différence significative entre les traitements.

- **Effet sur la précocité** : L'étude analytique a fait ressortir que l'application de Polyter a eu un effet sur l'apparition des stades de croissance de la plante. Les parcelles (AP) ont manifesté une durée du cycle de développement de 151 jours, soit une précocité de **09** jours par rapport (SP) et de **03** jours à (PP).
- **Effet sur la hauteur de la plante et longueur des racines**: Cette utilisation a permis une amélioration significative des paramètres morphologiques à savoir la hauteur des plants et la longueur des racines. Au début tallage et à la floraison, les hauteurs maximales mesurées sur la plante sont notées chez les plantes ayant reçu une dose double du Polyter respectivement de **(46.9 cm et 116.3 cm)** contre des valeurs minimales de **(30.1 cm et 92.3 cm)** chez les plantes sans Polyter.

Également et pendant ces deux stades de développement, les longueurs maximales mesurées sur les racines sont notées chez les plantes ayant reçu une dose double du Polyter respectivement de **(7.4 cm et 13.0 cm)** contre des valeurs minimales de **(3.8 cm et 9.7 cm)** chez les plantes sans Polyter. Le Polyter a agi sur la formation de la biomasse végétale (aérienne et racinaire) en optimisant donc la croissance et la vigueur des plants en limitant les effets du stress hydrique.

- **Effet sur les composantes de rendement** : L'application de Polyter à la dose de **20 g/m²**; a agi de façon meilleure sur les paramètres de rendement dans les parcelles ayant eus la dose de **40 g/m²** excelles sans apport (SP) et dont les tests d'analyse de la comparaison des moyennes ont montré des différences significatives entre les composantes de rendement.
- Le nombre maximal de talles/ m² est observé chez les plantes ayant reçu du Polyter (AP) avec **(567 talles/m²)**
- Le nombre maximal d'épi/m² est noté chez les plantes (AP) ayant reçu une dose normale **(20 g)** de Polyter, soit ; **(399 épi/m²)**.

- Le nombre maximal de grain/épi est obtenu chez les plantes ayant reçu l'application du Polyter (AP), soit ; **(67 grain/épi)**.
- Le nombre maximal de grain/épi est obtenu chez les plantes ayant reçu l'application du Polyter (AP), soit ; **(69.6 g)**.
- **Effet de Polyter sur le rendement (Paille et grain):** Les résultats de l'expérimentation ont montré que la moyenne des rendements dans les parcelles avec incorporation du Polyter avec une doses de 20 a présenté des rendements meilleurs par rapport à celles sans apport et doublée.

Le rendement maximal en paille et de grain est obtenu au niveau des parcelles ayant reçu du la dose de 20G Polyter (AP); avec une moyenne de : **107.66 q/ha ; 91.7 q/ha respectivement**

Enfin on peut affirmer que le Polyter à la dose préconisée de 40 g/m² ; a joué un rôle d'hydro rétenteur de l'eau et des éléments fertilisants et son application a entraîné une amélioration des caractéristiques physiques et chimiques du sol (CE, PH , HP et MO)

Cependant une dose de 20gr/m² est souhaitable pour l'obtention des rendements meilleurs dans les sols salins et peut contribuer à la durabilité de l'agriculture et donc économiquement plus rentable pour les agriculteurs.

