



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

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

Université Mohammed El Bachir El Ibrahimi B.B.A

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض والكون

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

قسم العلوم الفلاحية

Département des Sciences Agronomiques



# Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master  
Domaine des Sciences de la Nature et de la Vie  
Filière : Sciences Agronomiques  
Spécialité : Amélioration des plantes

## Intitulé :

**Effet de la date et de la densité de semis sur quelques paramètres morphologiques, physiologiques et productifs de deux variétés du blé dur (*Triticum durum* Desf.) dans la région semi-aride**

## Présenté par :

GUESSAM Nour El Houda & MERAKCHI Loubna

Soutenu le 24/06/2023, Devant le Jury:

	Nom & Prénom	Grade	Affiliation / institution
Président :	Mme. TABTI Dahbia	MCB	Faculté SNV-STU, Univ. De B.B.A.
Encadrant :	M. BELGUERRI Hemza	MCB	Université de B.B.A. Univ. De B.B.A.
Examineur :	M. FELLAHI Zine El Abidine	MCA	Université de B.B.A. Univ. De B.B.A.
Invité:	M. TAIBI Mourad	ING	ITGC de Sétif.

Année Universitaire 2022/2023

## ***Dédicaces***

*Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à ceux qui, quels que soient les termes embrassés, je n'arriverais jamais à leurs exprimer mon amour sincère.*

*A l'homme, mon précieux offre du dieu, qui doit ma vie, ma réussite, et tout mon respect, mon père Guessam Hocine*

*A la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non-âmes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse, mon adorable mère Saida.*

*A mes chères sœurs : Sofia et Lydia qui n'ont pas cessé de me conseiller, encourager et soutenir tout au long de mes études, Que dieu les protège et leurs offre la chance et le bonheur.*

*A mon petit frère Anis, qui sait toujours comment procurer la joie et le bonheur pour toute la famille.*

*A mon grand-père AYADAT MOHAMED, رحمه الله*

*A ma grand-mère, mes oncles et mes tantes, Qu'ALLAH leur donne une longue et heureuse vie.*

*A tous les amis que j'ai connu jusqu'à maintenant :Bilel, Nihed, Loubna, Aymen, Rafik, Saphir et Oussama.*

*Merci pour leurs amours et leurs encouragements.*

*Sans oublier mon binôme Merakchi Loubna, pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce mémoire.*

***katia***

## *Dédicace*

À mes parents **Kamel** et **Lebibat Saïda**, mes sœurs **Manel** et **Ahlem**, mon fils **Mohamed**, mes **grands-parents Ahmed** et **Daouia**, à ma tante **Salima**. Je vous suis profondément reconnaissant pour votre amour inconditionnel, votre soutien constant et votre encouragement tout au long de cette période intense de recherche. Votre présence et vos encouragements ont été une source d'inspiration et de motivation. Merci d'avoir cru en moi et de m'avoir soutenu à chaque étape de ce parcours. Votre soutien émotionnel et votre compréhension ont été essentiels pour mon travail et de persévérer face aux défis.

À mon cher mari **ABBOU RIADH**, tu es mon compagnon de vie et mon meilleur ami. Ta présence à mes côtés a illuminé chaque instant de cette aventure. Tu m'as soutenue avec une tendresse infinie, une écoute sans failles et une patience inébranlable. Tu as été mon plus grand soutien, me prodiguant des encouragements et des mots d'encouragement lorsque le doute s'installait. Tu as cru en moi et en mes capacités plus que quiconque, me poussant à donner le meilleur de moi-même. Ton amour inconditionnel et ton soutien constant ont été ma force, ma motivation et ma source de réconfort. Je ne pourrais pas demander un meilleur partenaire de vie.

À mon extraordinaire ami **Traikia Dalel**, qui est toujours là pour moi. À toute la famille **Merakchi, Lebibat** et **Abbou** et aussi mon oncle **Aziz**.

Toute ma gratitude à mes collègues de promotion, spécialement **Nihad, Rayan, Katia, Amina, Ichrak, Dallal, Rahil, Khaoula, Rania, Chachou**.

À toutes les personnes que je connais et je n'ai pas cité.

**LOUBNA**

## **Remerciement**

*Nous tenons à remercier ALLAH le tout puissant de nous avoir donné la patience, la santé et le courage pour finir ce travail.*

*Nous tenons à remercier profondément notre encadreur **Dr. BELGUERRI Hemza** pour leur guidance experte, leur soutien inestimable et leur engagement continu ont été d'une valeur incommensurable tout au long de cette recherche. Leur expertise et leur connaissance approfondie ont éclairé notre cheminement et ont contribué de manière significative à l'avancement de nos travaux.*

*Nous tenons également à remercier les membres du jury **Dr. FELLAHI Zine El Abidine** et **Dr. TABTI Dahbia** pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant de siéger à notre soutenance, veuillez trouver dans ces pages une infime partie de nos infinies reconnaissances.*

*Nous tenons à remercier tous les professeurs qui nous ont aidé et nous ont assisté durant les 5 années d'études.*

*À nos chers collègues, vous avez partagé avec nous des moments uniques et mémorables tout au long de notre parcours universitaire. Votre présence, votre soutien et votre amitié sont inestimables.*

*Notre respect et gratitude.*

## Table des matières

**Dédicaces**

**Remerciement**

**Liste des tableaux**

**Liste des figures et photos**

**Liste des abréviations**

<b>INTRODUCTION</b> .....	1
<b>2. Matériel et méthodes</b> .....	3
2.1. Présentation du site d'expérimentation.....	3
2.1.1. Situation géographique .....	3
2.1.2. Conditions climatiques .....	3
2.1.2.2. Température .....	4
2.1.3. Nature du sol de l'exploitation .....	5
2.3.1. Caractéristique des variétés utilisées .....	6
<b>3. Résultats et discussions</b> .....	11
3.1. Paramètres morphologiques .....	11
3.1.1. Analyse de la variance .....	11
3.1.2. Etudes des valeurs moyennes .....	12
3.1.2.1. Nombre de plants par m <sup>2</sup> .....	12
3.1.2.2. Hauteur des plantes.....	12
3.1.2.3. Nombre de talle/m <sup>2</sup> .....	13
3.1.2.3. Surface foliaire.....	14
3.1.2.4. Evolution de la couverture végétale .....	15
3.2. Paramètres physiologiques .....	16
3.2.1. Teneur en chlorophylle .....	16
3.2.1.1. Analyse de la variance .....	16
3.2.1.2. Etudes des valeurs moyennes .....	16
3.3. Paramètres productifs .....	17
3.3.1. Nombre d'épis /m <sup>2</sup> .....	17

3.3.1.1. Analyse de la variance .....	17
3.3.1.1.Etudes des valeurs moyennes .....	17
3.4. Corrélation entre les paramètres étudiés .....	19
<b>4. Conclusion .....</b>	<b>21</b>
<b>5. Références bibliographiques.....</b>	<b>23</b>

## **Résumé**

## Liste des tableaux

<b>Tableau 01:</b> Carré moyen de l'analyse de la variance des caractères morphologiques (plantes levées /m <sup>2</sup> , la hauteur des plantes, nombre de talle/m <sup>2</sup> et la surface foliaire).....	18
<b>Tableau 05 :</b> Carré moyen de l'analyse de la variance de la teneur en chlorophylle.....	25
<b>Tableau 07 :</b> Carré moyen de l'analyse de la variance du nombre d'épi/m <sup>2</sup> .....	28
<b>Tableau 09 :</b> Coefficients de corrélation estimés entre les variables mesurés.....	31

## Liste des figures et photos

<b>Figure 01</b> : Moyenne mensuelle des pluviométries et de l'humidité de l'air pour la région de Sétif durant la campagne 2022/ 2023.....	09
<b>Figure 02</b> : Températures minimale, maximale et moyenne mensuelles pour la région de Sétif durant la campagne 2022- 2023.....	11
<b>Figure 03</b> : Dispositif expérimental adopté dans cette étude.....	14
<b>Figure 04</b> : Effet des trois facteurs étudiés sur le nombre des plantes levées par m <sup>2</sup> ....	20
<b>Figure 05</b> : Effet des trois facteurs étudiés sur la hauteur des plantes (HT).....	21
<b>Figure 06</b> : Effet des trois facteurs étudiés sur Le nombre de talle/m <sup>2</sup> .....	22
<b>Figure 07</b> : Effet des trois facteurs étudiés sur la surface de feuille étandard, .....	23
<b>Figure 08</b> : Effet de la date de semis sur l'évolution de la couverture végétale.....	23
<b>Figure 09</b> : Effet de la densité de semis et de la variété sur l'évolution de la couverture végétale.....	24
<b>Figure 10</b> : Effet des trois facteurs étudiés sur la teneur en chlorophylle, .....	26
<b>Figure 11</b> : Effet des trois facteurs étudiés sur le nombre d'épi/m <sup>2</sup> .....	29
<b>Photo 01</b> : Mesure de la teneur en chlorophylle des feuilles en utilisant le chlorophylle-mètre type CCM-200.....	16

## Liste d'abréviations

**BNEDER** : Bureau National d'Etude et de Développement Rural

**Chl** : Chlorophylle.

**CIMMYT** : Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (Centre international pour l'amélioration du maïs et du blé )

**FAO**: Food and Agriculture Organisation of the United Nations

**HT** : Hauteur de la plante en cm

**ICARDA** : International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (Centre International de Recherche Agricole Dans les Zones Arides)

**ITGC** : Institut Technique des Grandes Cultures

**NE** : Nombre d'épis

**NP** : Nombre de plants

**NT** : Nombre de talles

**RDT** : Rendement

**SF** : surface foliaire

**Tmax** : Température maximale

**Tmin** : Température minimale

**Tmoy** : Température moyenne

### INTRODUCTION

Les céréales sont des plantes cultivées dont les grains, surtout réduits en farine, servent à l'alimentation des animaux domestiques et de l'homme, et qui peuvent aussi être récoltées avant la maturité des grains pour servir de paille et de fourrage. La plupart des céréales sont le blé, orge, avoine, seigle, maïs et riz ...etc.

