

N° d'Ordre :

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITÉ DJILLALI LIABES DE SIDI BEL ABBES

FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DÉPARTEMENT DES SCIENCES DE L'AGRONOMIE

Mémoire

De fin d'études pour l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la nature et de la vie (S.N.V.)

Filière : Sciences agronomiques

Spécialité : Production Végétale

Intitulé du thème :

**Influence de la date de semis et la
densité du peuplement sur la
production de deux espèces de blé dur
(Chen's et Ouarsenis) en zone semi-
aride (Wilaya de Sidi Bel Abbès)**

Présenté par : Mme GUERROUACHE née ABBAS Fatima Zohra

Mémoire soutenu devant l'honorable jury composé de :

Président de jury : Mr MELALIH Ahmed (M.A.A/UDL/SBA)

Examineur : Mr HAMOU Mimoun (Choisissez un élément./Attaché de recherche)

Promoteur : Mme FERTOUT – MOURI Nadjia (M.C.A/UDL/SBA)

Co-Promoteur : Mme BENMANSOUR Fatima Zohra (Doctorant/Directrice ITGC-SBA)

Année universitaire 2020 - 2021

Session : « Juin »

Remerciements

Je tiens à remercier tout d'abord notre Dieu qui m'a donné le courage et la volonté de poursuivre mes études et accomplir ce mémoire.

Au terme de ce travail, j'adresse mes remerciements les plus sincères et le plus grand respect à mon promoteur, **D^r. M^{me} FERTOUT Nadjia** pour sa compréhension, sa disponibilité, son savoir-faire, ses conseils judicieux, et toute l'aide qu'elle m'a rapportée.

Je tiens également à remercier sincèrement la Directrice de l'ITGC madame **BENMANSOUR Fatima Zohra** qui m'a apporté de l'aide dans la partie pratique.

Je remercie beaucoup les membres du jury **M^f MELALIH Ahmed, M^f HAMOU Mimoun**, qui m'ont fait l'honneur de participer et de juger mon mémoire malgré leurs plans de charge.

Je remercie tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la mise en œuvre de ce travail.

Dédicace

Je dédie ce travail à:

La mémoire de ma mère

Mon père

Mes sœurs.

Mon frère Mohamed Amine

Mon mari Abdel Jawed

Mes enfants : Abdelwahab-Mouchid-khalida et Abdellah

Mes amies et mes camarades

Abbas Fatima Zohra

Résumé

L'étude sur l'influence de la date et densité du semis sur la production du blé dur a été réalisée dans la zone semi-aride sur le terrain expérimental de l'institut technique des grandes cultures de sidi bel abbés durant la campagne 2020 /2021.

Différentes date et densités de semis ont été testées allant de 250 à 400 grains par mètre carré disposées en blocs aléatoire complets. La campagne agricole étant caractérisée par une faible pluviométrie sur le cycle de la culture.

Durant les phases remplissage du grain et maturation, des températures très élevées ont eu un effet négatif sur le rendement et ses composantes. Le rendement en grain maximal n'a pas dépassé 17.90 Q/ha chez le traitement de densité de semis de 400 graines/m².

Le poids de mille grains étant faible à cause du phénomène d'échaudage dû aux fortes températures dépassant 38 °C au stade pâteux laiteux.

Mots clé : densité du semis, blé dur, Composantes du rendement, semi-aride.

Abstract

The study on the effect of seedling density of durum wheat production was carried out in the semi-arid on the experimental plot of the ITGC (Technical institute of fieldcrops) during the 2020-2021 season.

Different Seeding densities were tested ranging from 250 to 400 grains per square meter arranged in complete random blocks. The season agricultural is characterized by a low rainfall over the crop cycle.

During the grain filling and maturation stage, very high temperatures had a negative effect on the yield and its components. The maximum grain yield did not exceed 17.90 q/ha on the treatment seedling density of 400 seed per square meter.

The seed thousand weight being low because the shriveling phenomenon due to the high temperatures exceeding 38 ° C during filling grain stage.

Key words: seedling density, durum wheat, Yield components, semi-arid.

ملخص

أجريت دراسة تأثير كثافة البدر علي إنتاج القمح الصلب في المنطقة شبه الجافة على مستوى الحقل التجريبي للمعهد التقني للمحاصيل الحقلية بسيدي بلعباس، خلال الموسم 2020-2021. أين تم معاينة تاريخ البدر وكثافة انطلاقا من 250 حتى 400 حبة للمتر المربع الواحد موزعة بشكل كوم عشوائية. تميز الموسم الزراعي بقلة الأمطار على مدى الدورة الزراعية خلال مرحلتي تعميم الحبوب والنضج، كان لدرجات الحرارة المرتفعة جدا تأثير سلبي على المحصول ومكوناته.

أقصى مردود لم يتجاوز 17.90 قنطار في الهكتار الواحد على مستوى المعالج الذي بيه كثافة بدر 400 حبة في المتر المربع الواحد.

وزن ألف حبة كان منخفضا بسبب ارتفاع درجات الحرارة التي تجاوزت 38° درجة مئوية والذي أدى إلى فقدان البدر الماء خلال مرحلة حليب عيني.

الكلمات المفتاحية: كثافة البدر، القمح الصلب، مكونات المحصول، شبه الجافة.

Liste des figures

Figure 01 : Evolution des superficies moissonnées et productions du blé dur dans la wilaya de sidi Bel Abbés(DSA, 2020).....	02
Figure 02 :L'appareil végétatif de blé dur (Jouve et Daoudi, 2001).....	04
Figure 03 :L'appareil reproducteur de blé dur (Gate, 1955).....	05
Figure 04 :Coupe longitudinale du grain de blé dur (Paul, 2007).....	07
Figure 05 :Stades de développement du blé (HYNO, 2014).....	09
Figure 06 : Oïdium de blé dur sur les feuilles (Syngenta France, 2006).....	13
Figure 07 :La fusariose dans les épis (Syngenta France, 2006).....	13
Figure 08 :La maladie de septoriose sur feuille (Syngenta France, 2006).....	14
Figure 09 :La tache auréolée sur les feuilles de blé dur (Syngenta France, 2006).....	15
Figure 10 :La rouille brune dans la feuille de blé dur (Syngenta France, 2006).....	15
Figure 11 :La rouille jaune sur les feuilles (Syngenta France, 2006).....	15
Figure 12 :Evolution annuelle des précipitations dans la région de Sidi Bel Abbés Période 2002-2015 (Moyenne sur 14 ans) (ONM, 2016).....	22
Figure 13 :Evolution mensuelle des précipitations dans la région de Sidi Bel Abbés. Période 2002-2015 (Moyenne sur 14 ans) (ONM, 2016).....	23
Figure 14 :Evolution mensuelle des températures moyennes dans la région de Sidi Bel Abbés. Période 2002-2015 (Moyenne sur 14ans) (ONM, 2016).....	24
Figure 15 :Diagramme Ombrothermique de Sidi Bel-Abbés pour la période sèche ONM (2002-2015).....	25
Figure 16 :Situation de la ferme de démonstration et de production de semences de l'ITGC (Sidi Bel Abbas).....	26
Figure 17 :Modèle numérique de terrain du site de Sidi Bel Abbés de la ferme de	

démonstration et de production de semences de l'ITGC de SIDI BEL ABBES.....	27
Figure 18 :Factoriel à deux facteurs (bloc aléatoire à deux facteurs) à 04 répétitions.....	30
Figure 19 :Opérations d'entretien de l'essai.....	32
Figure 20 :Pluviométrie moyenne par stade de développement.....	35
Figure 21 : Températures extrêmes aux stades épiaison et maturation.....	36
Figure 22 : Nombre de plants à la sortie de l'hiver.....	38
Figure 23 : Nombre d'épis par mètre carré.....	39
Figure 24 : Nombre de grains par épi.....	40
Figure 25 : Poids de mille grains.....	41
Figure 26 : Rendement machine.....	42
Figure 27 : Effet date x densité sur le rendement.....	43

Liste des tableaux

Tableau n°01 : Origine et caractéristiques des variétés étudiées.....	28
Tableau n° 02 : Origine et caractéristiques des variétés étudiées.....	29
Tableau n° 03 : Températures moyennes et cumul des précipitations.....	35
Tableau n° 04 : Résultats de l'analyse de variance (1 ^{ère} date)	43
Tableau n° 05 : Résultats de l'analyse de variance (2 ^{ème} date).....	44
Tableau n° 06 : Résultats de l'analyse de variance (3 ^{ème} date).....	45

Liste des abréviations

CM : Carré Moyenne

CV : Coefficient de Variation

DDL : Degré De Liberté

DSA : Direction des Services Agricoles

ET : Ecart type

F: Valeur de Fisher

FAO: Food and Agriculture Organisation

ITGC : Institut technique des grandes cultures.

NE : Nombre d'Epis

NG : Nombre des Graines

NGE : Nombre des Graines par Epi

P : Probabilité

PMG : Poids de Mille Grains

PPAS : plus petite Amplitude significatif.