En conclusion, le Polyter est une technologie assez récente qui peut constituer une des alternatives pour une production optimale pour les cultures irriguées surtout dans des zones soumises aux aléas climatiques, notamment le manque d'eau.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1- **AMMARI H et BRAHMIA N.** Etude comparative de l'effet de déficit hydrique sur le blé dur (*Triticum durum* Desf.) et le blé tendre (*Triticum aestivum* Desf.) Mémoire de Master univ. Guelma 2022, 74 pages
- 2- **AMOUSSOU.,** 1987- Etudes de l'influence des déficits hydriques sur la consommation en eau de la culture du poivron sous serre. Thèse, Ing , I.N.A El Harrach
- 3- **BADDOUMohamed** et **BOUDJEMAOUIAbdelhamid :** Etude de l'effet du stress hydrique sur la croissance du blé, Mémoire de Master univ. Adrar 2022, 46 pages
- 4- **BEKKARI SALIMA :** La céréaliculture dans la région de Ziban : la conduite culturale et son coût cas du blé dur dans la daïra de Zeribet El Oued Mémoire de Master univ. Biskra 2021 48 pages
- 5- **BENELHADJ H :** Effet du génotype et de l'alimentation hydrique sur la qualité du grain de blé tendre (*Triticum aestivum* L.) Mémoire de Master univ Tiaret 2022, 44 pages
- 6- **BOUABID Inès ;** Effet du compost et du fumier bovin sur la faculté germinative de l'orge (*Hordeum vulgare*) dans un sol sableux Mémoire de Master univ. Biskra 2022 40 pages
- 7- **BOUDEIR Selma ;** Effet de l'utilisation d'un hydro rétenteur (Polyter) sur le développement d'une culture de blé dur (variété Oued El Bared) en conditions salines dans la région de Biskra. Master 2023. Université de Biskra 83 pages
- 8- **BOUKA E, K. K. GANYO, K. A. Ablede, E. E. Mathe et J. M. Sogbedji** Caractérisation de l'état de salinité des sols et des eaux du site maraîcher de Atti-Apédokoe dans la préfecture de l'Avé au Togo.
Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin ; Pages (pp.) 162-174 *Octobre 2019*
- 9- **BUNASOLS.** 1987. Méthodes d'analyse physique et chimique des sols, des eaux et des plantes. Document technique BUNASOLS n° 3, 159 p.
- 10- **CHEBLI Abdelatif ET YAMANI Lyes.** Optimisation d'irrigation par l'ajout d'un polymère super absorbant. Mémoire de Master univ. Bejaia 2020, 44 pages.
- 11- **DABRE A, HIEN E, SOME D, DEVRON J.** 2017. Effets d'amendements organiques et phosphatés sous *zai* sur les propriétés chimiques et biologiques du sol et la qualité de la matière organique en zone soudano-sahélienne du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **11**(1): 473-487.

- 12- **FISLI Fatima Zohra.**
Etude comparative de qualité technologique de blé dur de deux régions Guelma et Skikda.
Mémoire de Master univ. Guelma 2022, 49 pages
- 13- **FREMON AS, TORCHIN H.** 2003. Influence du polyter sur la croissance des plantes en situation de stress hydrique. 10p
- 14- **GUEZZOUR Rayane et HADDAD Amina.** Itinéraires techniques appliqués en céréaliculture et leurs impacts sur le rendement dans les zones semi-arides, cas de la Wilaya de Bordj Bou Arreridj. Mémoire de Master univ. Bordj Bou Arreridj 2023, 45 pages
- 15- **KONFE Zakaria, ZONOU Bienvenu et HIEN Edmond.** Influence d'intrants innovants sur les propriétés du sol et la production de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) et d'aubergine (*Solanum melongena* L.) sur un sol ferrugineux tropical en zone soudano-sahélienne au Burkina Faso. *Institut du Développement Rural, Université Nazi Boni, BP 1091, Bobo Dioulasso, Burkina Faso.* ISSN 1991-8631
- 16- **PODG.** Fiche technique, présentation du Polyter 36 pages
- 17- **SAIEDRANIA et ZEDIKHASNA.** Contribution à l'étude d'une culture de blé dur (*Triticum durum* Desf.) dans la région de Oued Righ. *Les variétés Cirta et Vitron.* Mémoire de Master univ. El Oued 2020 68 pages
- 18- **SAWADOGO Jacques.** Effets des fertilisants biologiques sur la productivité de la tomate en zone semi-aride du Burkina Faso. *Journal of Applied Biosciences* 167: 17375 – 17390 ISSN 1997-5902
- 19- **SOUNA, Abderrahmene.** Influence d'un super absorbant le polyter sur la croissance et le développement d'une culture de poivron (*Capsicum annuum*) Mémoire de Master univ. Blida 2013, 63 pages
- 20- **SOLTNER D** 2005. Les bases de la production végétale - Tome I. Le sol et son amélioration (22^{ème} édition) 472 pages