Selon les données de **FAOSTAT (2017)**, la production Algérienne en céréales a été estimée par le gouvernement à environ 3,5 millions de tonnes, soit 5 % de plus que la récolte de 2016 et 17 % de moins que la moyenne quinquennale précédente (2012-2016). Quelque 2,35 millions d'hectares ont été plantés avec des céréales d'hiver qui ont été récoltées en 2017, contre 2,2 millions d'hectares plantés la saison précédente. Le blé dur est l'une des principales cultures alimentaires en Algérie, donc c'est pour ça il occupe une place de choix dans l'alimentation des populations algériennes, ça veut dire c'est un aliment de base, et sa production et son amélioration sont des enjeux importants pour assurer la sécurité alimentaire et le développement agricole du pays (**Megherbi et al., 2012**). La connaissance des variétés, des exigences de culture, des maladies et des moyens de mise en place et conduite de la culture est essentielle pour améliorer la production et la qualité du blé dur en Algérie.

Les faibles rendements de blé dur en Algérie sont dus à diverses raisons, notamment une pluviométrie insuffisante et aléatoire, et aux diverses pratiques culturales. En effet, pour obtenir un rendement optimal et durable, il est donc important que les agriculteurs appliquent les bonnes pratiques agronomiques recommandées, telles que le choix de la variété, la période de semis, la densité de semis, le raisonnement de la fertilisation, la gestion des maladies et des ravageurs, etc. Cela permettra non seulement d'améliorer les performances de la culture (**Djennadi et Ait 2006**), mais aussi de réduire les impacts négatifs sur l'environnement et de garantir une production saine et de qualité.

La densité de semis est un paramètre crucial dans la réussite de la culture des céréales. Elle signifie le nombre de graines à semer par unité de surface (**ITGC, 2013**), elle est influencée par plusieurs facteurs tels que la période de semis, le type de sol et l'objectif de peuplement visé.

La date de semis du blé peut avoir un effet significatif sur le rendement et la qualité de la récolte. En général, le moment optimal pour semer le blé varie en fonction de la région, du climat et du type de sol. Les semis précoces peuvent permettre au blé de

bénéficier d'une période de croissance plus longue, ce qui peut se traduire par un rendement plus élevé (**Sattar et al.,2010**); (**Oulmi et al., 2022**).Cependant, semer trop tôt peut également exposer le blé à des risques de gelées tardives ou de maladies. Les semis tardifs peuvent entraîner une maturation plus tardive du blé, ce qui peut réduire la qualité de la récolte en raison de la baisse de la teneur en protéines et de la perte de poids des grains. Les semis précoces peuvent exposer le blé à des maladies du sol, telles que la pourriture des racines, qui peuvent entraîner une réduction du rendement. Les semis tardifs, quant à eux, peuvent augmenter le risque d'attaques de maladies fongiques, qui peuvent également réduire le rendement et la qualité (**Arduini et al.,2009**). Les semis précoces peuvent permettre au blé de développer un système racinaire plus profond, qui peut absorber l'eau et les nutriments plus efficacement. Cela peut réduire le stress hydrique du blé pendant les périodes de sécheresse.

L'objectif de cette étude vise à évaluer l'effet de la date et de la densité de semis sur quelques paramètres morphologiques, physiologiques et productifs de deux variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf), (Boussellem et Oued El Bared) dans la zone semi-aride des hauts plateaux.

### **1. Matériel et méthodes**

#### **1.1. Présentation du site d'expérimentation**

##### **1.1.1. Situation géographique**

L'expérimentation a été conduite au niveau de la ferme expérimentale de l'Institut Technique des Grandes Cultures (ITGC), située à 4 km au sud-ouest de la ville de Sétif. Le site expérimental se trouve en partie dans la petite vallée de l'oued Boussalle, et l'essai a été mis en place au niveau du lieu-dit Rmada, aux coordonnées géographiques  $36^{\circ} 08' 16'' \text{N}$ ,  $5^{\circ} 20' 47'' \text{E}$ , à une altitude de 952m.

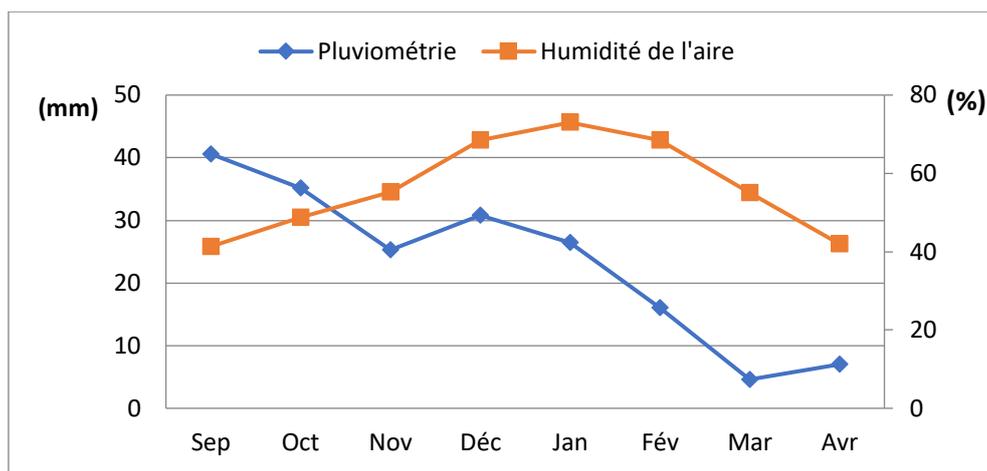
##### **1.1.2. Conditions climatiques**

Le site est soumis au régime climatique des hauts plateaux qui se caractérisent par des hivers froids, une pluviométrie irrégulière, des gelées printanières très fréquentes et des vents chauds et desséchants en fin de cycle des céréales.

###### **1.1.2.1. La pluviométrie**

La pluviométrie est déterminée par la quantité de pluie accumulée et par le taux d'humidité mensuelle. En Algérie la production céréalière est étroitement liée aux quantités de pluies tombées, et à leur répartition dans le temps. Dès la germination, l'eau se comporte en facteur limitant de la croissance, les besoins en eau durant le cycle de développement sont en fonction des stades végétatifs et des conditions climatiques (**Bouasla, 2001**).

Au cours de la campagne agricole 2022-2023, la variation saisonnière des précipitations est très marquée (Figure 01). De septembre à Avril, le cumul des précipitations est de 169 mm. La répartition saisonnière révèle que 101 mm sont enregistrées en période automnale, 73,2 en période hivernale et 8,1 mm en période printanière. Le mois le plus sec est le mois du Mars avec un cumul de 4,6 mm par contre les mois les plus pluvieux sont Septembre et Octobre avec des cumuls de 40,60 mm et 35,10 mm, respectivement (Figure 01).



**Figure 01** : Moyenne mensuelle des pluviométries et de l'humidité de l'air pour la région de Sétif durant la campagne 2022/ 2023 (OGIMET, 2023).

Au cours de la campagne agricole 2022-2023, la variation saisonnière des précipitations est très marquée (Figure 01). De septembre à Avril, le cumul des précipitations est de 169 mm. La répartition saisonnière révèle que 101 mm sont enregistrées en période automnale, 73,2 en période hivernale et 8,1 mm en période printanière. Le mois le plus sec est le mois du Mars avec un cumul de 4,6 mm par contre les mois les plus pluvieux sont Septembre et Octobre avec des cumuls de 40,60 mm et 35,10 mm, respectivement (Figure 01).

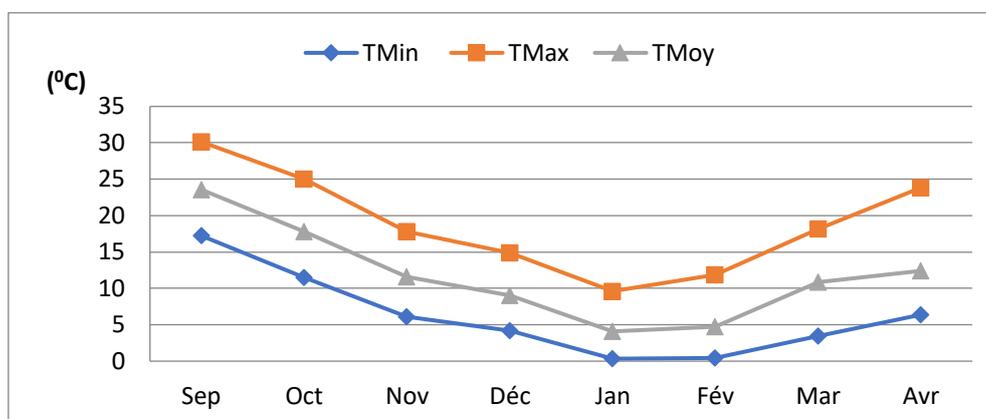
Le taux d'humidité confirme que la nature du climat de cette région est sec dans cette période en été et en automne avec des valeurs comprises entre 40 et 50 % et humide durant les périodes hivernale et une bonne partie de la période printanière avec des valeurs allant de 68 à 73 %.

### 1.1.2.2. Température

Le rythme de développement des blés est affecté par les effets des températures élevées, après la floraison, les températures supérieures à 30°C sont néfastes pour le stockage des assimilés et la qualité des grains (Baldy, 1986).

Les températures moyennes mensuelles de la campagne agricole 2022/2023 varient de 4°C à 24°C. On note bien une baisse continue de température moyenne mensuelle du mois de Septembre jusqu'au mois de Décembre (Figure 02), Les températures minimales indiquent que les mois les plus froids sont Janvier et Février qui accusent les plus basses valeurs 0,34°C et 0,4°C respectivement (Figure 02). Les

températures maximales sont repérées au début de Septembre (30.13°C) et pendant les mois du Mars et Avril (18°C et 23°C respectivement).



**Figure 02 :** Températures minimale, maximale et moyenne mensuelles pour la région de Sétif durant la campagne 2022- 2023 (OGIMET de Sétif, 2023).

### 1.1.3. Nature du sol du site expérimental

D’après le bureau national d’étude et de développement rural (BNEDER, 2023), les sols de l’essai est caractérisés par une texture limono-sableux, de pH alcalin, avec une teneur en calcaire total, supérieure à 35%. Le calcaire actif est de 18.4% Et la matière organique de 2,6%. Le sol est caractérisé par une capacité au champ de 25%.

### 1.2. Installation de l’essai

Le labour profond des parcelles réservées aux programmes des activités d’agrotechnie, a été réalisé le 02.02.2022. Deux passages de Cover-Crop ont été réalisés au mois d’octobre le premier le 29.05.2022 et le deuxième en 23.10.2022. Une application du fertilisant de fond a été réalisé en Novembre (06.11.2022) par le NPK (N=40%, P=20%, K=25%) à raison de 70 kg/ha. Le lit de semences a été réalisé avant le semis en date de 08/11/2022 avec des herses. Le désherbage chimique a été réalisé le 26/03/2023 en utilisant l’herbicide chimique utilisant le Mustong à raison de 0,6 L/ha, et le Topik à raison de 0,75 l / ha.