SCE : Somme des Carrés et des Ecarts

Table des matières

Introduction	Page
CHAPITRE I : DONNES BIBLIOGRAPHIQUE	
I. Importance du blé dur.....	1
I.1. Dans le monde.....	2
I.2. En Algérie.....	2
I.3. Dans la wilaya de Sidi Bel Abbés.....	2
I.4. Origine géographique du blé dur.....	3
I.5. Etude botanique.....	3
I.6. Description morphologique.....	4
I.6.2. Partie souterraine.....	5
I.7. Croissance et développement de la culture du blé dur.....	7
I.7.1. Période vegetative.....	7
I.7.2. Période reproductrice.....	8
I.8. Exigences de blé dur.....	10
I.8.1. Exigences édaphiques.....	10
I.8.2. Exigences climatiques.....	12
I.9. Les principales maladies du blé dur et leurs traitements.....	12
I.10. Conduite de la culture du blé dur.....	16
a) Installation de la culture.....	16

I.10.1. Préparation de lit de semence.....	16
II. Notion de sécheresse.....	19
II.1. Concept du phénomène de la sécheresse.....	19
II.2. Sécheresse et cycle du blé dur.....	20
II.3. Adaptation des cultures à la sécheresse.....	20
II.4. Stress en agriculture.....	20

CHAPITRE II : MATERIELS ET METHODES

III.1. Synthèse climatique de la wilaya de Sidi Bel Abbes sur 14 ans.....	22
III.2. Site experimental.....	25
III.2.1. Situation géographique.....	25
III.2.2. Le climat.....	26
III.2.3. Le sol.....	27
III.3. Matériels vegetal.....	28
III.4. Méthodes.....	29
III.4.1. Dispositif experimental.....	29
III.4.2. Semis.....	31
III.4.3. Fertilisation.....	31
III.4.4. Désherbage.....	31
III.4.5. Mesures et notions.....	33
a) Paramètres phréologiques.....	33
b) Paramètres morphologiques.....	33

c) Paramètres agronomiques.....	33
III.5. Analyses des résultats.....	34

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSIONS

IV.1. Paramètres climatiques de la campagne 2020/21.....	35
IV.2. Sévérité thermique durant les phases critiques.....	36
IV.4. Paramètres morphologiques et Agronomiques.....	37
IV.4.1. Effet Variété x Composantes de rendement (1^{ère}, 2^{ème} et 3^{ème} date).....	37
a) Nombre de plants à la sortie de l'hiver.....	37
b) Nombre d'épis /m ²	38
c) Nombre de grains /épi.....	39
d) Poids de mille grains.....	40
e) Rendement machine.....	41
VI.4.2. Effet de la date et la densité de semis sur le rendement.....	42
a) 1 ^{ère} date.....	42
b) 2 ^{ème} date.....	43
c) 3 ^{ème} date.....	43
CONCLUSION	46

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANNEXES

Introduction

Le blé dur est parmi les céréales qui possèdent une grande importance économique pour l'humanité car il constitue l'une des principales denrées alimentaires chez l'être humain. Il est caractérisé par une diversité d'utilisation alimentaire.

En Algérie, le blé dur occupe une place privilégiée dans les traditions alimentaires des populations. Cependant sa culture est confrontée à différentes contraintes de production.

Les rendements du blé dur en Algérie sont généralement faibles pour différentes raisons. Ces dernières sont dues principalement aux conditions climatiques défavorables. Le climat des zones semi-arides, où se concentrent les cultures céréalières, est caractérisé par une pluviométrie faible (inférieure à 400 mm) et très aléatoire, ne répondant plus aux besoins de la culture du blé dur qui sont de 500 à 600 mm (Moule, 1980).

De ce fait, l'amélioration des rendements dans les zones semi-arides algériennes nécessite plusieurs alternatives tels que l'irrigation d'appoint et le choix de géotypes (Moule, 1980). Cependant, ces mesures peuvent être améliorées par l'optimisation d'autres actions techniques telles que la date et densité de semis. Il est évident que le taux de peuplement à la levée contribue à l'élaboration du rendement et ses composantes. A ce stade, le nombre de plants à la levée constitue un paramètre de rendement très important et peut être influencé par différentes contraintes telle que la faible faculté germinative due à la qualité de semence ou une mauvaise préparation du lit de semence.

Ces pertes de peuplement peuvent être compensées par le choix de la date de semis et la densité de semis supérieures à ceux adoptées habituellement et qui sont équivalentes à 130 kg/ha (ITGC, 2012).

L'objectif de la présente étude rentre dans cette thématique et vise à tester plusieurs densités et date de semis sur deux variétés de blé dur, Ouarsenis et Chen's, et déterminer leur relation avec la production finale dans la région semi-aride de Sidi Bel Abbès.

En Algérie, le blé dur est considéré comme l'un des principaux aliments pour les populations comme a été la base de l'alimentation des premières civilisations humaines (Feldmen et Sears, 1981). La production et l'amélioration des rendements exigent des connaissances détaillées sur l'origine, les géotypes, les exigences, les maladies et les moyens de mise en place et conduite de la culture.

I. Importance du blé dur

I.1. Dans le monde

Le blé est largement cultivé dans le monde sous des conditions climatiques diverses. Il a représenté la denrée alimentaire de base pour la plupart des civilisations en Europe, en Asie et en Afrique du Nord pendant 8 000 ans.

Dans le monde les céréales constituent la composante de base de l'agriculture. Selon le centre international du commerce en 2017, la production mondiale du blé a atteint 835 Mt contre 852 Mt en 2016. Les perspectives pour la production mondiale de blé en 2017-2018 restent la plupart du temps bonnes avec une légère baisse de 2,7 % par rapport à la campagne précédente (FAO, 2017).

I.2. En Algérie

En Algérie, les produits céréaliers occupent une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale. Cette caractéristique est perçue d'une manière claire à travers toutes les phases de la filière (Djermoun, 2009). Le blé constitue une espèce de céréale particulièrement importante, occupant une place centrale par rapport aux autres céréales. Les informations issues du ministère de l'agriculture montrent que les superficies emblavées et récoltées en blé dur ont connu une augmentation de 2,4 % et 10,05% respectivement en 2014 et 2015.

I.3. Dans la wilaya de Sidi Bel Abbés

Les céréales figurent comme étant la principale culture agricole dans la wilaya. Ces vingt dernières années. La superficie moissonnée destinée au blé dur varie d'une année à l'autre selon la pratique de la jachère et varie entre **41872 ha** en 2000 à **44733 ha** en 2019.

La production du blé dur fait vivre une grande partie de la population rurale. Elle est caractérisée par une irrégularité lié principalement aux conditions bioclimatiques, notamment les précipitations et l'itinéraire technique de la culture. La plupart des agriculteurs suivent des

méthodes classiques.