Annexes

**Annexe 1 : Hauteur de la plante et longueur de la racine (cm) au stade début tallage
14/12/2023**

| | SP | | | | AP | | | | PP | | | | |
|----------------------------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|
| | | M1 | M2 | M3 | MM | M1 | M2 | M3 | MM | M1 | M2 | M3 | MM |
| Hauteur de la plante (cm) | HP1 | 33 | 29 | 30 | 30.6 | 41 | 44 | 41 | 42.0 | 46 | 43 | 47 | 45.3 |
| | HP2 | 32 | 28 | 28 | 29.3 | 39 | 44 | 42 | 41.6 | 45 | 51 | 43 | 46.3 |
| | HP3 | 31 | 33 | 31 | 30.6 | 44 | 41 | 44 | 43.0 | 48 | 48 | 52 | 49.3 |
| Longueur de la racine (cm) | LR1 | 3.9 | 4.1 | 4.0 | 4.0 | 4.5 | 4.8 | 4.7 | 4.6 | 7.2 | 6.8 | 7.6 | 7.2 |
| | LR2 | 4.1 | 3.6 | 3.7 | 3.8 | 4.4 | 3.9 | 4.9 | 4.4 | 7.0 | 7.7 | 7.2 | 7.3 |
| | LR3 | 3.3 | 3.8 | 3.7 | 3.6 | 4.7 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 8.1 | 7.6 | 7.9 | 7.8 |

**Annexe 1 : Hauteur de la plante et Longueur de la racine (cm) au stade fin tallage
17/01/2024**

| | SP | | | | AP | | | | PP | | | | |
|----------------------------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|
| | | M1 | M2 | M3 | MM | M1 | M2 | M3 | MM | M1 | M2 | M3 | MM |
| Hauteur de la plante (cm) | HP1 | 59 | 67 | 64 | 63.3 | 88 | 82 | 82 | 84.0 | 77 | 72 | 69 | 72.6 |
| | HP2 | 61 | 63 | 63 | 62.3 | 85 | 88 | 84 | 85.6 | 71 | 69 | 74 | 71.3 |
| | HP3 | 62 | 62 | 61 | 61.6 | 80 | 84 | 85 | 83.0 | 68 | 66 | 71 | 68.3 |
| Longueur de la racine (cm) | LR1 | 7.8 | 7.7 | 7.8 | 7.7 | 8.4 | 8.9 | 9.1 | 8.8 | 7.8 | 8.9 | 8.7 | 8.4 |
| | LR2 | 7.0 | 7.3 | 7.4 | 7.2 | 8.1 | 8.1 | 8.6 | 8.2 | 8.2 | 8.1 | 8.0 | 8.1 |
| | LR3 | 6.8 | 7.2 | 7.3 | 7.1 | 8.7 | 8.8 | 9.2 | 8.9 | 7.9 | 8.3 | 8.4 | 8.2 |