### 1.3. Matériel végétal

L’étude est portée sur deux variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) Boussellam et Oued El Bared.

### 1.3.1. Caractéristique des variétés évaluées

#### A) Boussellam

Selon le catalogue officiel des variétés et des espèces cultivées en Algérie, la variété Boussellam est une variété caractérisée par un poids de mille grains élevé dont la couleur de ses grains est jaune -clair. L'épi est blanc avec une forme en vue de profil pyramidal et une barbe noire. Le cycle végétatif est mi tardif avec un fort tallage. C'est une variété qui résiste aux maladies et tolère le froid, la sécheresse et la verse. Cette variété est une lignée pure originaire de l'ICARDA- CIMMYT et sélectionné au niveau de la ferme de démonstration et de production de semences de Sétif.

#### B) Oued El Bared

Selon le catalogue officiel des variétés et des espèces cultivées en Algérie, la variété Oued El Bared est caractérisée par un poids de mille grains élevé dont la couleur des grains est jaune-clair. L'épi est blanc avec une forme pyramidale et une barbe noire. Le cycle végétatif est précoce. Tolère le froid, la sécheresse et la verse. C'est une nouvelle variété de blé dur homologuée et inscrite au catalogue officiel du 09 Octobre 2016, obtenue par le croisement de deux variétés de blé dur : Gtadur X Ofanto.

### 1.4. Dispositif expérimental

Les deux variétés, combinées à deux dates de semis, ont été semées avec quartes densités de semis dans un dispositif en blocs complètement randomisés, aménagé en split-plot, avec 04 répétitions (Figure 03), sur un précédent cultural en l'occurrence une jachère travaillée. Trois facteurs ont été étudiés :

**Facteur 1** : la date de semis en parcelles principales.

**Facteur 2** : la densité de semis.

**Facteur 3** : la variété du blé dur

#### Les niveaux de facteurs

##### Dates de semis

**D1** : le 10.11.2022

**D2** : le 06.12.2022

**D3** : le 04.01.2023

##### Densité de semis

DN1 : 250 graines/m<sup>2</sup> ;

DN2 : 300 graines/m<sup>2</sup> ;

DN3 : 350 graines/m<sup>2</sup> ;

DN4 : 400 graines/m<sup>2</sup>.

**La variété du blé dur**

V1 : Boussellam

V2 : Oued elbared

Pour calculer la dose à l'hectare, le poids de mille grains et la faculté germinative sont pris en considération.

Dimensions de la parcelle élémentaire : 1,2 m X 10 m =12 m<sup>2</sup>.

Dimensions de la parcelle de l'essai : (1,2 mx10 m x 24 traitements x 4 répétitions) = 1152m<sup>2</sup>.

<b>3<sup>ème</sup> Date</b> <b>Mercredi</b> <b>04/01/2023</b>	V1d3	V1d2	V2d1	V1d4	V1d1	V2d4	V2d2	V2d3
	V2d4	V2d1	V2d3	V2d2	V1d4	V1d1	V1d3	V1d2
	V2d2	V2d4	V1d4	V1d1	V2d1	V2d3	V1d3	V1d2
	V2d4	V2d2	V2d3	V1d3	V1d2	V2d1	V1d4	V1d1

<b>2<sup>ème</sup> Date</b> <b>Mardi</b> <b>06/12/2022</b>	V1d3	V1d2	V2d1	V1d4	V1d1	V2d4	V2d2	V2d3
	V2d4	V2d1	V2d3	V2d2	V1d4	V1d1	V1d3	V1d2
	V2d2	V2d4	V1d4	V1d1	V2d1	V2d3	V1d3	V1d2
	V2d4	V2d2	V2d3	V1d3	V1d2	V2d1	V1d4	V1d1

<b>1<sup>ère</sup> Date</b> <b>Jeudi</b> <b>10/11/2022</b>	V1d3	V1d2	V2d1	V1d4	V1d1	V2d4	V2d2	V2d3
	V2d4	V2d1	V2d3	V2d2	V1d4	V1d1	V1d3	V1d2
	V2d2	V2d4	V1d4	V1d1	V2d1	V2d3	V1d3	V1d2
	V2d4	V2d2	V2d3	V1d3	V1d2	V2d1	V1d4	V1d1

**Figure 03** : Dispositif expérimental adopté dans cette étude.

### 1.5. Le semis

Le semis a été effectué à l'aide d'un semoir en ligne expérimental sur la surface de l'essai :

**La variété V1** : Boussellam

Poids de mille grains : 34 g ;

Faculté germinative : 90 %

**La variété V2** : Oued Elbared

Poids de mille grains : 32 g ;

Faculté germinative : 89 %

### **1.6. Mesures et notations effectuées**

L'étude des deux variétés de blé dur en fonction des trois dates et quatre densités de semis est basée sur les mesures et notations faites au cours de la période végétative. Les variables mesurées sur chacune des variétés ont été déterminées sur un échantillon de végétation d'un mètre linéaire au niveau des parcelles élémentaires. Les valeurs obtenues sont ramenés à l'unité de surface (mètre au carré).

#### **1.6.1. Paramètres morphologiques**

##### **1.6.1.1. Nombre de plants levés par m<sup>2</sup>**

Après la levée de la majorité des plantes et au stade trois - quatre feuilles, un comptage de plants levés a été réalisé sur un mètre linéaire puis rapporté au mètre carré.

##### **1.6.1.2. Nombre des talles par m<sup>2</sup>**

Le comptage du nombre de talles est réalisé au stade fin tallage pour chaque traitement de semis sur un mètre linéaire, rapporté ensuite au mètre carré.

##### **1.6.1.3. Hauteur de la plante (HT) en cm**

La hauteur de la plante est mesurée à maturité juste avant la récolte de la culture. Elle est prise en cm du sol à la strate moyenne des épis par plante et / ou par parcelle élémentaire.

##### **1.6.1.4. La surface foliaire cm<sup>2</sup>**

La longueur et la plus grande largeur de la feuille étendard ont été mesurées au stade épiaison sur un échantillon de trois feuilles par traitement et par répétition la surface moyenne de la feuille (SF en cm<sup>2</sup>) est estimé selon **Spagnoliti-zeuli et Qualset (1990)** par :

$$SF (cm^2) = 0.749 \times (L \times l)$$

Où :

**L** : longueur moyenne de la feuille étendard (cm).

**l** : la plus grande largeur moyenne de la feuille étendard (cm).

**0.749** : coefficient de régression.

### **1.6.1.5. La couverture végétale**

Désigne la végétation, toutes strates confondues, recouvrant dans un espace donné, le sol de manière permanente ou temporaire. On a utilisé l'application : CANAPEO. Cette application a été créée par **Tyson Ochsner (2015)**, fils d'un éleveur et enseignant à l'université d'Oklahoma State. C'est une application révolutionnaire permettant d'évaluer l'état de la végétation à partir d'une simple photo. Cette innovation technologique est le fruit de sa passion pour l'agriculture et de son expertise en tant qu'enseignant universitaire.

Grâce à CANAPEO, les agriculteurs et les chercheurs peuvent désormais obtenir rapidement et facilement des informations précises sur la santé et le développement des cultures (**Morales et al, 2015**). L'application utilise des algorithmes sophistiqués qui analysent les images ou les vidéos pour mesurer les couvertures végétales.

### **1.6.2. Paramètres physiologiques**

#### **1.6.2.1. La teneur en chlorophylle**

La chlorophylle est le pigment vert présent dans les plantes, responsable de la photosynthèse. La teneur en chlorophylle a été déterminé au niveau des feuille au stade épiaison à l'aide d'un chlorophylle-mètre portable de type CCM-200 (Photo 01), cet appareil est conçu pour prendre des mesures rapides sur des échantillons de feuilles intactes, deux lectures sont réalisé par traitement et par répétition.



**Photo 01** : Mesure de la teneur en chlorophylle des feuilles en utilisant le chlorophylle-mètre type CCM-200.

### **1.6.3. Composantes du rendement**

#### **1.6.3.1. Nombre des épis par m<sup>2</sup>**

Le nombre des épis est déterminé par comptage des épis d'un mètre linéaire du puis reporté en m<sup>2</sup>.

### **1.7. Analyse des données**

Les données collectées à partir de l'expérimentation ont été traitées avec le logiciel statistique COSTAT (version 6.400). pour l'analyse combinée de la variance à trois facteurs. Les valeurs moyennes sont groupées à l'aide du test de la plus petite significative (Ppds), au seuil 5 %. Les graphiques et la matrice de corrélation ont été élaborés à l'aide du logiciel statistique STATISTICA (version 8.0).

2. Résultats et discussion

2.1. Paramètres morphologiques

2.1.1. Analyse de la variance

L'analyse de variance indique un effet hautement significatif de la date de semis sur les paramètres morphologiques étudiés (le nombre de plante levée, le nombre de talles par mètre au carré et la hauteur des plantes. La densité de semis a eu un effet hautement significatif à significatif sur le nombre de plante levées et le nombre de talles par mètre au carré respectivement. La surface foliaire n'a pas été influencée significativement par ces deux facteurs. Le facteur variété a eu un effet significatif sur le nombre de plante levée ainsi que la surface foliaire.

**Tableau 03:** Carré moyen de l'analyse de la variance des caractères morphologiques (plantes levées /m<sup>2</sup>, la hauteur des plantes, nombre de talle/m<sup>2</sup> et la surface foliaire).