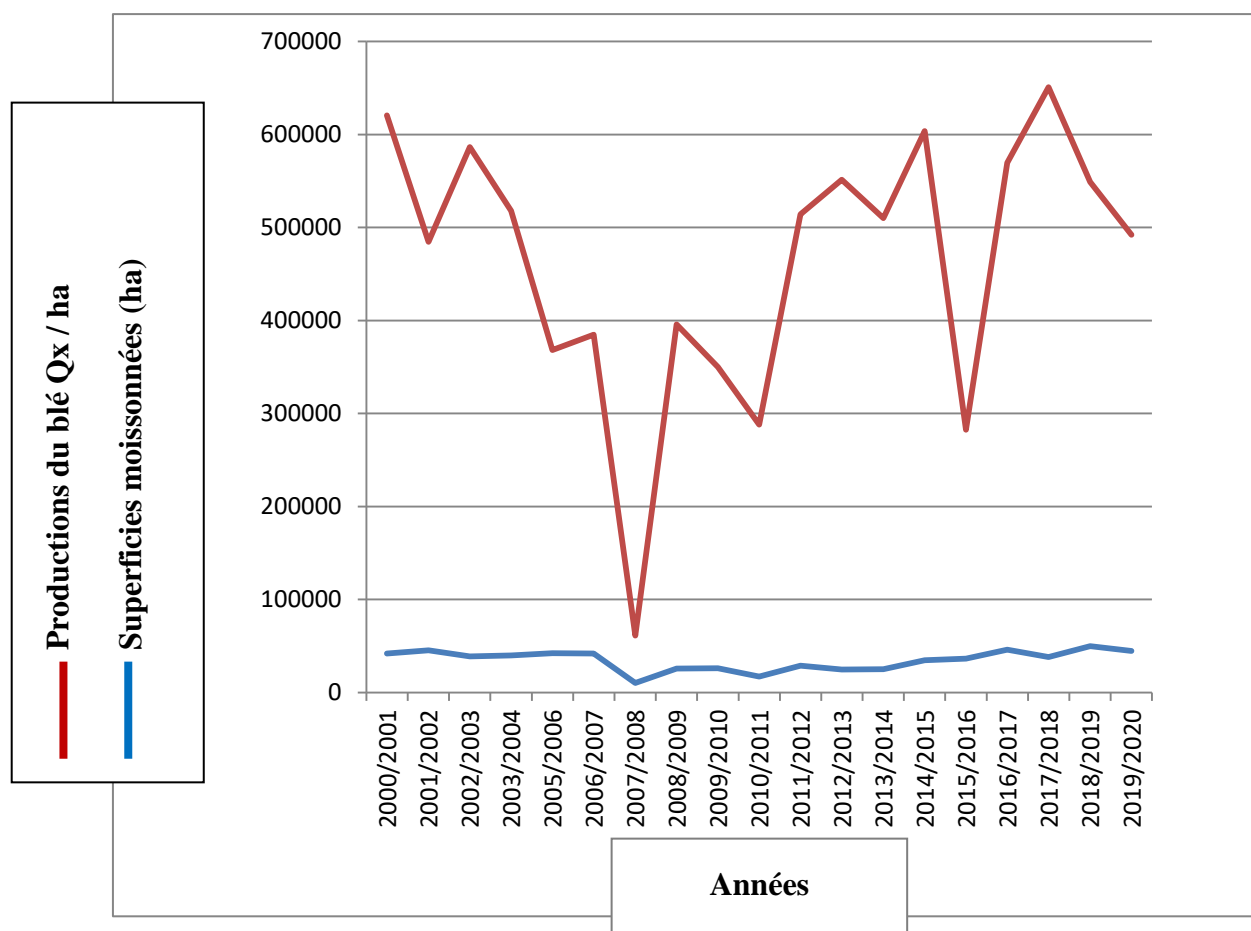


Figure 01 : Evolution des superficies moissonnées et productions du blé dur dans la wilaya de sidi Bel Abbés (DSA, 2020)

Durant ces 20 dernières années, le blé occupe la première position avec une production moyenne de **231.107,51** quintaux. La figure ci-dessus, permet de distinguer quatre phases principales :

- **La 1^{ère} phase** (2000-2001 à 2005-2006) avec une production moyenne de **474.027,4** quintaux
- **La 2^{ème} phase** (2006-2007 à 2010-2011) a connu une chute de production avec **271.729,9** quintaux.
- **La 3^{ème} phase** (2011-2012 à 2015-2016) où la production a augmenté atteignant les **367.683** quintaux.
- **La 4^{ème} phase** (2016-2017 à 2019-2020) avec une production maximale de **520.715** quintaux.

I.4. Origine géographique du blé dur

Selon Feldman (2001), le blé dur est originaire de la Turquie, de la Syrie, de l'Iraq et de l'Iran.

D'après Adum et *al.*(2000), l'aire géographique du blé est le Tigre et L'Euphrate (aujourd'hui l'Iraq), qui s'est étendue jusqu'au Nil en Egypte où des variétés de blé ont été découvertes dans les temps des égyptiens.

I.5. Etude botanique

Le blé est issu d'une plante sauvage du genre *Triticum* dont la cellule peut être diploïde ($2n=14$ chromosomes), tétraploïde ($4n=28$ chromosome) et hexaploïde ($2n=42$ chromosomes).

Les variétés diploïdes sont les plus répandues sous le nom de *Triticum monococum* et le blé dur est le résultat d'un croisement spontané entre le *Triticum monococum* sauvage et *Aegilops speltaoides* (Gallais et Bannerot, 1992).

Selon Feillet (2000), le blé dur est une plante annuelle monocotylédone qui appartient à la famille des graminées dont la classification botanique est la suivante :

Règne :	Plantae
Sous-règne :	Cormophyte
Embranchement :	Spermaphytes
Sous-embranchement :	Angiospermes
Classe :	Monocotylédones
Ordre :	Comméliniflorales
Sous/Ordre :	Poales
Famille :	Poaceae
Tribu :	Triticées
Genre :	<i>Triticum</i> sp
Espèce:	<i>Durum Wheat</i>

I.6. Description morphologique

I.6.1. Partie aérienne

- ✓ **Tige** : La tige commence à prendre son caractère au début de la montaison. Elle prend sa vigueur et porte 7 à 8 feuilles, elle présente des bourgeons auxiliaires que sont à l'origine des talles, elle s'allonge considérablement à la montaison.

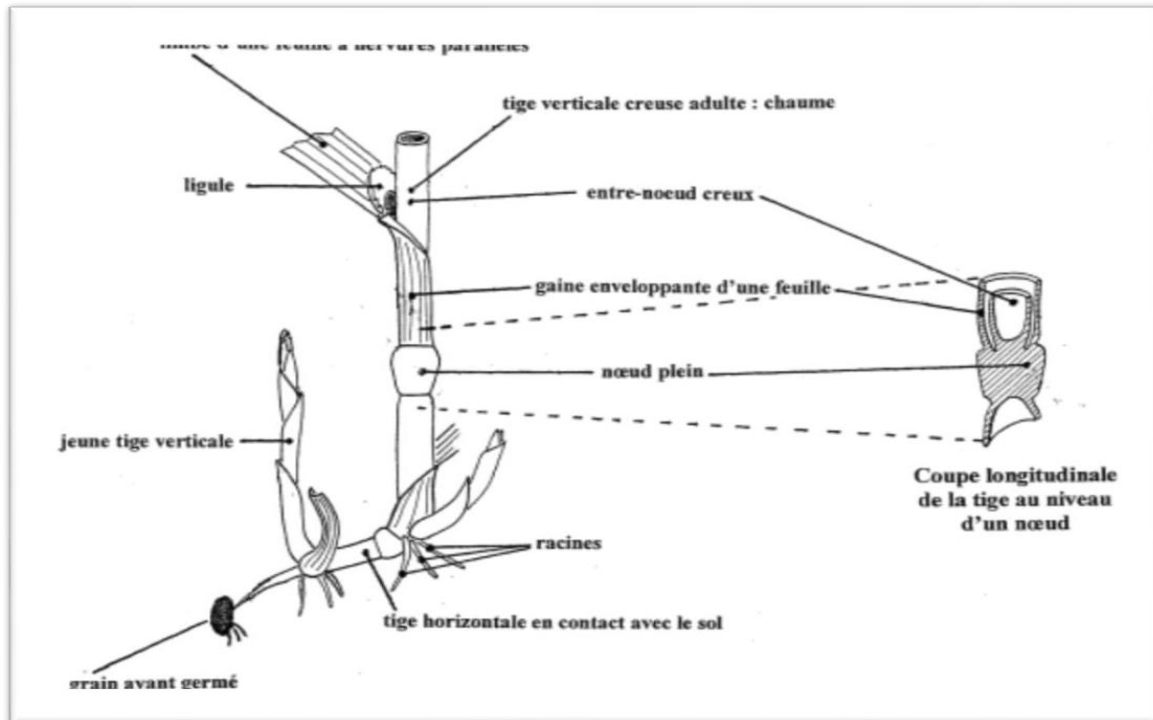


Figure 02.L'appareil végétatif de blé dur (Jouve et Daoudi, 2001).

- ✓ **Feuilles** : Selon Soltner (1980), le blé se présente comme une plante herbacée à feuilles assez longues. La feuille se compose de deux parties : une partie supérieure en forme de lame (le limbe) et une partie inférieure (la gaine).
- ✓ **Fleurs** : Les fleurs sont groupées en inflorescence. Une inflorescence est composée d'unités morphologiques de base qui sont les épillets (groupe de fleurs). Ces derniers sont attachés à l'axe ou rachis de l'épi portant de 15 à 25 épillets comportant chacun 3 à 5 fleurs. Chaque fleur est enveloppée de deux glumes l'une à l'intérieur et l'autre à l'extérieur.
- ✓ **Épis** : il est généralement barbu, compact portant des glumes longues fortement cornées étoilés et allongées.

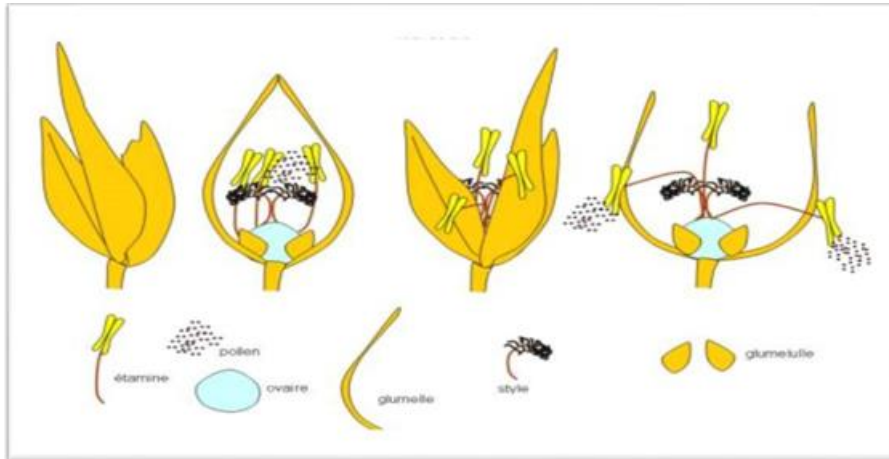


Figure 03. L'appareil reproducteur de blé dur (Gate, 1995).

- ✓ **L'appareil reproducteur :** Les fleurs sont regroupées en inflorescence correspondant à l'épi dont l'unité morphologique de base est l'épillet constitué de grappe de fleurs enveloppées de leurs glumelles et incluses dans deux bractées appelées les glumes (inférieure et supérieure) (Gate,1995).