**Annexe 3 : Hauteur de la plante et Longueur de la racine (cm) au stade floraison
14/02/2024**

| | SP | | | | AP | | | | PP | | | | |
|-----------------------------------|-----|------|-----|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|-------|
| | | M1 | M2 | M3 | MM | M1 | M2 | M3 | MM | M1 | M2 | M3 | MM |
| Hauteur de la plante (cm) | HP1 | 95 | 92 | 95 | 94 | 108 | 110 | 110 | 109.3 | 118 | 112 | 115 | 115 |
| | HP2 | 88 | 91 | 88 | 89 | 105 | 111 | 115 | 110.3 | 117 | 117 | 112 | 115.3 |
| | HP3 | 92 | 95 | 95 | 94 | 102 | 111 | 107 | 106.6 | 114 | 120 | 122 | 118.6 |
| Longueur de la racine (cm) | LR1 | 9.8 | 9.7 | 9.7 | 9.7 | 12.0 | 11.8 | 11.8 | 11.8 | 13.2 | 13.2 | 13.8 | 13.4 |
| | LR2 | 9.9 | 9.2 | 9.2 | 9.4 | 12.1 | 12.7 | 11.9 | 12.2 | 11.8 | 12.9 | 12.8 | 12.5 |
| | LR3 | 10.1 | 9.5 | 10.8 | 10.1 | 11.2 | 11.7 | 12.4 | 11.7 | 13.5 | 13.5 | 13.0 | 13.3 |

Annexe 4 : Stades phénologiques

| Stade phénologique | Semis | Levée | Tallage | Montaison | Épiaison | Floraison | Graines laiteux | Graines pâteux | Maturité | durée en jours |
|--------------------|----------|----------|----------|-----------|----------|-----------|-----------------|----------------|----------|----------------|
| Avec Polyter | 05/11/23 | 14/11/23 | 14/12/23 | 27/01/24 | 04/02/24 | 12/02/24 | 29/02/24 | 17/03/24 | 04/04/24 | 151 |
| | | 09 | 39 | 83 | 91 | 99 | 116 | 133 | 151 | |
| Sans Polyter | 05/11/23 | 14/11/23 | 09/12/23 | 01/02/24 | 10/02/24 | 21/02/24 | 03/03/24 | 28/03/24 | 13/04/24 | 160 |
| | | 09 | 34 | 88 | 97 | 108 | 119 | 144 | 160 | |
| Double Polyter | 05/11/23 | 14/11/23 | 09/12/23 | 28/01/24 | 07/02/24 | 15/02/24 | 01/03/24 | 24/03/24 | 09/04/24 | 157 |
| | | 09 | 34 | 85 | 95 | 103 | 118 | 141 | 157 | |

Annexe 5 : Les composantes de rendement

| Traitement | Répétition | Nombre de talles/ m2 | Nombre épis/m ² | Nombre grains/ épi | PMG (g) | Rendement paille (g/m2) | Rendement grain (g/m2) |
|------------|------------|----------------------|----------------------------|--------------------|---------|-------------------------|------------------------|
| SP | R1 | 386 | 379 | 57 | 59 | 777 | 761 |
| | R2 | 401 | 375 | 59 | 60 | 874 | 821 |
| | R3 | 366 | 363 | 61 | 62 | 919 | 823 |
| | Moyenne | 384 | 372 | 59 | 60.3 | 856.3 | 801.6 |
| DP1 | R1 | 477 | 400 | 66 | 68 | 1025 | 922 |
| | R2 | 442 | 398 | 68 | 71 | 1164 | 964 |
| | R3 | 482 | 401 | 68 | 70 | 1042 | 965 |
| | Moyenne | 467 | 399 | 67 | 69.6 | 1076.6 | 917 |
| DP2 | R1 | 467 | 387 | 64 | 70 | 930 | 809 |
| | R2 | 449 | 392 | 64 | 68 | 825 | 639 |
| | R3 | 464 | 381 | 65 | 68 | 987 | 807 |
| | Moyenne | 460 | 386 | 64 | 68.6 | 914 | 751.6 |