SV	DDL	NP	NT	HP	SF
Bloc	3	4379,2 <sup>ns</sup>	14785,7 <sup>ns</sup>	62,2 <sup>ns</sup>	4,22 <sup>ns</sup>
<b>Effet moyen</b>					
Date de semis	2	<b>148183***</b>	<b>1758232***</b>	<b>2156,8***</b>	0,982 <sup>ns</sup>
Variété	1	<b>15000**</b>	6419 <sup>ns</sup>	14,3 <sup>ns</sup>	<b>36,803*</b>
Densité de semis	3	<b>34615***</b>	<b>89409*</b>	29,6 <sup>ns</sup>	3,181 <sup>ns</sup>
<b>Interaction</b>					
Date de semis*Variété	2	3727 <sup>ns</sup>	1389 <sup>ns</sup>	18,3 <sup>ns</sup>	0,697 <sup>ns</sup>
Date de semis*Densité de semis	6	2799 <sup>ns</sup>	35882 <sup>ns</sup>	5,7 <sup>ns</sup>	8,829 <sup>ns</sup>
Variété*Densité de semis	3	1988 <sup>ns</sup>	10350 <sup>ns</sup>	37,1 <sup>ns</sup>	4,757 <sup>ns</sup>
Date de semis*Variété*Densité de semis	6	1606 <sup>ns</sup>	9030 <sup>ns</sup>	23,7 <sup>ns</sup>	9,851 <sup>ns</sup>
Erreur	72	1925 <sup>ns</sup>	23314 <sup>ns</sup>	38,1 <sup>ns</sup>	5,846 <sup>ns</sup>
Total	95				

SV : Source de variation, HP : hauteur des plantes (cm), NP : nombre de plante levés /m<sup>2</sup>, NT : nombre de talles /m<sup>2</sup>, SF : surface foliaire (cm<sup>2</sup>) ns, \*, \*\* et \*\*\* : effets non significatif et significatif aux seuils de probabilité de 5%, 1% et 0,1%, respectivement.

2.1.2. Etudes des valeurs moyennes

2.1.2.1. Nombre de plants par m<sup>2</sup>

Le nombre des plants levés par mètre carré a été affecté significativement par la date de semis dont le semis du mois de Décembre (D2) a donné une moyenne de 252,3 plante /m<sup>2</sup> suivi par le semis précoce du mois de novembre (D1) qui a donné un moyen de 205,6 plante/ m<sup>2</sup> , le semis tardif du mois de Janvier (D3) a enregistré la valeur la plus faible dont le nombre des plante levé n’a pas dépassé les 118,3 plante/m<sup>2</sup> (Figure 04).

Le taux de levée est due principalement au taux de germination qui a son tour influé par la température dont une baisse de ce dernier paramètre entre les 03 dates de semis affecte négativement le nombre des plantes levées, résultats corroborent au ceux de **Gardner et al, (1985). Benjamin (1990) et Stewart et al, (1990) et Settari et al, (2010)** ont signalé que les baisses températures durant la germination ont un effet néfaste sur l’établissement de la production et le rendement. Le taux de levée est aussi influé par, l’humidité de sol dont, à partir du mois de Janvier on a enregistré une période de sécheresse qui s’est étalé jusqu’au mois de Mai, ce qui a eu des conséquence néfaste sur le nombre des plantes levées du semis tardif (D3) (**Abdellaoui et al., 2011**).

Ce paramètre a été influé aussi par la densité de semis appliquée, dont une densité de semis plus élevée augmente le nombre des plantes levées par mètre carré avec des valeurs moyennes de 142, 188, 204 et 233 plante/m<sup>2</sup> respectivement pour les quatre densité adoptées DN1, DN2, DN3 et DN4 (Figure 04 ).

En comparant les variétés cultivées (V1 Boussellem et V2 Oued El Bared), on a constaté des différences significatives d’où la variété Oued El Bared a donné une valeur moyenne de 205 plants/m<sup>2</sup> valeur dépassant celle obtenue chez la variété Boussellem 180 plants/m<sup>2</sup> (Figure 05).

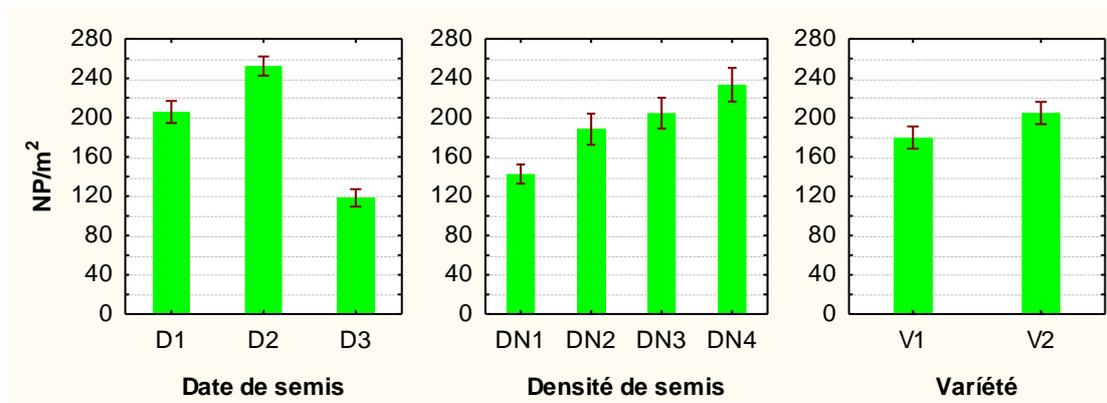


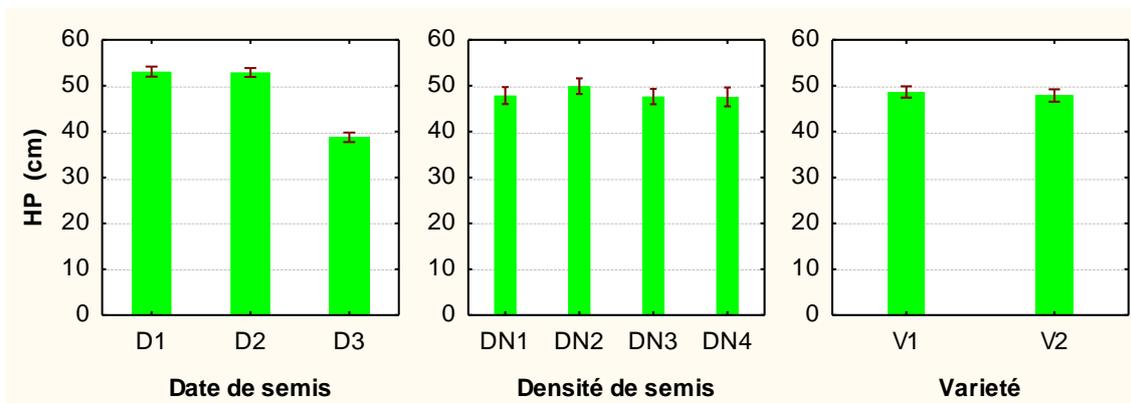
Figure 04 : Effet des trois facteurs étudiés sur le nombre des plantes levées par m<sup>2</sup>.

2.1.2.2. Hauteur des plantes

Le semis précoce (Novembre et Décembre) a eu un effet positif sur la croissance végétative représentée par la hauteur des plantes dont on a enregistré une moyenne de 53 cm contrairement au semis tardif (Janvier) qui a donné des valeurs plus basses de l'ordre de 38 cm (Figure 05), résultats similaires aux ceux trouvés par **Inamullah et al, (2007)**, **Yadi et al, (2016)**, **Ahmed (2021)** et **Oulmi et al, (2022)** qui ont signalé que le semis tardif diminue significativement la hauteur des plantes, Comme le blé est une plante déterminé par le port de croissance il arrête sa croissance végétative en termes de la hauteur des plantes pour produire les épis après avoir satisfait leurs besoins photopériodiques (**Hatam, 1994**) (**Inamullah et al, 2007**).

La densité de semis n'a pas eu un effet claire et significatif sur ce paramètre cependant on a enregistré une tendance que les densités de semis les plus élevées donnent des plantes plus hautes, ce qui corrobore les résultats obtenues par **Yadi et al, (2016)**, le facteur variété n'a pas eu un effet significatif sur ce paramètre.

Il est convenable de noter que ce paramètre a été affecté considérablement par les conditions climatiques qui caractérisent la zone d'étude durant cette campagne, dont dans un même essai de l'année 2022 on a trouvé des hauteurs des plantes allant jusqu'à 95 cm.

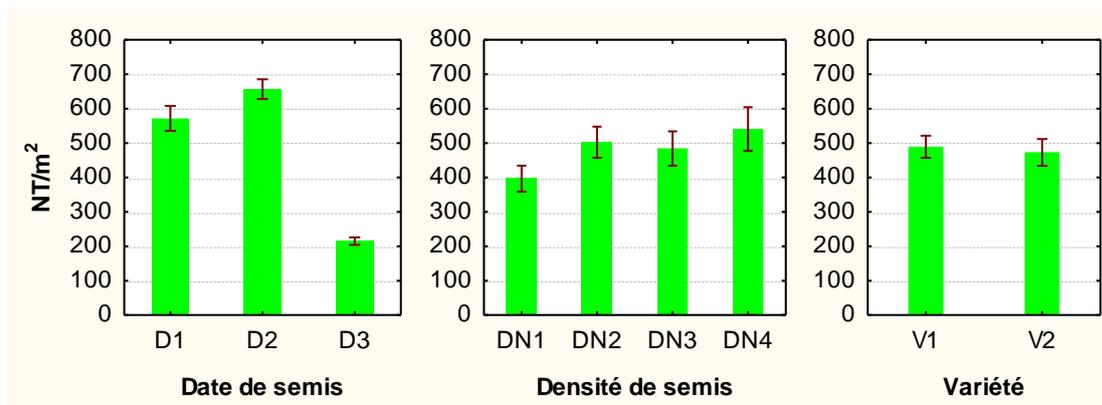


**Figure 05** : Effet des trois facteurs étudiés sur la hauteur des plantes (HT).

### 2.1.2.3. Le nombre de talles/m<sup>2</sup>

La date de semis a eu un impact significatif sur le nombre de talles par mètre carré. Les semis réalisés en novembre et décembre ont donné des moyennes de 571 et 657 talles respectivement, valeurs supérieures à celle du semis effectué plus tard en janvier, où le nombre de talles n'a pas dépassé 215 talles par mètre carré. Selon **Wajid et al. (2004)**, il existe une corrélation positive entre le nombre de talles et le nombre de plantes levées. Ainsi, une levée plus élevée, qui correspond à une date de semis précoce, augmente le nombre de talles.

L'augmentation de la densité de semis a également eu un effet positif et significatif sur le nombre de talles. Les densités DN4 et DN2 (400 et 250 grains/m<sup>2</sup>) ont enregistré respectivement 540 et 502 talles par mètre carré, suivies de près par la densité DN3 avec une moyenne de 484 talles par mètre carré. La densité la plus faible, DN1, a donné le nombre de talles le plus bas avec une moyenne de 396 talles par mètre carré. Ces résultats sont similaires à ceux trouvés par **Wajid et al. (2004)**. En calculant le nombre de talles par plante levée, on constate que l'augmentation de la densité de semis réduit le nombre de talles par plante.