I.6.2. Partie souterraine

- ✓ **Racines :** Les racines de blé sont de type fasciculé peu développé. Le système racinaire est caractérisé par :
 - Les racines primaires ou secondaires qui assurent la croissance de la plantule jusqu'au tallage ;
 - Les racines secondaires ou adventives sont émises à partir du plateau de tallage.

La profondeur des racines varie selon le travail du sol ainsi que l'humidité du sol. 50 % du poids total des racines se trouve entre 0 et 25 cm de profondeur et 10 % entre 20 et 50 cm. Elles peuvent atteindre 1 m à 1.2 m dans un sol bien profond (Soltner, 1980).

I.6.3. Grain

Le blé dur, comme la plupart des graminées, possède un caryopse de forme ovoïde plus ou moins allongée. Il a une face dorsale plus ou moins bombée et une face ventrale comportant un sillon profond. Sur sa partie supérieure de courts poils forment la brosse et sur la partie inférieure, visible sur sa face dorsale, se trouve le germe (figure 03).

Le grain se compose de trois parties principales (Soltner, 1980) :

- ✓ **L'enveloppe :** Elle protège le grain pendant sa formation dans l'épi, au cours de sa

conservation et pendant la levée, dans le sol, en limitant l'entrée des moisissures et des bactéries. Toutefois le péricarpe n'est pas étanche et permet le passage de l'air et de l'eau. Son contenu est riche en matières minérales, matières protéiques et en matière grasse. Les pigments donnent la couleur propre des grains.

- ✓ **Le germe ou embryon** : comprend deux parties ; le cotylédon ou scutellum riche en lipides et protéines et comprend la plantule plus ou moins différenciée.
- ✓ **L'albumen ou amande** : constitue presque tout l'intérieur du grain et est composé de 70 % d'amidon et de 7 % de gluten. Chez le blé dur l'albumen est corné vitreux.

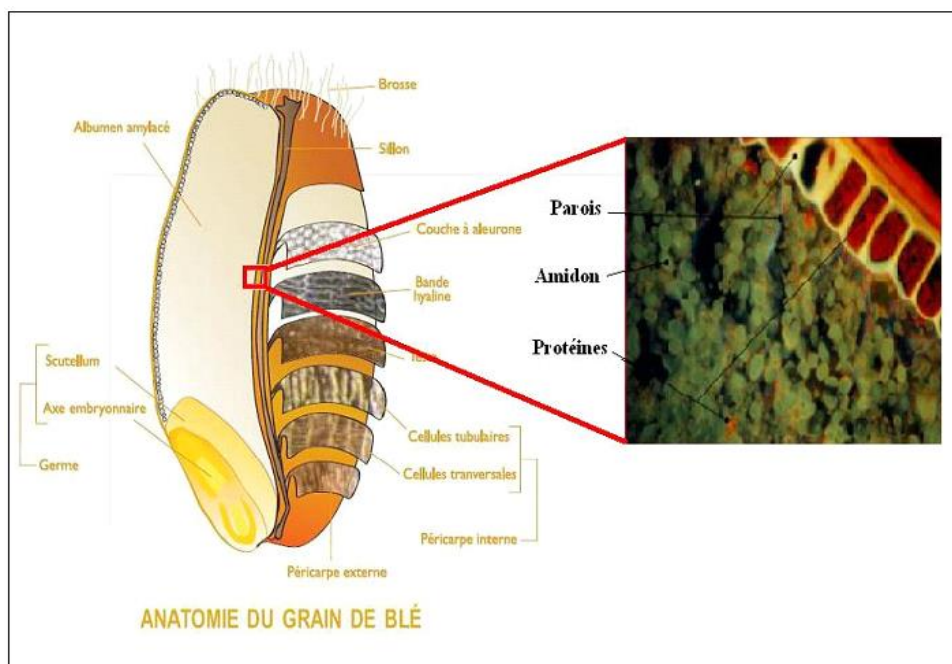


Figure 04. Coupe longitudinale du grain de blé dur (Paul, 2007).

I.7. Croissance et développement de la culture du blé dur

Le cycle de développement du blé (figure 05) comporte deux grandes périodes : une période végétative et une période reproductrice.

- ❖ **La période végétative** : Elle comporte la germination, le pré-tallage et le tallage.
- ❖ **La période reproductrice** : Elle comprend les phases de montaison, d'épiaison, de floraison et de maturation.

I.7.1. Période végétative

- ✓ **Germination** : La germination exige certaines conditions de milieu comme l'hydratation du grain qui doit être au moins de 30 %, avec la présence d'O₂ libre et

une température de 2°C. Au cours de cette étape, il y a gonflement du grain par absorption d'eau puis à la base du grain (place du germe), apparaissent les premières racines (séminales) et une tige portant les premières feuilles (Clément, 1971).

- ✓ **Pré-tallage** : La levée commence quand la plantule sort de la terre et que la première feuille pointe au grand jour son limbe (Henry *et al*, 2000)
- ✓ **Tallage** : Le tallage vient après la levée, et continue jusqu'à l'apparition du premier nœud. Au cours de cette phase, il y a ramification de la tige et apparition de nouvelles racines appelées adventives et de nouvelles feuilles sur chaque tige (Henry *et al*, 2000).

I.7.2. Période reproductrice

- ✓ **Montaison** : Cette phase débute quand le premier nœud est à 1 cm, l'allongement des talles s'accélèrent. Certaines talles régressent et finissent par se dessécher. Cette période correspond à la différenciation des ébauches de l'inflorescence. Durant cette étape, les besoins de la culture en fertilisants deviennent importantes (Prats et Clement, 1971).
- ✓ **Épiaison** : Durant cette phase il y a l'apparition de l'épi à partir de la gaine de la feuille drapeau ou de la dernière feuille quand 50 % des épis sont sorties. La durée de la phase épiaison est en moyenne de 32 jours (Prats et Clement, 1971).
- ✓ **Floraison** : La floraison débute à partir du moment où quelques étamines sont visibles dans le tiers moyen de l'épi, en dehors des glumelles. Elle marque la fin de l'épiaison et le début de la formation du grain (Gate, 1995).
- ✓ **Maturation** : Selon Gate (1995), Cette phase comporte les trois stades suivants :
 - **Stade grain laiteux** : Durant lequel, il y a un accroissement du poids de l'eau et la matière sèche dans le grain, et qui devient laiteux. La température influe sur la durée qui s'accroît lorsque celle-ci est faible.
 - **Stade grain pâteux** : A ce stade il y a une dessiccation croissante du grain. La plante est sèche, le grain durci, peut être encore rayé à l'ongle ; sa teneur en eau de 40 % à 50 %.
 - **Stade maturation** : Le grain durcit, et devient cassant, l'épi s'égrène et la paille est fragile, son humidité de 12 à 13 %.