ANALYSES DU SOL**Annexe 6 : les analyses du sol avant le semis (25/10/2023)**

| ECHANTILLON | PROFONDEUR | CE | PH | HUMIDITE | M.ORG | MINERALIS | CAL TOTAL | CAL ACT | K2O |
|-------------|------------|------|------|----------|-------|-----------|-----------|---------|-------|
| SP1 | 0-30 | 3.90 | 8.00 | 21.13 | 1.00 | 1.92 | 13.58 | 03.88 | 26.55 |
| DP1 | 0-30 | 3.31 | 7.54 | 23.15 | 0.56 | 2.11 | 12.29 | 04.84 | 27.15 |
| DP2 | 0-30 | 3.01 | 7.93 | 20.99 | 1.39 | 0.64 | 16.03 | 03.21 | 32.38 |

| Echantillon | Cations méq/l | | | | Anions méq/l | | |
|-------------|---------------|-------|-------|-------|--------------|---------|-------|
| | Na+ | Ca ++ | Mg + | K+ | CO3 -- | HCO3 -- | Cl - |
| SP1 | 16.13 | 12.20 | 05.80 | 00.52 | 00.00 | 01.00 | 10.08 |
| DP1 | 08.80 | 13.00 | 01.40 | 00.20 | 00.00 | 01.40 | 07.02 |
| DP2 | 06.97 | 02.60 | 04.80 | 00.00 | 00.00 | 01.80 | 04.14 |

| ECHANTILLON | PROFONDEUR | CE | | HUMIDITE | | PH | |
|-------------|------------|------|------|----------|-------|------|------|
| | | | | | | | |
| SP | 0-30 | 4.20 | 3.90 | 22.26 | 21.13 | 8.20 | 8.00 |
| | | 3.10 | | 21.14 | | 7.88 | |
| | | 4.40 | | 19.99 | | 7.92 | |
| DP1 | 0-30 | 3.33 | 3.31 | 22.89 | 23.15 | 7.50 | 7.54 |
| | | 3.45 | | 23.44 | | 7.62 | |
| | | 3.15 | | 23.12 | | 7.50 | |
| DP2 | 0-30 | 0.99 | 1.01 | 19.97 | 20.99 | 7.65 | 7.93 |
| | | 1.12 | | 21.23 | | 7.80 | |
| | | 0.92 | | 21.77 | | 8.34 | |

| ECHANTILLON | CE | HUMIDITE | PH |
|-------------|------|----------|------|
| SP | 3.90 | 21.13 | 8.00 |
| DP1 | 3.31 | 23.15 | 7.54 |
| DP2 | 3.01 | 20.99 | 7.93 |

| ECHANTILLON | PROFONDEUR | MAT ORG | |
|-------------|------------|---------|------|
| SP | 0-30 | 1.1 | 1.00 |
| | | 0.9 | |
| | | 1.0 | |
| DP1 | 0-30 | 0.58 | 0.56 |
| | | 0.54 | |
| | | 0.56 | |
| DP2 | 0-30 | 1.34 | 1.39 |
| | | 1.40 | |
| | | 1.43 | |

Annexe 7 : les analyses du sol au stade tallage (04/01/2024)

| ECHANTILLON | PROFONDEUR | CE | PH | HUMIDITE | M.ORG | MINERALIS | CAL TOTAL | CAL ACT | K2O |
|-------------|------------|------|------|----------|-------|-----------|-----------|---------|-------|
| SP1 | 0-30 | 2.27 | 7.60 | 22.24 | 1.08 | 1.45 | 18.62 | 03.00 | 20.33 |
| DP1 | 0-30 | 2.37 | 7.12 | 25.22 | 0.55 | 1.51 | 13.10 | 13.00 | 32.86 |
| DP2 | 0-30 | 2.40 | 7.27 | 25.84 | 1.01 | 1.53 | 14.48 | 11.00 | 20.33 |