**Figure 06** : Effet des trois facteurs étudiés sur le nombre de talles/m<sup>2</sup>.

#### 2.1.2.4 Surface foliaire

Selon les données présentées dans le figure 07, la surface de feuille étandard n'a pas été significativement affectée par la date de semis ni par la densité de semis. Cependant, il convient de noter que ce paramètre est significativement plus élevé chez la variété Oued El Bared (V2), avec une moyenne de 8,2 cm<sup>2</sup>, par rapport à la variété Boussellam, qui présente une moyenne de 7 cm<sup>2</sup>. La moyenne globale de la surface de feuille étandard est de 7,6 cm<sup>2</sup>, une valeur inférieure aux caractéristiques morphologiques des deux variétés étudiées dans des conditions climatiques favorables. Cela démontre l'effet drastique de la sécheresse sur ce paramètre, sachant que la surface foliaire joue un rôle crucial dans la résistance à la sécheresse, car une surface foliaire plus élevée entraîne une perte d'eau plus importante par transpiration par rapport à une surface foliaire réduite (**Belkharchouche et al., 2009**).

Ainsi, une variété comme Boussellam qui présente une surface foliaire réduite perd moins d'eau et adopte donc une stratégie d'évitement, ce qui lui permet de maintenir un potentiel hydrique élevé (**Belhassen et al., 1995**).

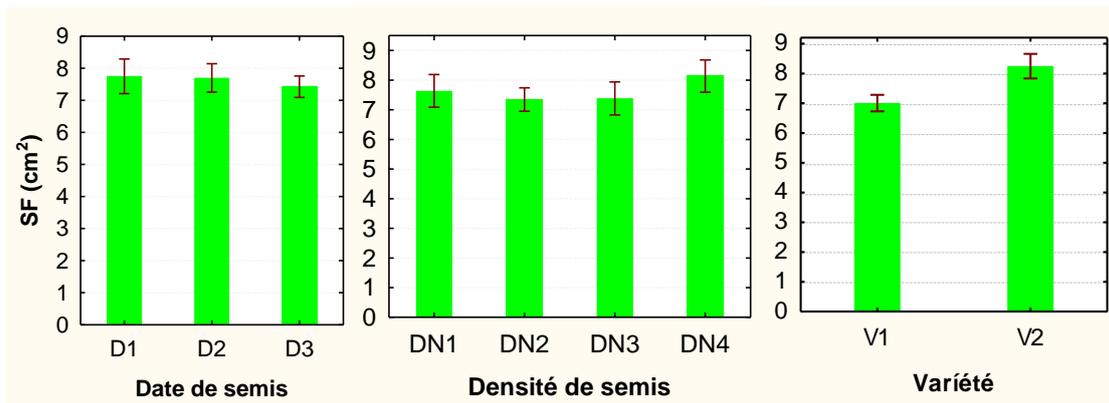


Figure 07 : Effet des trois facteurs étudiés sur la surface de feuille étandard.

### 2.1.2.5 Evolution de la couverture végétale

L'évolution de la couverture végétale, mesurée à l'aide de l'application "Canopeo", révèle des valeurs plus élevées au stade de tallage pour les dates de semis D1 et D2, lorsque la période de sécheresse n'était pas encore installée. En revanche, le semis tardif D3 a été affecté par le stress hydrique dès la levée, ce qui se traduit par des valeurs très faibles au stade de tallage. À partir du stade de montaison, les trois dates de semis ont été impactées par les conditions climatiques défavorables.

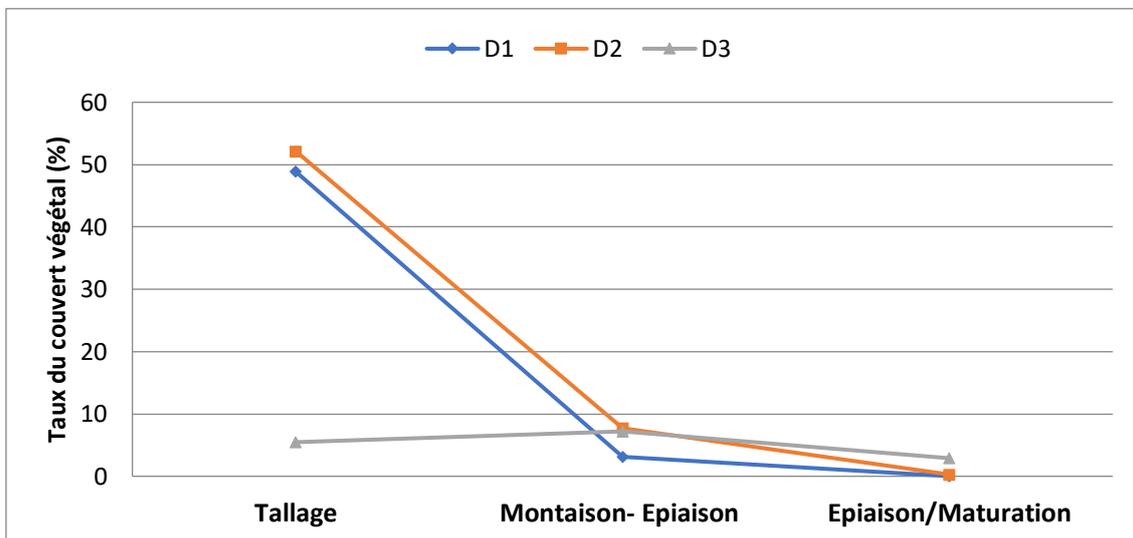


Figure 08 : Effet de la date de semis sur l'évolution de la couverture végétale.

Les facteurs de densité et de variété n'ont pas eu d'effet significatif sur l'évolution de la couverture végétale à tous les stades de développement. Les quatre densités ont

montré le même comportement en ce qui concerne l'évolution de la couverture végétale, de même que les deux variétés étudiées (Figure 09).

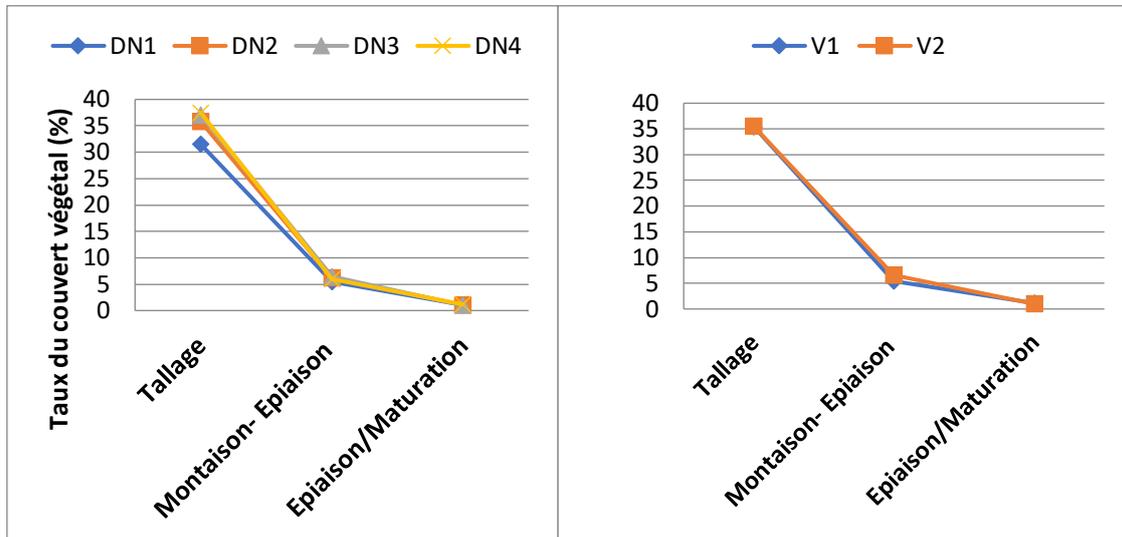


Figure 09 : Effet de la densité de semis et de la variété sur l'évolution de la couverture végétale.

## 2.2. Paramètres physiologiques

### 2.2.1. Teneur en chlorophylle

#### 2.2.1.1. Analyse de la variance

L'analyse de variance a révélé des différences hautement significatives dues à la date de semis et à la variété utilisée concernant le taux de chlorophylle. En revanche, la densité de semis n'a pas eu d'impact significatif sur ce paramètre. Aucune interaction significative n'a été observée entre les trois facteurs étudiés.

#### 2.2.1.2. Etudes des valeurs moyennes

La date de semis a eu un effet significatif sur la teneur en chlorophylle, avec des valeurs plus élevées observées pour le semis tardif effectué en janvier, atteignant 36,7 unités CCI. En comparaison, les semis précoces réalisés en novembre et décembre ont montré des valeurs de 19,2 et 14 unités CCI respectivement

La teneur en chlorophylle est généralement plus élevée lorsque la date de semis est plus précoce, avant le début de conditions environnementales défavorables telles que la chaleur ou la sécheresse (Patil, 2000). Cependant, les résultats obtenus dans cette étude semblent contradictoires, car les mesures ont été prises au stade d'épiaison, où la

sécheresse a affecté de manière plus significative les deux dates de semis précoces. Il est bien connu que la diminution de la teneur en chlorophylle est attribuée au stress hydrique (Khayatnezhad *et al.*, 2011), où les plantes procèdent à la fermeture des stomates, réduisant ainsi la photosynthèse.

Le semis tardif a donné des taux de levée plus faibles, ce qui réduit la concurrence entre les plantes et, par conséquent, augmente la teneur en chlorophylle. En ce qui concerne le facteur variété, la variété Boussellam (V1) a révélé une teneur en chlorophylle plus faible par rapport à la variété Oued El Bared (V2). Ces résultats sont probablement dus à la surface foliaire, qui est en corrélation négative avec le stress hydrique et en corrélation positive avec la teneur en chlorophylle (Lefi *et al.*, 2004).