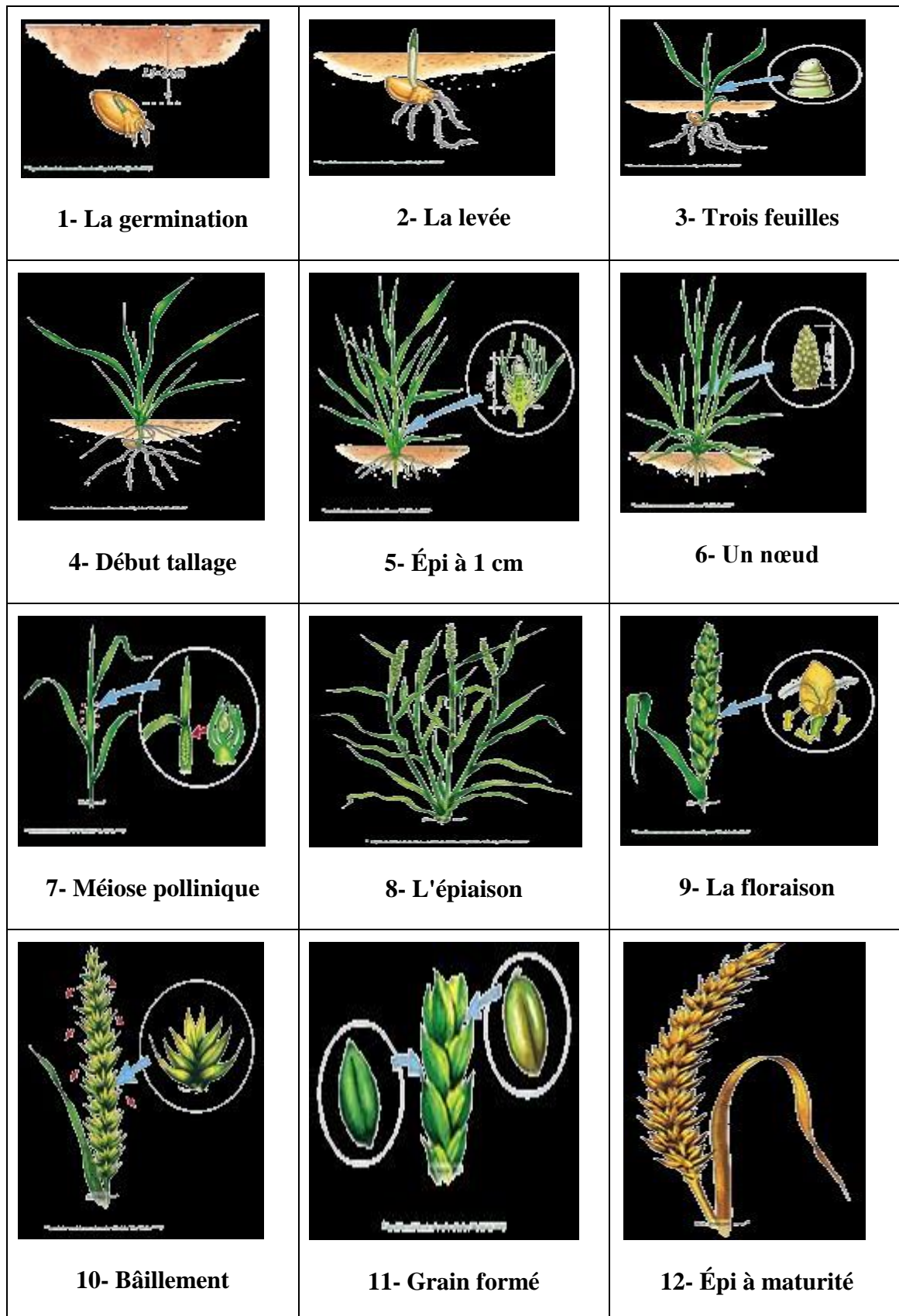


Figure 05. Stades de développement du blé (HYNO, 2014)

I.8. Exigences de blé dur

I.8.1. Exigences édaphiques

D'après Soltner (2000), le blé dur préfère les sols argilo-calcaire ou limoneux à limono-argileux à cause de son système racinaire fasciculées. Les sols qui conviennent le mieux au blé dur sont :

- ✓ Les sols profonds (plus de 60cm de profondeur) ;
- ✓ Les sols suffisamment riches en matières organiques et minérales ;
- ✓ Les sols bien drainés pour éviter tout développement de maladies ;
- ✓ Les sols capables de maintenir une réserve en eau suffisant pour assurer une bonne alimentation au moment de l'accumulation des réserves dans le grain.

I.8.2. Exigences climatiques

➤ **La température**

Les études du rythme de développement et de la productivité des variétés de céréales ainsi que la variabilité génotypique de réponses aux basses températures indiquent que les variétés précoces sont mieux dotées pour esquiver le déficit hydrique et les hautes températures de fin de cycle (**Mekhlouf et al., 2002**). La tolérance génétique aux basses températures est cependant nécessaire pour ce type de variété pour réduire les risques de rendement nulle en année gélive (**Mekhlouf et al., 2005 ; Annichiarico et al., 2005**).

Les basses températures hivernales affectent rarement les blés sous climat méditerranéen, sauf au-dessus de milles mètres, lors des années où le froid survient sans enneigement des sols. La plupart des blés cultivés montrent une résistance limitée au froid, mais les parties endommagées sont généralement remplacées par des talles plus jeunes (**Baldy, 1993**).

Masse et al. (1985), ont remarqué que les chutes de fertilité des épis en semis très précoces sont dues aux dégâts de gel au cours de la montaison et que ceci est d'autant plus marqué que la variété est précoce à la montaison. **Gate (1995)** précise qu'une seule journée à une température minimale inférieure à -4°C entre le stade épi à 1cm et le stade du premier nœud pénalise le nombre de grains par épi. **Blouet et al. (1984)** ont constaté que des températures inférieures ou égales à -5°C sont néfastes durant la phase germination -levée. Pour réduire les risques de baisse de rendement grain liés aux effets du gel tardif, la tolérance aux basses

températures est recherchée (**Mekhlouf et al. 2001**).

Les hautes températures sont parmi les facteurs importants intervenant dans la limitation des rendements. Elles affectent fortement les organes floraux et la formation des fruits, ainsi que le fonctionnement de l'appareil photosynthétique (**El Madidi et Zivy, 1993**). Une chaleur excessive agit sur la plante en provoquant une déshydratation résultant d'une transpiration accélérée.

Si le sol ne peut assurer une alimentation suffisante en eau, il ya perte de turgescence et flétrissement. Ce phénomène peut être temporaire, la plante peut récupérer assez d'eau pendant la nuit par suite de la réduction de la transpiration. Si l'approvisionnement des sols est insuffisant, le flétrissement devient permanent avec coagulation du protoplasme et mort de la plante (**Diehl, 1975**). La résistance au stress thermique est étroitement liée à l'alimentation de la plante en eau. Elle dépend également d'autres caractères morphologiques tels que la structure de la feuille et le nombre et les dimensions des stomates (**Diehl, 1975**).

L'activité physiologique du blé est maximale à 25° C; des températures de 28 à 32°C sont considérées comme stressantes. Les hautes températures, au-dessus de 30°C, affectent le poids final du grain en réduisant la durée de remplissage du grain (**El khatib et Paulsen, 1984; Jenner, 1994**). Le stress thermique, durant la période pré-anthèse, modifie non seulement le poids final du grain, mais aussi le nombre de grains (**Wardlaw et al., 1989**). Au-delà de 32°C, on peut observer des dommages irréversibles pouvant aller jusqu'à la destruction de l'organe ou de la plante (**Belhassen et al., 1995**).

Hauchinal et al. (1993) notent une réduction du rendement grain des semis tardifs, liée à une diminution du nombre d'épis et du poids moyen du grain, causée par les effets des hautes températures. (**Combe et Picard, 1994**) rapportent que le remplissage de la graine est affecté par les hautes températures, surtout pendant le pallier hydrique.

➤ **Lumière**

La lumière est un paramètre climatique indispensable qui agit directement sur le bon fonctionnement de la photosynthèse et le comportement du blé. Selon Soltner (1988), le bon tallage est garanti si le blé est placé dans les conditions optimales d'éclairement.

➤ **Exigences en eau**

L'eau constitue le véhicule des éléments nutritifs et avec lequel s'effectuent les différentes réactions métaboliques, ce qui le rend par conséquent indispensable pour le

développement et la croissance de la plante.

D'après Moule (1980), pour assurer un rendement intéressant le blé a besoin de 550 à 600 mm de pluie, selon le climat et la longueur du cycle végétatif.

Selon Bonnefoy et Moynier (2014), les besoins en eau de la culture du blé varient comme suit :

- ✓ Durant la phase (épis 1 cm – 2 nœuds) d'une durée de 20 à 25 jours, elle est de 60 mm
- ✓ Durant la phase (2 nœuds – floraison) d'une durée de 30 à 40 jours, elle est de 160 mm
- ✓ Durant la phase (floraison - grain laiteux) d'une durée de 20 à 25 jours, elle est de 140 mm
- ✓ Durant la phase (grain laiteux – maturité) d'une durée de 15 à 20 jours, elle est de 90 mm

I.9. Les principales maladies du blé dur et leurs traitements

Selon Soltner (1980), les principales maladies auquel est exposé le blé dur sont les suivantes :

❖ L'oïdium

L'oïdium est un champignon qui attaque les feuilles, les tiges et les épis, il se développe grâce à une hygrométrie élevée et à des températures douces. La maladie cause généralement le manque de talles à partir de la montaison sur toutes la plante d'où perte de rendement (jusqu'à 20 %). On peut traiter si besoin en début montaison. Le traitement de cette maladie se fait par :

- Rotation des cultures.
- Variétés résistantes.
- Traitement de semences.



Figure 06. Oïdium de blé dur sur les feuilles (Syngenta France, 2006)

❖ La fusariose

Elle est due à un champignon forme qui infecte les grains, les semis et les plants adultes. Il existe deux types de souches : *Fusarium roseum* qui se développe sur les épis et *Microdochium nivale* sur les feuilles. Le traitement de cette maladie se fait par :

- Rotation des cultures.
- Bonne préparation du sol avec enfouissement léger des matières organiques.
- Traitement des semences.
- Traitement fongicides en végétation (montaison-épiaison)



Figure 07. La fusariose dans les épis (Syngenta France, 2006)

❖ La septoriose

Il existe deux sortes de souches : *Septoria tritici* et la *Septoria nodurum*. *Septoria tritici* affecte les feuilles et rarement les épis, on observe des plaques aqueuses, qui prennent rapidement une apparence brune et nécrotique au début décembre, ainsi que tout au long de l'hiver sur les étages foliaires inférieurs. Cette maladie peut causer des pertes allant jusqu'à 40%). Le traitement de cette maladie se fait par :

- Rotation des cultures.
- Traitement des semences.
- Traitement fongicides en végétation (montaison-épiaison).

Septoria nodurum affecte les plantules, les feuilles, les épis et les tiges ; elle peut se propager par les graines et contaminer les semis, et se manifester par la présence de zones vert foncé mouillées sur la coléoptile, qui devient nécrosé. Elle peut provoquer de gros dégâts. Le traitement de cette maladie se fait par :

- Rotation des cultures.
- Traitement des semences.
- Traitement fongicides en végétation (montaison-épiaison).