| Echantillon | Cations még/l | | | | Anions még/l | | |
|-------------|---------------|-------|-------|-------|--------------|---------|-------|
| | Na+ | Ca ++ | Mg + | K+ | CO3 -- | HCO3 -- | Cl - |
| SP1 | 01.82 | 10.20 | 07.80 | 00.01 | 00.00 | 01.20 | 02.40 |
| DP1 | 02.43 | 12.00 | 04.80 | 00.07 | 00.00 | 01.00 | 03.40 |
| DP2 | 02.13 | 12.20 | 07.00 | 00.04 | 00.00 | 01.60 | 03.20 |

| ECHANTILLON | PROFONDEUR | CE | | HUMIDITE | | PH | |
|-------------|------------|------|------|----------|-------|------|------|
| SP1 | 0-30 | 2.81 | 2.27 | 22.56 | 22.24 | 7.56 | 7.60 |
| | | 2.04 | | 21.89 | | 7.44 | |
| | | 1.91 | | 22.27 | | 7.80 | |
| DP1 | 0-30 | 2.22 | 2.37 | 24.95 | 25.22 | 7.30 | 7.12 |
| | | 2.19 | | 25.62 | | 7.10 | |
| | | 2.70 | | 25.09 | | 6.96 | |
| DP2 | 0-30 | 2.16 | 2.40 | 24.88 | 25.84 | 7.22 | 7.27 |
| | | 2.54 | | 25.65 | | 7.12 | |
| | | 2.50 | | 26.99 | | 7.47 | |

| ECHANTILLON | PROFONDEUR | MAT ORG | |
|-------------|------------|---------|------|
| SP1 | 0-30 | 1.00 | 1.08 |
| | | 1.02 | |
| | | 1.22 | |
| DP1 | 0-30 | 0.61 | 0.55 |
| | | 0.51 | |
| | | 0.53 | |
| DP2 | 0-30 | 1.07 | 1.01 |
| | | 1.02 | |
| | | 1.03 | |

| ECHANTILLON | CE | HUMIDITE | PH |
|-------------|------|----------|------|
| SP1 | 2.27 | 22.24 | 7.60 |
| DP1 | 2.37 | 25.22 | 7.12 |
| DP2 | 2.40 | 25.84 | 7.27 |

Annexe 8 : les analyses du sol au stade épiaison (21/02/2024)

| ECHANTILLON | PROFONDEUR | CE | PH | HUMIDITE | M.ORG | MINERALIS | CAL TOTAL | CAL ACT | K2O |
|-------------|------------|------|------|----------|-------|-----------|-----------|---------|-------|
| SP1 | 0-30 | 2.23 | 7.95 | 18.8 | 0.26 | 1.42 | 12.72 | 13.0 | 26.84 |
| DP1 | 0-30 | 2.51 | 6.84 | 19.7 | 0.08 | 1.54 | 17.27 | 10.5 | 14.26 |
| DP2 | 0-30 | 2.37 | 6.77 | 19.4 | 0.13 | 1.51 | 12.72 | 17.5 | 26.84 |

| Echantillon | Cations méq/l | | | | Anions méq/l | | |
|-------------|---------------|-------|-------|-------|--------------|---------|-------|
| | Na+ | Ca ++ | Mg + | K+ | CO3 -- | HCO3 -- | Cl - |
| SP1 | 02.48 | 12.00 | 10.60 | 00.03 | 00 | 02.40 | 07.74 |
| DP1 | 02.90 | 05.40 | 07.60 | 00.00 | 00 | 01.80 | 02.52 |
| DP2 | 06.78 | 14.00 | 27.40 | 00.06 | 00 | 01.20 | 03.42 |

| ECHANTILLON | PROFONDEUR | CE | | HUMIDITE | | PH | |
|-------------|------------|------|------|----------|-------|------|------|
| SP | 0-30 | 2.32 | 2.23 | 18.78 | 18.80 | 7.91 | 7.95 |
| | | 2.14 | | 18.54 | | 7.93 | |
| | | 2.23 | | 19.08 | | 8.01 | |
| DP1 | 0-30 | 2.49 | 2.51 | 19.84 | 19.70 | 7.02 | 6.84 |
| | | 2.54 | | 19.71 | | 6.97 | |
| | | 2.50 | | 19.55 | | 6.53 | |
| DP2 | 0-30 | 2.24 | 2.37 | 19.38 | 19.40 | 7.00 | 6.77 |
| | | 2.35 | | 19.44 | | 7.02 | |
| | | 2.48 | | 19.38 | | 6.29 | |