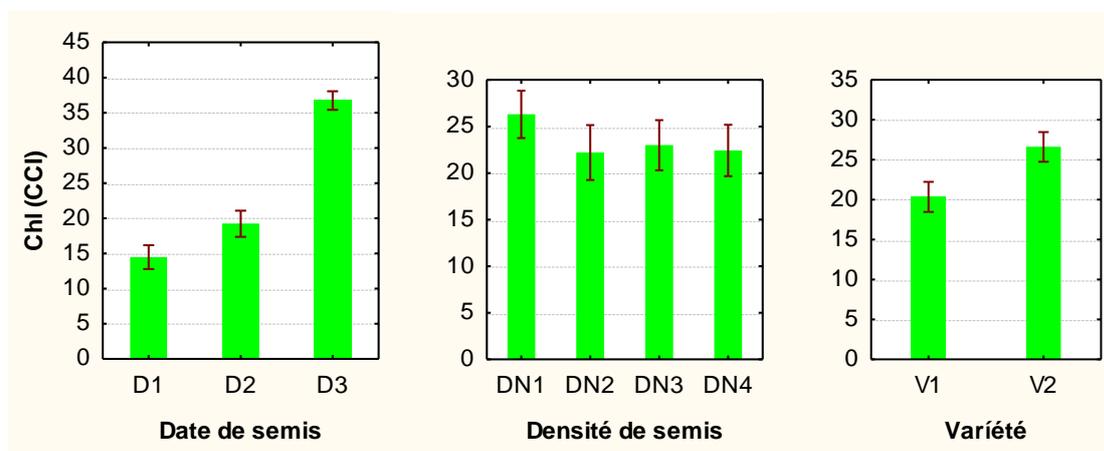


Figure 10 : Effet des trois facteurs étudiés sur la teneur en chlorophylle.

### 2.3. Paramètres productifs

Vu les conditions de la sécheresse qui a caractérisé la zone de l'expérimentation, on n'a pas pu faire toutes les composantes de rendement pour pouvoir estimer le rendement finale et nous avons pu seulement faire le nombre d'épis par mètre carré.

#### 2.3.1. Nombre d'épis /m<sup>2</sup>

##### 2.3.1.1. Analyse de la variance

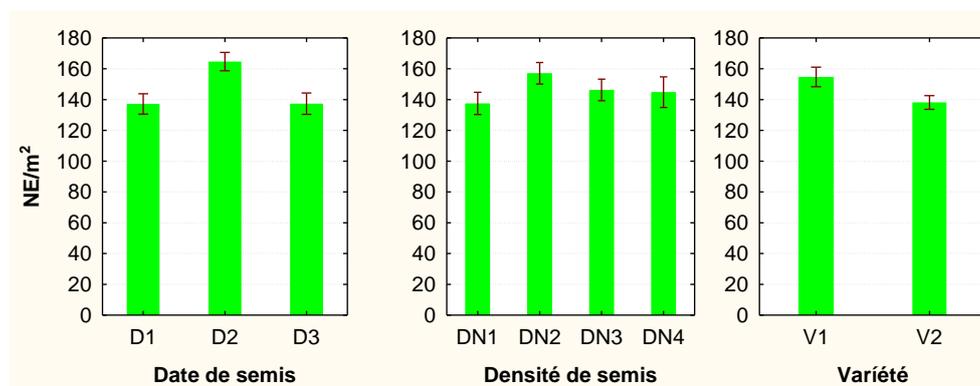
L'analyse de variance a révélé des différences significatives dues à la date de semis et à la variété utilisée sur le nombre d'épis par mètre carré. En revanche, la densité de semis n'a pas eu d'impact significatif sur ce paramètre. Aucune interaction significative n'a été observée entre les trois facteurs étudiés

##### 2.3.1.2. Etudes des valeurs moyennes

Le nombre d'épis par mètre carré a été significativement influencé par la date de semis. Le semis réalisé en décembre a produit en moyenne 164,7 épis/m<sup>2</sup>, ce qui est supérieur aux semis tardif en janvier (D3) et précoce en novembre (D1), qui n'ont pas dépassé 137 épis/m<sup>2</sup> (Figure 12). Ce paramètre est directement lié au nombre de plantes levées par mètre carré, où le semis effectué en décembre (D2) a eu un effet positif sur ce dernier paramètre (Figure 12). Cela a eu un impact positif et significatif sur le nombre d'épis par mètre carré, ce qui est cohérent avec les résultats trouvés par **Wajid *et al.* (2004)** et **Oulmi *et al.* (2022)**. Selon **Oulmi *et al.* (2022)** ont également constaté que la variété Boussellam a montré un nombre élevé d'épis par mètre carré lors du semis précoce par rapport au semis tardif.

En comparant les deux variétés cultivées, la variété Boussellam (V1) a montré des moyennes plus élevées que la variété Oued El Bared en termes de nombre d'épis par mètre carré. Cela est intéressant car la variété Boussellam a enregistré une levée plus faible que celle d'Oued El Bared, ce qui suggère que le tallage de la variété Boussellam est plus important (Figure 12). Ces résultats mettent en évidence que malgré une levée initiale moins importante, la variété Boussellam a réussi à compenser cela par une production plus élevée d'épis par mètre carré. Cela peut être attribué à des caractéristiques spécifiques de la variété Boussellam, telles qu'un potentiel de tallage plus élevé ou une meilleure capacité de développement des épis.

D'autre part, il convient de noter que la densité de semis n'a pas eu d'effet significatif sur ce paramètre. Cela indique que, dans le contexte de cette étude, la densité de semis n'a pas été un facteur déterminant dans la production d'épis par mètre carré.



**Figure 12** : Effet des trois facteurs étudiés sur le nombre d'épi/m<sup>2</sup>.

Il est important de noter que les mesures du nombre d'épis par mètre carré ont été réalisées dans des conditions de sécheresse extrême, ce qui a entraîné une formation d'épis incomplète. Les épis comptés ne contenaient que quelques épillets, ce qui rend l'estimation du rendement plus difficile voire irréalisable. De plus, il est pertinent de souligner que la moyenne du nombre d'épis par mètre carré obtenue dans cette étude était de 146 épis/m<sup>2</sup>, ce qui est considérablement faible par rapport aux résultats obtenus dans des conditions climatiques favorables en 2022, où la moyenne de ce paramètre a dépassé les 400 épis/m<sup>2</sup>.

### 2.4. Corrélation entre les paramètres étudiés

Le coefficient de corrélation est une mesure statistique qui évalue la relation entre deux variables, le tableau 10 montre les coefficients de corrélation entre les variables mesurés durant cette étude.

**Tableau 10** : coefficients de corrélation estimés entre les variables mesurés.

Variables	NP	NT	HP	SF	Chl	NE
NP	1,000000					
NT	<b>0,637752</b>	1,000000				
HP	<b>0,460153</b>	<b>0,535538</b>	1,000000			
SF	0,074179	-0,018706	-0,002402	1,000000		
Chl	<b>-0,414207</b>	<b>-0,499710</b>	<b>-0,590866</b>	-0,055967	1,000000	
NE	0,179520	<b>0,259831</b>	0,136214	0,154289	-0,119557	1,000000

**HP** : hauteur des plantes (cm), **NP** : nombre de plante levés /m<sup>2</sup>, **NT** : nombre de tales /m<sup>2</sup>, **SF** : surface de la feuille étendard (cm<sup>2</sup>), **NE**: le nombre d'épis/m<sup>2</sup>, **Chl** : teneur en chlorophylle (CCI), les valeurs en gras sont statistiquement significatives au seuil de probabilité de 5%.

Les résultats indiquent que la levé (NP) et le tallage (NT) exhibent une relation positives et significative entre eux ( $r= 0.64$ ) d'une part et avec la hauteur finale des plantes d'autre part ( $r=0,46$  et  $r=0,53$  respectivement). Un taux élevé de levé ainsi le nombre élevé de talle par unité de surface sont associés selon les résultats obtenues au semis précoces et optimal, par conséquence une corrélation positive entre ces deux paramètres et la hauteur finale des plantes pourrait être due au fait qu'une culture semée tôt bénéficie de meilleures conditions environnementales, notamment en termes d'humidité du sol, de température et de rayonnement solaire, ce qui se traduit par des plantes plus grandes (Bizuwork, 2020).

L'avantage de ces deux paramètres sur la hauteur des plante se traduit par une diminution de la teneur en chlorophylle ( $r = -0,41$  et  $r = -0,49$  respectivement) qui est due probablement à la compétition des plantes entre eu pour les ressources telles que les nutriments, l'eau et les radiations solaires, ce qui diminue la photosynthèse et par conséquent la teneur en chlorophylle (**Hashemi-Dezfouli et Herbert, 1992**),

Une corrélation significative et positive ( $r = 0,25$ ) est observée entre le nombre de talles et le nombre d'épis par mètre carré ce qui est logique sachant que chaque talle représente un épi, si ce dernier est fertile, tous l'autre paramètre non pas une corrélation significative avec la composante de rendement NE.

### 3. Conclusion

Les régions semi-arides font face à des conditions climatiques de plus en plus arides et instables, ce qui contraint les agriculteurs à adapter certaines techniques afin de faire face aux périodes de sécheresse et de froid durant les phases critiques du cycle des cultures, notamment du blé dur. Parmi ces techniques, la date et la densité de semis jouent un rôle essentiel.

L'objectif de cette étude était d'évaluer l'impact de la date et de la densité de semis sur les performances de deux variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) dans les conditions climatiques de la région semi-aride de Sétif. L'objectif était de déterminer les combinaisons de ces facteurs qui pourraient optimiser le potentiel de production. Ainsi, des mesures morphologiques, physiologiques et productives ont été réalisées sur les deux variétés, en prenant en compte différentes densités et dates de semis. Les résultats obtenus à partir des analyses statistiques ont conduit aux conclusions suivantes :

Les paramètres morphologiques étudiés ont été positivement influencés par un semis précoce, favorisant ainsi le nombre de plantes levées et graines germées. De plus, la hauteur des plantes a eu un effet positif sur la couverture végétale et, par conséquent, sur le nombre de talles par mètre carré. En ce qui concerne la surface foliaire, la date de semis n'a pas eu d'effet significatif sur ce paramètre, mais une augmentation de la densité de semis a eu un impact positif sur le nombre de plantes levées et de talles par unité de surface, bien que des densités de semis élevées aient entraîné une diminution du nombre de talles par plante.

La date de semis a eu un impact significatif sur la teneur en chlorophylle, avec un effet positif du semis tardif en raison des conditions climatiques enregistrées durant la campagne, où la sécheresse a plus fortement affecté les deux dates de semis précoces. En revanche, la densité de semis n'a pas eu d'effet significatif sur ce paramètre.