Figure 08. La maladie de septoriose sur feuille (Syngenta France, 2006)

❖ **La tache auréolée**

Des taches brunes, rondes ou ovales, accompagnées d'un halo de chlorose apparaissent dès le mois d'avril si les températures sont entre 12 et 16°C et que l'humidité est présente. Elles peuvent s'étendre jusqu'à former un réseau nécrotique-chlorotique. Cependant, la présence de petites nécroses de couleur brun foncé au centre des taches chlorotiques est un critère distinctif des lésions de *P. tritici-repentis*.



Figure 09. La tache auréolée sur les feuilles de blé dur (Syngenta France, 2006)

❖ **La rouille jaune et brune**

Ce sont des petites pustules dispersées jaunes ou brunes qui apparaissent sur les faces supérieures des feuilles. Elles agissent négativement sur le bon déroulement de la photosynthèse. Cette maladie apparaît en conditions humides et fraîches tandis que la rouille brune apparaît en conditions douces et humides. Elle cause des dégâts plus ou moins importants où les pertes peuvent atteindre 25 %. Les triazoles ou strobilurines sont les traitements les plus conseillés.



Figure 10. La rouille brune dans la feuille de blé dur (Syngenta France, 2006)



Figure 11. La rouille jaune sur les feuilles (Syngenta France, 2006)

I.10. Conduite de la culture du blé dur

I.10.1. Préparation de lit de semence

Les séquences de travail du sol à adopter doivent être fonction du précédent cultural. Différentes recommandations en matière de travail du sol pour la préparation du lit de semence du blé sont avancées par les auteurs dans ce sens. Il est recommandé de tasser légèrement le lit de semence avec le rouleau, surtout lorsque le profil est sec en surface pour améliorer le contact des graines avec la terre.

Dans le cas où il y a eu formation d'une croûte de battance, il est recommandé d'utiliser le rouleau adents "Croskills" ou la herse pour aider les jeunes plantules de blé à germer (Alaoui et Andich, 2003).

a) Installation de la culture

✓ Date de semis

Les dates de semis doivent être raisonnées de façon à ce que la culture arrive au stade plantule au moment où les températures sont à leurs valeurs minimales. Ceci permet aux plantules de blé dur d'accumuler suffisamment d'énergie leur permettant de reprendre leur croissance après cette période de froid hivernal (Karrou, 2003).

La date de semis conseillée pour les régions semi-arides Algériennes s'étale du mi-novembre à mi-décembre (ITGC, 2012-2013)

✓ **Profondeur de semis**

Selon Karrou (2003), la profondeur de semis au semoir peut varier de 1,5 à 7,5 cm, selon les conditions de sol. Cependant, on peut amoindrir cet écart de profondeur en utilisant des dispositifs tasseurs, qui retiennent la semence au fond de la raie. Le nivellement du terrain et des vitesses de semis plus lentes aidera à amoindrir l'écart de profondeur. Le rendement des céréales est considérablement influencé par la variabilité de la profondeur du semis.

Dans le cas du semis mécanique :

- Réglez le semoir à nouveau à chaque fois qu'on procède au changement de la variété, car le poids moyen du grain est différent d'une variété à l'autre ;
- Vérifiez le débit réel du semoir, en semant sur une dizaine de mètres sur une surface plane et suffisamment compacte et en procédant au comptage des grains semés ;
- Vérifiez si le nombre de grains semés par mètre carré correspond à la densité de semis que vous souhaitez avoir ;
- Vérifiez la profondeur de semis en déblayant le sol. La profondeur de semis ne doit pas dépasser 7.5 cm (Karrou 2003), car le respect de la profondeur conditionne la vigueur des plantes, leur capacité de tallage et d'enracinement.

✓ **Fertilisation**

- **Fertilisation azotée** : Le blé dur a besoin de la plus grande part de ses besoins en azote pendant la phase tallage- remplissage du grain. La quantité nécessaire peut provenir des réserves d'azote du sol ou d'un engrais de fond (Lesouder, 2014). Il a besoin de 46 à 70 unités par hectare d'azote (ITGC, 2016).

- **Fertilisation phospho –potassique** : Sachant qu'il faut 1,7 kg de P et 2,2 kg de K pour produire un quintal de blé, les besoins de la culture dépendent du rendement objectif. Or, ce dernier varie essentiellement en fonction des disponibilités en eau (Alaoui et Andich, 2003).

D'après l'ITGC (2006) les doses conseillées pour le blé dur sont : 46 unités par hectare de phosphore et de potasse.

✓ **L'irrigation de complément**

L'irrigation de complément est conçue comme des apports d'eau permettant à la culture d'assurer une production en cas de déficit pluviométrique. Le but de l'irrigation de complément comporte les points suivant :

- Lutte contre le stress hydrique ;
- Une bonne germination-levée en cas de retard des pluies automnales ;
- Meilleure valorisation de la fertilisation printanière ;
- Augmentation du rendement ;
- Diminuer le taux des sels dans le sol par le lessivage.

Les doses d'irrigation recommandées tiennent compte des besoins en eau de la culture, de la pluviométrie enregistrée et des réserves en eau dans le sol (nature et capacité de rétention du sol).

✓ **Désherbage**

La rotation des céréales avec des cultures nettoyantes, comme les légumineuses alimentaires, la betterave à sucre, le tournesol, etc..., l'utilisation des semences certifiées et propres, parmi d'autres techniques permettent de réduire leur impact sur la culture. La lutte chimique est aussi conseillée comme moyen de lutte sûre et efficace.

✓ **Récolte**

Le grain de blé dur est mur lorsqu'il casse sous la dent. Un taux d'humidité de 15 %, une hygrométrie de l'air ambiant inférieure ou égale à 70 % et une température de l'air et du grain de 10 °C sont indiqués pour une bonne conservation (Alaoui et Andich, 2003). La période de récolte diffère selon l'espèce, la variété et la région : de fin mai à juillet.

II. Notion de sécheresse

La sécheresse affecte plusieurs variables physiologiques de la plante. Ceci se répercute sur croissance et le développement de la culture et se traduit par une baisse de rendement en grain selon son intensité et sa date d'apparition au cours du cycle de développement. Elle est à l'origine du stress hydrique et thermique.

En agriculture la sécheresse commence à avoir des impacts très négatifs sur la production agricole dans la région méditerranéenne. Elle se traduit par une absence prolongée avec une faible distribution des précipitations, en relation avec une valeur dite normale (McKee et *al.*, 1993).

II.1. Concept du phénomène de la sécheresse

Selon François et Christian (2005), on parle de sécheresse lorsque la pluviométrie est

évidemment insuffisante par rapport aux valeurs moyennes ou normales de pluviométrie d'une région, provoquant une diminution de quantité d'eau emmagasinée dans le sol ce qui se traduit par des effets négatifs sur les végétaux et les besoins d'eau en agriculture.

Il existe plusieurs types de sécheresse ; la sécheresse météorologique, hydrologique, agricole et socio-économique (Wilhite et Buchanan, 2005). Celles qui sont en relation avec l'agriculture sont:

- ✓ **La sécheresse météorologique** : Elle est basée sur le degré d'aridité d'une période sèche par rapport à la normale (médiane ou moyenne) et sur la durée de cette période sèche.
- ✓ **La sécheresse hydrologique** qui est la diminution des ruisseaux et des rivières. Elle intervient après l'épuisement de la réserve en eau des sols. A ce niveau, on parle de sécheresse hydrologique. Quand cette situation s'aggrave encore, alors les nappes phréatiques, puis souterraines disparaissent au fur et à mesure.
- ✓ **La sécheresse agricole** : Elle est attachée au taux d'humidité du sol agricole à 1 mètre de profondeur. Lorsqu'elle a lieu, la réserve utile des sols des végétaux s'épuise et peut entraîner des effets dramatiques sur les plantes. Cela ralentit la montée de la sève.

II.2. Sécheresse et cycle du blé dur

Selon (Benseddik et Benabdelli, 2000), il faut noter que les céréales sont confrontées à plusieurs types de sécheresse qui les affectent au cours de leur cycle de développement, il s'agit de :

- ✓ La sécheresse au début de cycle végétatif et qui affecte l'installation de la culture ;
- ✓ La sécheresse du milieu de cycle végétatif et qui affecte principalement la fertilité d'organes reproducteurs de la plante ;
- ✓ La sécheresse de fin de cycle végétatif qui affecte la formation et le remplissage de grain.

II.3. Adaptation des cultures à la sécheresse

Les cultures possèdent des capacités de développer des mécanismes d'adaptation avec les contraintes du milieu en adéquation avec leur cycle de développement

Selon (Ben Naceur *et al.*, 1999), La précocité constitue un important mécanisme

d'esquive de la sécheresse de fin de cycle

Au stade épiaison, la précocité est un moyen d'esquive important du stress de fin de cycle chez le blé dur. Dans les régions arides à semi-arides, l'adoption de variétés à cycle relativement court est nécessaire (Makhloof *et al.*, 2006).

La sécheresse peut engendrer des modifications qui affectent la partie aérienne ou souterraine, réduction de la surface foliaire et du nombre de talles, enroulement des feuilles ainsi que sur le développement du système racinaire (Slama *et al.*, 2005).