| ECHANTILLON | CE | HUMIDITE | PH |
|-------------|------|----------|------|
| SP | 2.23 | 18.80 | 7.95 |
| DP1 | 2.51 | 19.70 | 6.84 |
| DP2 | 2.37 | 19.40 | 6.77 |

| ECHANTILLON | PROFONDEUR | MAT ORG | |
|-------------|------------|---------|------|
| SP | 0-30 | 0.22 | 0.26 |
| | | 0.27 | |
| | | 0.29 | |
| DP1 | 0-30 | 0.04 | 0.08 |
| | | 0.12 | |
| | | 0.08 | |
| DP2 | 0-30 | 0.08 | 0.13 |
| | | 0.11 | |
| | | 0.06 | |

Résumé :

Ce travail étudie l'impact des différentes doses du Polyter : 20gr /m² et 40gr/m² comparativement aux parcelles sans incorporation du poyter sur les propriétés chimiques de sol ainsi sur la production d'une variété de blé dur oued bard en conditions salines, les résultats de cette étude ont montrés que la dose de 40gr/m² du poly ter a augmenté l'humidité a régule le pH et a réduit la salinité du sol, aussi cette dose a favorisée une bonne croissance végétative , la dose de 20g/ m², a contribué a l'obtention des meilleurs nombres de talles, poids de 1000grains et le rendement paille et de grain comparativement à la dose de 40g/m². La dose de 20gr /m² est souhaitable pour l'obtention des rendements meilleurs dans les sols salins et peut contribuer à la durabilité de l'agriculture et donc économiquement plus rentable pour les agriculteurs.

Mots clé : Blé, Dose, Polyter, Salinité, Biskra.

Summary:

this study investigates the impact of different doses of Polyter: 20 gr/m² and 40 gr/m² compared to plots without Polyter incorporation on the chemical properties of the soil and on the production of a variety of durum wheat oued bard in saline conditions. The results of this study showed that the dose of 40 gr/m² of Polyter increased soil moisture, regulated pH and reduced soil salinity. This dose also favored good vegetative growth. The dose of 20 g/m² contributed to obtaining the best number of tillers, 1000-grain weight and straw and grain yield compared to the dose of 40 g/m². The dose of 20 gr/m² is desirable for obtaining the best yields in saline soils and can contribute to the sustainability of agriculture and therefore be more economically profitable for farmers.

Keywords: Wheat, Dose, Polyter, Salinity, Biskra.

ملخص

يُقدم هذا البحث دراسة حول تأثير جرعات مختلفة من بوليتر (20 جرامًا / متر مربع و 40 جرامًا / متر مربع) على في ظروف الملوحة، وذلك بالمقارنة مع قطع (bard الواحة) خصائص التربة الكيميائية وإنتاجية صنف من القمح القاسي الأرض التي لم يتم فيها دمج بوليتر. أظهرت نتائج الدراسة أن جرعة 40 جرامًا / متر مربع من بوليتر أدت إلى زيادة رطوبة التربة وتنظيم الرقم الهيدروجيني وخفض ملوحة التربة. كما ساهمت هذه الجرعة في نمو نباتي جيد. بينما ساهمت جرعة 20 جرامًا / متر مربع في الحصول على أفضل عدد من السيقان ووزن 1000 حبة وغلة القش والحبوب مقارنة بجرعة 40 جرامًا / متر مربع.

الكلمات المفتاحية: القمح ، الجرعة ، Polyter ، الملوحة ، بسكرة