En ce qui concerne les paramètres de production, tels que le nombre d'épis par mètre carré, des résultats positifs ont été observés lorsque le semis était optimal ou précoce, ce qui probablement va entraîner une augmentation du rendement. La variété Boussallem a présenté des performances supérieures à la variété Oued El Bared surtout en semis précoce (D1) et avec une densité élevée (DN4).

Il convient de souligner l'effet drastique de la sécheresse dans la zone de l'essai, limitant ainsi les effets des facteurs étudiés sur les paramètres mesurés et rendant la prise de décision quant aux dates et densités optimales plus délicate.

**4. Références bibliographiques**

- Abdellaoui Z., Teskrat H., Belhadj A., & Zaghouane O. (2011).** Étude comparative de l'effet du travail conventionnel, semis direct et travail minimum sur le comportement d'une culture de blé dur dans la zone subhumide. *Options Méditerranéennes*: **96**, 71-87.
- Ahmed H (2021).** Influence of sowing dates on yield and its components in some early maturing bread wheat genotypes, *Egypt, J, Agric, Res*, **99** (3), 296-313.
- Arduini I., Ercoli L., Mariotti M., & Masoni, A. (2009).** Sowing date affect spikelet number and grain yield of durum wheat. *Cereal Research Communications*, **37**(3), 469–478.
- Arvalis (2014).** Orge d'hiver variétés et intervention d'automne.
- Baldy C (1986).** Effets du climat sur la croissance et le stress hydrique des blés en méditerranée occidentale in tolérance à la sécheresse des céréales en zones méditerranéenne diversité génétique et amélioration variétale. *Les colloques, n ° 64, Montpellier Ed INRA*.
- Bebba S. (2011).** Essai de comportement de deux variétés de blé dur (*Triticum durum* L.var.Carioca et Vitron) conduite sous palmier dattier au niveau de la région de Ouargla. . Mémoire de fin d'étude. Université de Ourgla. 48 p.
- Belhassen, E., This, D., & Monneveux, P. (1995).**L'adaptation génétique face aux contraintes de sécheresse. *Cahier d'Agriculture*, 1: 251-261.
- Belkharouché, H., Fellah, S., Bouzerzour, H., Benmahammed, A., & chellal, N.(2009).**vigueur de croissance, translocation et rendement en grains du blé dur (*Triticum durum* Desf.) Sous conditions semi arides. *Courrier du Savoir*, (09), 17-24.
- Benjamin LR., (1990).** Variation in time of seedling emergence within populations, *Adv, Agron*, **44**, 1–2.
- Bouasla S . (2001).** effet d'une nouvelle formule d'engrais phosphaté le SSP 20 sur la production et la qualité d'une variété de blé Dur (var-waha) dans la région de Guelma. Mémoire de fin d'étude. Univ. Badji mokhtar. Annaba. 76p.

- Bizuwork, T.D., Almaz, M.G., Sisay, E., & Abuhay, T (2020).** Optimizing sowing date for the productivity of durum wheat (*Triticum turgidum* L. var. *Durum*) in central highland of Ethiopia. *Agriculture, Forestry and Fisheries* 9(2), 35–39.
- Djennadi-Ait & Abdallah F (2006).** Analyse de la mise en place de la culture céréalière dans les conditions de l’Algérie du nord. *Rev N°46.1er semestre.* 29-35.
- Djermoun A (2009).** La Production céréalière en Algérie : *les principales caractéristiques.*
- FAOSTAT (2017).** Area and production data of tomato in India. – FAO-STAT database, <http://www.fao.org/faostat/en/#data>.
- Feillet P (2000).** Le grain de blé : *composition et utilisation.* INRA. Paris.
- Suaste-Franco P., Solís-Moya E., Ledesma-Ramírez L., De la Cruz-Gonzalez L., Grageda-Cabrera A., & Báez-Pérez A., (2012).** Efecto de la densidad y método de siembra en el rendimiento de grano de trigo (*Triticum aestivum* L.) en el bajío, México. *Agrociencia* 47: 159-170.
- Gardner F P R B Pearce & R L Mitchell. (1985).** Seeds and Germination, *In Physiol, of Crop Plants, Iowa State Univ, Press, Ames, Iowa (USA), 209p.*
- Gate P (1995).** Ecophysiologie du blé : *de la plante à la culture.* Ed Lavoisier. 429p.
- Hashemi-Dezfouli, A & Herbert S. J (1992).** Intensifying Plant Density Response of Corn with Artificial Shade. *Agronomy journal* .84 : 547-551.
- Hatam M (1994).** Classification of Field Crops, In Crop Production, Bashir, E, and R, Bantel(Eds.), *National Book Foundation, Islamabad, 22p.*
- Inamullah, Nazir Hussain Shah., Zahoorul., Haq & Fateh Ullah Khan. (2007).** An analysis of the planting dates effect on yield and yield attributes of spring wheat, *Sarhad J, Agric, Vol, 23, No, 2 : 269-275.*
- ITGC (2013).** Les bonnes pratiques agricoles, *Bulletin des grandes cultures El-Harrech, Alger* 3-7.
- Khayatnezhad, M., Gholamin, R., Jamaati-e-Somarin, S., & Zabihie Mahmoodabad, R. (2011).** The leaf chlorophyll content and stress resistance relationship considering in Corn cultivars (*Zea. Mays*). *Advances in Environmental Biology*, 5(1), 118-122.

- Lefi, E., Gulias, J., Cifre, J., Ben Yones, M., & Medrano, H. (2004).** Drought effects on the dynamics of leaf production and senescence in field-grown *Medicago arborea* and *Medicago citrina*. *Ann. Appl. Biol*, 144: 176 -196.
- Madr (2009).** Statistiques Agricoles, *Série B 09*.
- Masale M.J., (1980).** L'élaboration du nombre d'épi chez le blé d'hiver. Influences de différentes caractéristiques de la structure du peuplement sur l'utilisation de l'azote et de la lumière. *Thèse. Doc. Ing. INA, Paris Grignon, 274 p.*
- Masle Meynard .J, (1982) :** Mise en évidence d'un stade critique par la montée d'une talle. *Agronomie, 1*, 623-632.
- Masle, Meynard, J., (1981).** Relation entre croisement et développement pendant la montaison d'un peuplement de blé d'hiver, *influence des conditions de nutrition. Agronomie. 1* : 365-374.
- Megherbia A., Mehdadib Z., Toumia F., Moueddenec K., & Bouadjra S. (2012).** Tolérance à la sécheresse du blé dur (*Triticum durum* Desf.) et identification des paramètres morpho-physiologiques d'adaptation dans la région de Sidi Bel-Abbès (Algérie occidentale). *Acta Botanica Gallica: Botany Letters. 159*, 137–143
- Morales J.A Hernandez J.R Campenella B.E & Smart D R (2015).** Canopeo: A Powerful New Tool for Measuring Fractional Green Canopy Cover. *Agronomy Journal*, novembre 2015.
- Moule (1980).** Les céréales. *Ed. La maison rustique, Paris.* p318.
- Olsen J., Kristensen L, & Weiner J (2006).** Influence of sowing density and spatial pattern of spring wheat (*Triticum aestivum*) on the suppression of different weed species. *Weed biology and management 06*, 165-173.
- Oulmi, A., Frih, B., Guendouz, A., & Benkadja, S (2022).** Effect of Sowing Date on Grain Yield, its Components and Some Morpho-Phenological Traits of Durum Wheat (*Triticum durum* Desf.) In Semi-Arid Zone in Algeria, *International Journal of Bio-resource and Stress Management*, 2022, **13**(3), 226-234.
- Patil, K. S. ; Durge, D. V., Phadnawis, B. N., Shivankar, R. S., & Rathod, T. H. (2000).** Effect of sowing dates on biomass production of wheat cultivars. *Annals of Plant Physiology* . Vol.14 N.2 pp.115-119.

- Sattar, A, M,A, Cheema M., Farooq M A., Wahid, A, Wahid & B,H, Babar, (2010).** Evaluating the performance of wheat varieties under late sown conditions, *Int, J, Agric, Biol., 12: 561–565.*
- Spagnoletti zeuli, T.L & Qualset P.O. (1990).** Flag Leaf Variation and the Analysis of Diversity in Durum Wheat. *Plant Breeding*, 105: 189-202.
- Spiertz, J,H,J,, Tenhag, B,A & Kupers, L,J,P, (1971).** Relation between green area duration and grain yield in some varieties of spring wheat, *Netherlands Journal of Agricultural Science* **19**, 211–222.
- Stapper, M & Fisher, R,A, (1990).** Genotype, sowing date and plant spacing influence on high-yielding irrigated wheat in southern New South Wales, I, Phasic development, canopy growth and spike production, *Australian Journal of Agricultural Research* **41**, 997–1019.
- Stewart, C,R, B,A, Martin. L, Reding. & S, Cenvick (1990).** Seedling growth, mitochondrial characteristics and alternative respiratory capacity of corn genotypes differing in cold tolerance, *Plant Physiol* **92**, 761–766.
- Wajid, A Hussain, A Ashfaq,A., Goheer,M., & Mussaddique, M (2004).** Effect of Sowing Date and Plant Population on Biomass, *Grain Yield and Yield Components of Wheat, Int, J, Agri, Biol., Vol, 6, No, 6, 1003 – 1005,*
- Yadi, Reza, Mahboubeh, Ebrahimi, & Salman, Dastan (2016).** Effect of Seed Rate in Different Sowing Dates on Grain Yield and Yield Components of Wheat in Iran, *International Journal of Tropical Medicine* **11** (6), 208-213.

## Annexes

**Tableau 01** : Moyenne mensuelle des précipitations pour la région de Sétif durant la campagne 2022/ 2023 (OGIMET de Sétif, 2022).

Année	2022				2023			
Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr
<b>Pluviométrie (mm)</b>	40,60	35,10	25,30	30,80	26,40	16,00	4,60	7,00
<b>Humidité de l'aire (%)</b>	41,32	48,85	55,21	68,50	72,99	68,42	55,04	41,89

**Tableau 02** : Températures minimale, maximale et moyenne mensuelles pour la région de Sétif durant la campagne 2022- 2023 (OGIMET de Sétif, 2023).