II.4. Stress en agriculture

Les stress environnementaux nés de la fluctuation des facteurs abiotiques (sécheresse, salinité, température) affectent les conditions de croissance, le développement et le rendement des plantes (Madhava Rao *et al.*, 2006). Il existe différents types de stress :

✓ Stress hydrique

En agriculture, le stress hydrique s'explique comme un déficit de précipitations qui réduisent significativement les productions agricoles par rapport à la moyenne pour une région de grande étendue (Bootsma *et al.*, 1996).

Le déficit hydrique s'installe dans la plante quand l'absorption ne satisfait pas la transpiration de cette dernière. Une partie des processus physiologiques commence à être affectée (Gate, 1995). Il provoque la mise en place d'un état de régulation hydrique de la plante qui se manifeste par la fermeture stomatique et par une régulation du potentiel osmotique (Brisson et Delecolle, 1992). Cependant, cette fermeture des stomates qui constitue un moyen de résistance a comme conséquence, une réduction des échanges gazeux qui se traduisent par une réduction de la production chez la culture

✓ Stress thermique

Le stress thermique possède des effets non négligeables sur la croissance du blé dur au cours de ses phases végétatives et sur le rendement et ses composantes s'il apparaît en fin de cycle durant les stades de remplissage et maturation.

Selon Gate (1979), les températures élevées réduisent en premier lieu la taille et le poids des organes (comme la hauteur et la biomasse de la tige, le poids des grains...) et diminuent aussi la taille des puits qui sont à leur origine.

L'abaissement brutal de la température, en dessous de 0 °C, provoque de nombreuses

perturbations au sein du végétal. Lorsque la température chute fortement, des cristaux de glace se forment dans les espaces intercellulaires déshydratant les cellules dont l'eau est appelée vers ces espaces. La membrane plasmique perd sa perméabilité spécifique et il y a perturbation du fonctionnement cellulaire (Levitt, 1982).

III.1. Synthèse climatique de la wilaya de Sidi Bel Abbès sur 14 ans

- **La pluviosité**

Les pluies représentent la variable climatique qui a généralement les effets les plus importants sur les cultures.

Dans la wilaya de Sidi Bel Abbès, le climat est caractérisé par une sécheresse printanière au mois d'avril à mai et par une longue période de sécheresse estivale variant de 5 à 6 mois. L'analyse quantitative des précipitations (figure 12), sur une période de 14 ans (2001/02-2014/15) évoque une répartition irrégulière des pluies d'une année à une autre. Sur les 14 ans, 7 années reçoivent un cumul compris entre 350 et 500 mm, 3 années entre 250 et 350 mm et 4 années moins de 250 mm.

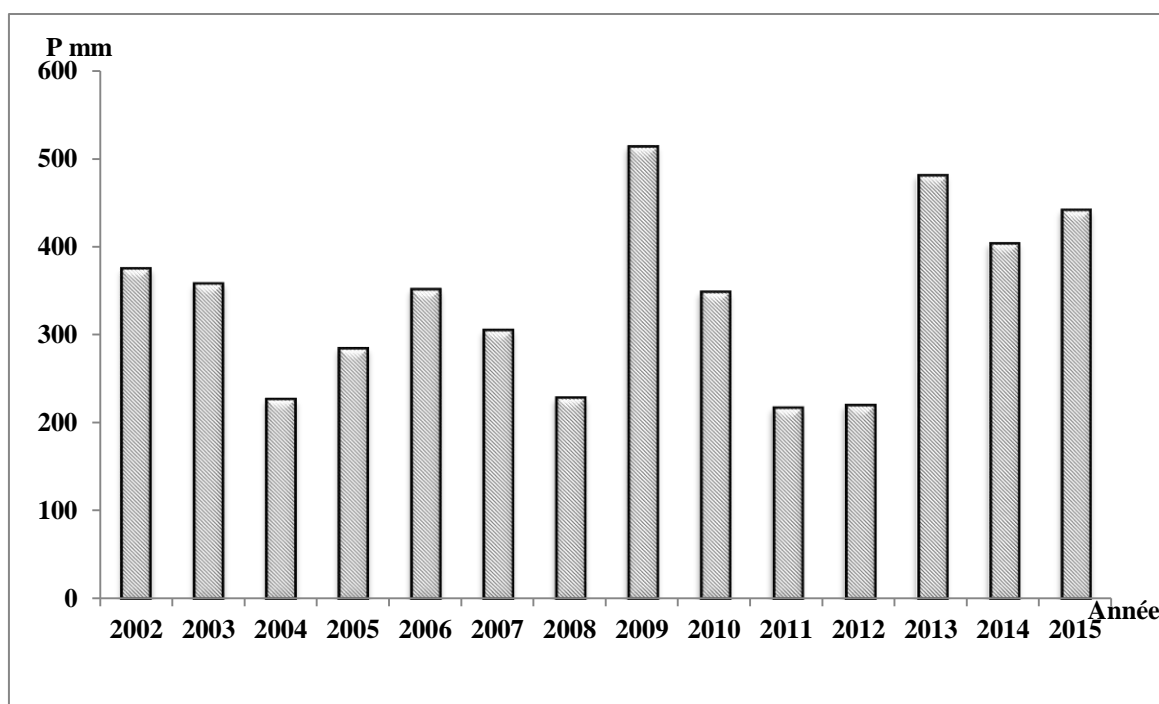


Figure 12. Evolution annuelle des précipitations dans la région de Sidi Bel Abbés.

Période 2002-2015 (Moyenne sur 14 ans) (ONM, 2016).

La région de Sidi Bel Abbès connaît un considérable déficit hydrique lors de la dernière décennie. Cette irrégularité peut provoquer des accidents physiologiques et certaines maladies pour la culture des céréales (Figure 13).

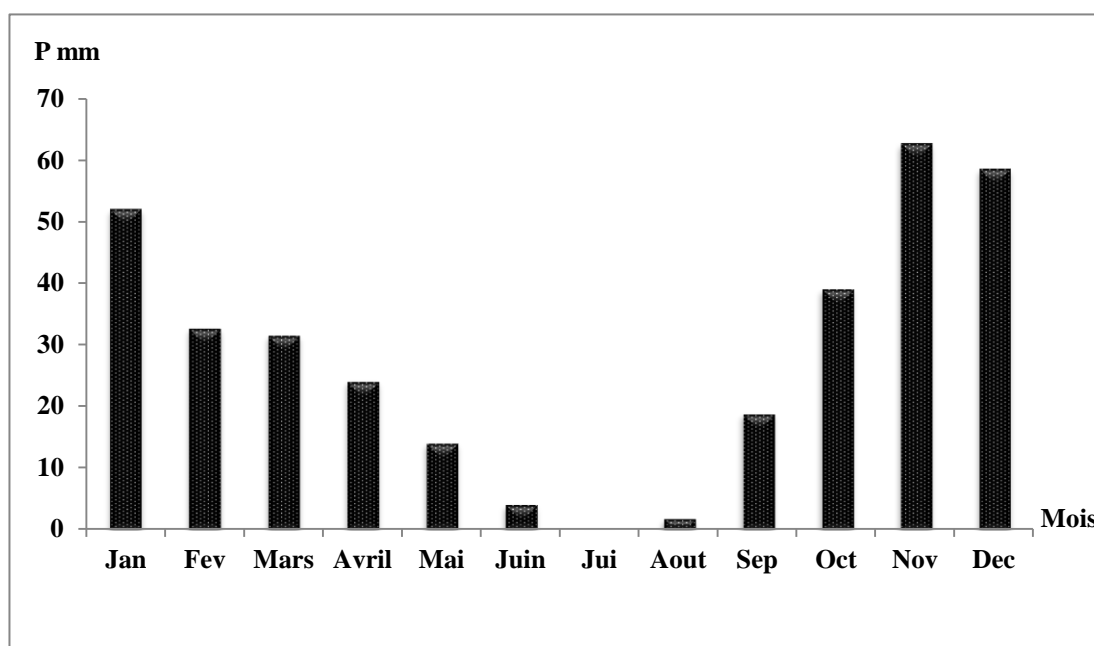


Figure 13. Evolution mensuelle des précipitations dans la région de Sidi Bel Abbés. Période 2002-2015 (Moyenne sur 14 ans) (ONM, 2016).

- **La température**

Son action s'exerce de plusieurs façons :

- En provoquant le gel des cultures en début ou en fin de végétation.
- Par une insuffisance générale limitant la croissance.
- En augmentant la demande climatique en eau.
- En entraînant des accidents physiologiques (difficultés de fécondation, échaudage...)

A partir des données recueillies sur les 14 ans (2002 - 2015), la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud (Aout) est de 28,1°C) et le mois le plus froid (Janvier) elle est de 8,2°C) (Figure 14).