Année	2022				2023			
Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr
<b>TMin</b>	17,23	11,45	6,12	4,20	0,34	0,40	3,50	6,35
<b>TMax</b>	30,13	25,03	17,82	14,85	9,62	11,88	18,21	23,81
<b>TMoy</b>	23,56	17,83	11,56	9,05	4,09	4,69	10,85	12,44

*Tmax* : température maximale.

*Tmin* : température minimale.

*Tmoy* : température moyenne.

**Tableau 03** : Valeurs moyennes des caractères morphologiques mesurés pour les trois facteurs étudiés.

	<b>NP</b>	<b>NT</b>	<b>HP</b>	<b>SF</b>
<b>Effet moyen date de semis (D)</b>				
D1	205,6 b	571,4 b	53,1 a	7,7 a
D2	252,3 a	656,7 a	52,9 a	7,7 a
D3	118,3 c	214,8 c	38,9 b	7,4 a
<b>Moyenne</b>	192,1	481	48,3	7,6
<b>Ppds(5%)</b>	21,69	76,7	3,03	1,21
<b>Effet moyen variété (V)</b>				
V1	179,6 b	489,2 a	48,6 a	7,0 b
V2	204,6 a	472,8 a	47,8 a	8,2 a
<b>Moyenne</b>	192,1	481	48,3	7,6
<b>Ppds(5%)</b>	17,71	62,7	2,47	0,99
<b>Effet moyen densité de semis(DN)</b>				
DN1	142,5 c	396,4 b	47,9 a	7,6 a
DN2	188,1 b	502,5 a	49,9 a	7,3 a
DN3	204,4 b	484,4 ab	47,7 a	7,4 a
DN4	233,3 a	540,6 a	47,6 a	8,1 a
<b>Moyen</b>	192,1	481	48,3	7,6
<b>Ppds (5%)</b>	25,05	88,6	3,5	1,4

*NP* : Nombre de plantes levées/m<sup>2</sup> *HP* : hauteur des plantes (cm), *NT* : Nombre de tiges/m<sup>2</sup>, *SF* : surface foliaire (cm<sup>2</sup>), les différentes lettres minuscules (a, b indiquent la différence significative entre les traitements, selon le test LSD au seuil 5%

**Tableau 04** : Carré moyen de l'analyse de la variance de la teneur en chlorophylle.

SV	DDL	Chl
<b>Bloc</b>	<b>3</b>	<b>21,74<sup>ns</sup></b>
<b>Effet moyen</b>		
<b>Date de semis</b>	<b>2</b>	<b>4397,76****</b>
<b>Variété</b>	<b>1</b>	<b>940,31****</b>
<b>Densité de semis</b>	<b>3</b>	<b>87,69<sup>ns</sup></b>
<b>Interaction</b>		
<b>Date de semis*Variété</b>	<b>2</b>	<b>47,27<sup>ns</sup></b>
<b>Date de semis*Densité de semis</b>	<b>6</b>	<b>66,22<sup>ns</sup></b>
<b>Variété*Densité de semis</b>	<b>3</b>	<b>13,66<sup>ns</sup></b>
<b>Date de semis*Variété*Densité de semis</b>	<b>6</b>	<b>154,34<sup>ns</sup></b>
<b>Erreur</b>	<b>72</b>	<b>73,92</b>
<b>Total</b>	<b>95</b>	

*Chl: la teneur en chlorophylle (CCI), ns, et \*\*: effets non significatif et significatif aux seuils de probabilité de 0,1%, respectivement.*

**Tableau 05 :** Valeurs moyennes de la teneur en chlorophylle pour les trois facteurs étudiés.

	Chl
<b>Effet moyen date de semis (D)</b>	
<b>D1</b>	<b>14 c</b>
<b>D2</b>	<b>19,2 b</b>
<b>D3</b>	<b>36,7 a</b>
<b>Moyenne</b>	<b>23,45</b>
<b>Ppds(5%)</b>	<b>4,35</b>
<b>Effet moyen variété (V)</b>	
<b>V1</b>	<b>26,6 a</b>
<b>V2</b>	<b>20,3 b</b>
<b>Moyenne</b>	<b>23,45</b>
<b>Ppds(5%)</b>	<b>3,55</b>
<b>Effet moyen densité de semis(DN)</b>	
<b>DN1</b>	<b>26,29 a</b>
<b>DN2</b>	<b>22,1a</b>
<b>DN3</b>	<b>23 a</b>
<b>DN4</b>	<b>22,4 a</b>
<b>Moyenne</b>	<b>23,45</b>
<b>Ppds (5%)</b>	<b>5,02</b>

*Chl: teneur en chlorophylle (CCI), Les chiffres suivis de la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de risque de 5% selon le test de la Ppds.*

**Tableau 06** : Carré moyen de l'analyse de la variance du nombre d'épi/m<sup>2</sup>.

SV	DDL	NE
<b>Bloc</b>	<b>3</b>	<b>1776,6<sup>ns</sup></b>
<b>Effet moyen</b>		
<b>Date de semis</b>	<b>2</b>	<b>8021<sup>**</sup></b>
<b>Variété</b>	<b>1</b>	<b>6584<sup>*</sup></b>
<b>Densité de semis</b>	<b>3</b>	<b>1568<sup>ns</sup></b>
<b>Interaction</b>		
<b>Date de semis*Variété</b>	<b>2</b>	<b>62<sup>ns</sup></b>
<b>Date de semis*Densité de semis</b>	<b>6</b>	<b>724<sup>ns</sup></b>
<b>Variété*Densité de semis</b>	<b>3</b>	<b>316<sup>ns</sup></b>
<b>Date de semis*Variété*Densité de semis</b>	<b>6</b>	<b>883<sup>ns</sup></b>
<b>Erreur</b>	<b>72</b>	<b>1444</b>
<b>Total</b>	<b>95</b>	

*NE: le nombre d'épis /m<sup>2</sup>, ns, \* et \*\*: effets non significatif et significatif aux seuils de probabilité de 5% et 1%, respectivement*

**Tableau 07:** Valeurs moyennes du nombre d'épi/m<sup>2</sup> pour les trois facteurs étudiés.

	NE
<b>Effet moyen date de semis (D)</b>	
<b>D1</b>	<b>137,2 b</b>
<b>D2</b>	<b>164,7 a</b>
<b>D3</b>	<b>137,3 b</b>
<b>Moyenne</b>	<b>146,4</b>
<b>Ppds(5%)</b>	<b>18,8</b>
<b>Effet moyen variété (V)</b>	
<b>V1</b>	<b>154,7 a</b>
<b>V2</b>	<b>138,1 b</b>
<b>Moyenne</b>	<b>146,4</b>
<b>Ppds(5%)</b>	<b>15,39</b>
<b>Effet moyen densité de semis (DN)</b>	
<b>DN1</b>	<b>137,5 a</b>
<b>DN2</b>	<b>157,1a</b>
<b>DN3</b>	<b>146,2 a</b>
<b>DN4</b>	<b>144,8 a</b>
<b>Moyenne</b>	<b>146,4</b>
<b>Ppds (5%)</b>	<b>21,8</b>

NE: le nombre d'épis/m<sup>2</sup>, Les chiffres suivis de la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de risque de 5% selon le test de la Ppds.

## Résumé

La détermination de la date et la densité de semis est une constituante très sensible dans l'itinéraire technique de blé dur. Ce travail a été conduit au niveau de l'institut technique des grandes cultures (ITGC) dans la zone semis aride de Sétif, au cours de la campagne agricole 2022/2023, dont l'objectif est d'évaluer l'effet de la date et de la densité de semis sur les performances de deux variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf) à savoir : Oued ElBared et Boussellam. Les résultats obtenus indiquent que le semis optimal (D2) a eu des effets positifs en termes de nombre de plantes levées, de hauteur des plantes, l'augmentation de la couverture végétale et du nombre de talles par mètre carré ainsi que sur les paramètres productifs représentés par le nombre d'épis par mètre carré. En revanche, le semis tardif (D3) a eu un effet positif sur la teneur en chlorophylle. La densité de semis a eu un effet significatif sur les paramètres morphologiques dont la DN4 (400 grains/m<sup>2</sup>) a révélé les valeurs supérieures des ces paramètres. La variété Boussallem a montré de meilleures performances par rapport à la variété Oued El Bared.

**Mots clés** : blé dur, date de semis, densité de semis, rendement, variétés

## Abstract

The determination of sowing date and density is a crucial component in the technical itinerary of durum wheat. This study was conducted at the Technical Institute of Field Crops (ITGC) in the arid sowing zone of Sétif during the 2022/2023 agricultural season. The objective was to evaluate the effect of sowing date and density on the performance of two varieties of durum wheat (*Triticum durum* Desf), namely Oued ElBared and Boussellam. The results obtained indicate that the optimal sowing (D2) had positive effects in terms of the number of emerged plants, plant height, increased vegetation cover, number of tillers per square meter, and productive parameters such as the number of ears per square meter. On the other hand, late sowing (D3) had a positive effect on chlorophyll content. Sowing density had a significant effect on morphological parameters, with DN4 (400 grains/m<sup>2</sup>) revealing superior values for these parameters. The Boussallem variety exhibited better performance compared to the Oued El Bared variety.

**Keywords**: durum wheat, sowing date, sowing density, varieties.

## ملخص

تحديد تاريخ وكثافة البذر هو عامل حاسم في إدارة زراعة القمح الصلب. تمت هذه الدراسة في المعهد التقني للمحاصيل الحقلية (ITGC) في منطقة سطيف خلال موسم الزراعة 2023/2022، والهدف هو تقييم تأثير تاريخ وكثافة البذر على أداء نوعين من القمح الصلب (*Triticum durum* Desf) وهما: واد البارد و بوسلام. أظهرت النتائج أن البذر في الوقت المثالي (D2) كان له آثار إيجابية فيما يتعلق بالانبات، الاشطار وارتفاع النباتات، وزيادة التغطية النباتية. وكذلك على المؤشرات الإنتاجية مثل عدد السنابل في المتر مربع. اظهرت الزراعة المتأخرة (D3) تأثيرًا إيجابيًا على محتوى الكلوروفيل. كثافة البذر أثرت بشكل كبير على المؤشرات المورفولوجية، حيث أظهرت DN4 (400 حبة/متر مربع) قيمًا أعلى لهذه المؤشرات. أظهر صنف بوسلام أداءً أفضل بالمقارنة مع سلالة وادي البار.

**الكلمات المفتاحية**: القمح الصلب، تاريخ البذر، كثافة البذر، اصناف