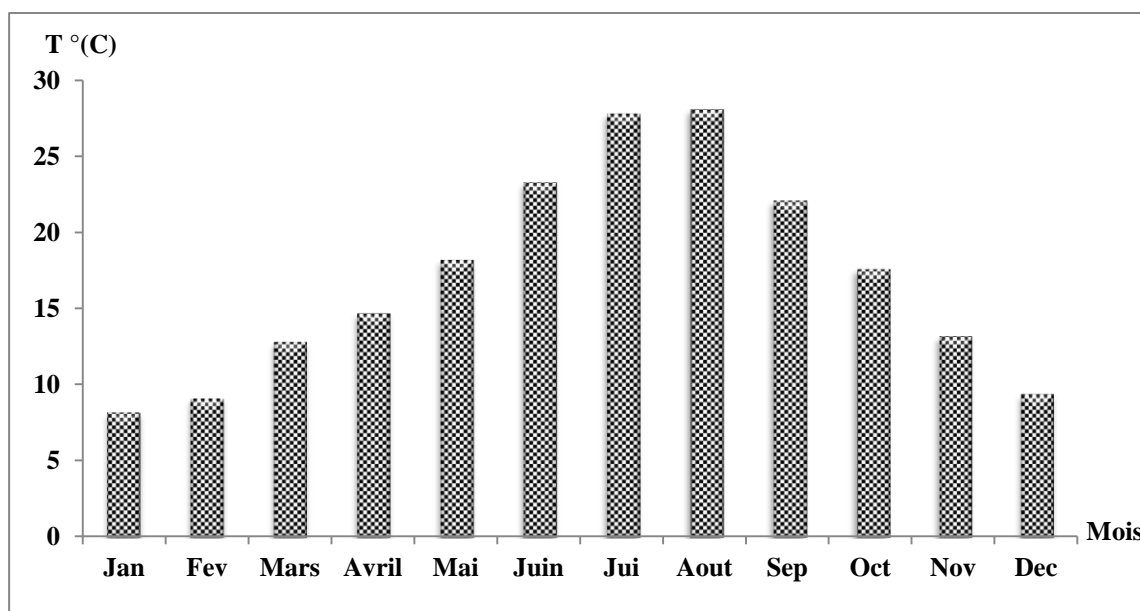


Figure 14. Evolution mensuelle des températures moyennes dans la région de Sidi Bel Abbés. Période 2002-2015 (Moyenne sur 14ans) (ONM, 2016).

- **Les gelées**

Très brusques, introduisant une variabilité instantanée des températures, ces gelées affectent particulièrement les cultures maraîchères et les vergers aux stades floraison. Apparaissant très tôt, à partir d'octobre, les gelées peuvent se manifester durant 7 mois dans l'année pour disparaître à la fin du mois d'avril. La période critique se situe du mois de décembre au mois de février. Cette période cumule près de 20 jours de gelées, soit le 70% du total annuel. Le reste ne s'observe qu'une fois tous les 5 ans.

- **Le siroco**

Le siroco souffle environs 15 jours par an, principalement en juillet-août, quelques fois aussi dès le mois d'avril, causant alors de sérieux dommages aux récoltes en exerçant une action desséchante. Ils pourront aggraver le déficit hydrique pendant la maturation, et provoquer l'échaudage des grains.

- **Les vents**

Les vents dominants sont du Nord-Ouest, observés en toute saison pendant 10 à 15 jours. Les vents du Nord sont aussi répartis sur toute l'année à raison de 4 à 5 jours par mois. Ils agiront fortement sur le développement des blés, en augmentant leur évapotranspiration ; ils n'auront généralement pas d'effet de verse, mais favorisent la transmission de maladies cryptogamiques, voir même des vols d'insectes (sauterelles, ...).

• Diagramme Ombrothermique

Pendant la période (2002 -2015), la région est caractérisée par une période sèche, très longue, qui dur 5 mois (Figure 15). Elle couvre la dernière quinzaine du mois de mai et s'étend jusqu'à la fin du mois de septembre. Elle comporte 127 jours biologiquement secs d'où son appartenance au groupe climatique méditerranéen ou plus particulièrement thermo méditerranéen. Ces données classent la région dans l'étage bioclimatique du semi-aride à hiver frais.

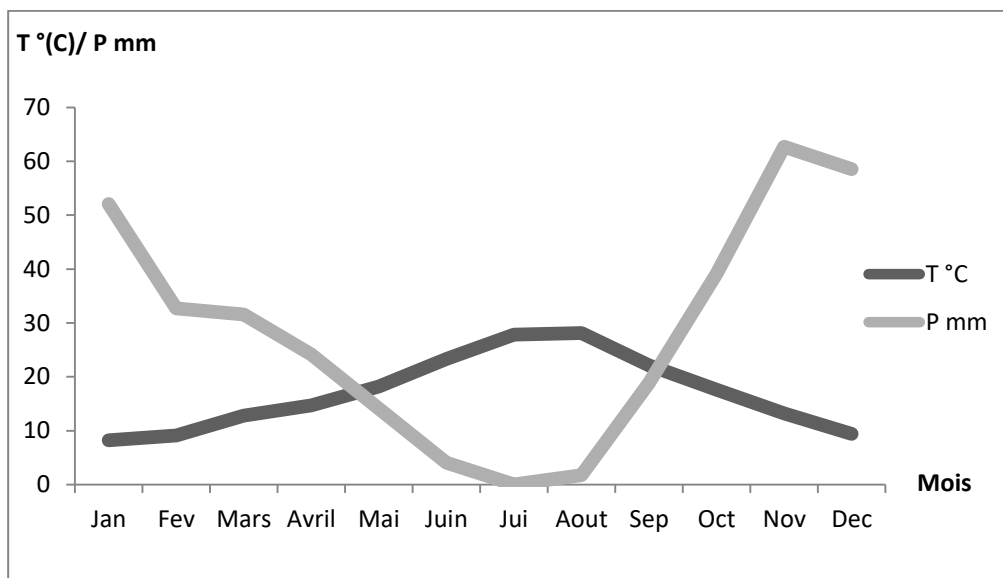


Figure 15. Diagramme Ombrothermique de Sidi Bel-Abbés pour la période sèche ONM (2002-2015).

III.2. Site expérimental

L'expérimentation a été réalisée pendant la campagne agricole 2020-2021 au niveau de la station expérimentale de l'ITGC (l'institut technique des grandes cultures) de Sidi Bel Abbas.

III.2.1. Situation géographique

La ferme de démonstration et de production de semences de Sidi Bel-Abbes est située dans l'Ouest de l'Algérie, au Sud-ouest de la ville de Sidi Bel-Abbes. Les coordonnées géographiques sont :

- . Longitude : 0° -38 Ouest
- . Latitude : 35° 11 Nord
- . Altitude : Sidi Bel-Abbes : 486 m.

III.2.2. Le climat

La majeure partie de la zone d'action de la ferme appartient à l'étage bioclimatique semi-aride, la moyenne pluviométrique annuelle (Seltzer, 2015) est de 395 mm. La moyenne des températures minimales du mois le plus froid "m" est de l'ordre de 2°C ; celle des températures maximales du mois le plus chaud "M" est de 34° C.

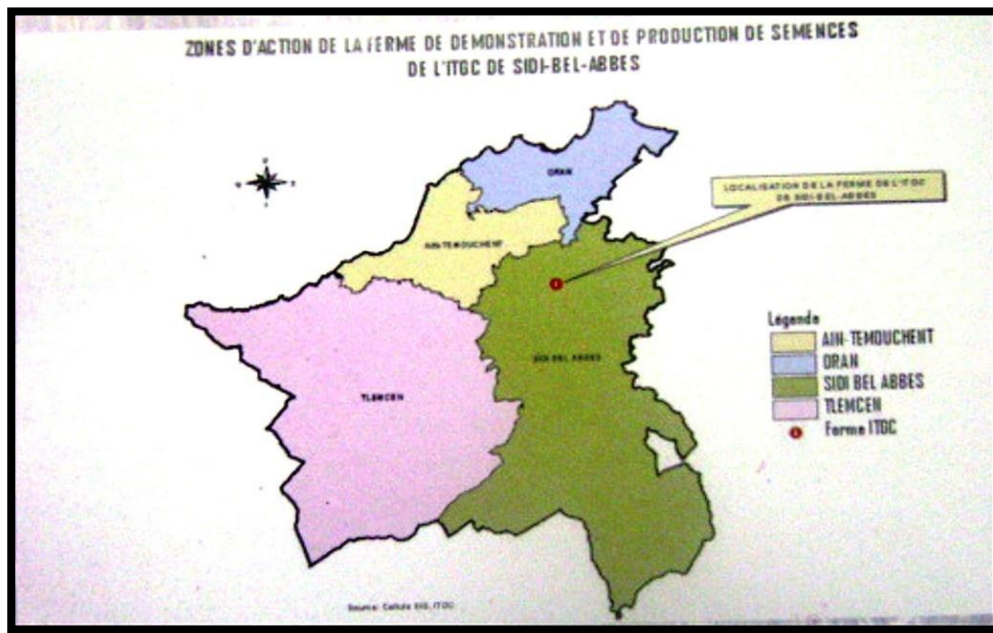


Figure 16. Situation de la ferme de démonstration et de production de semences de l'ITGC (Sidi Bel Abbés).

III.2.3. Le sol

Les terres de la ferme de l'ITGC de Sidi bel Abbès sont développées sur des roches calcaires donnant un relief plat avec des pentes moyennes de 2%. Ces terres représentent les terrasses de l'Oued Mekkera dont l'altitude varie de 475 – 480 m

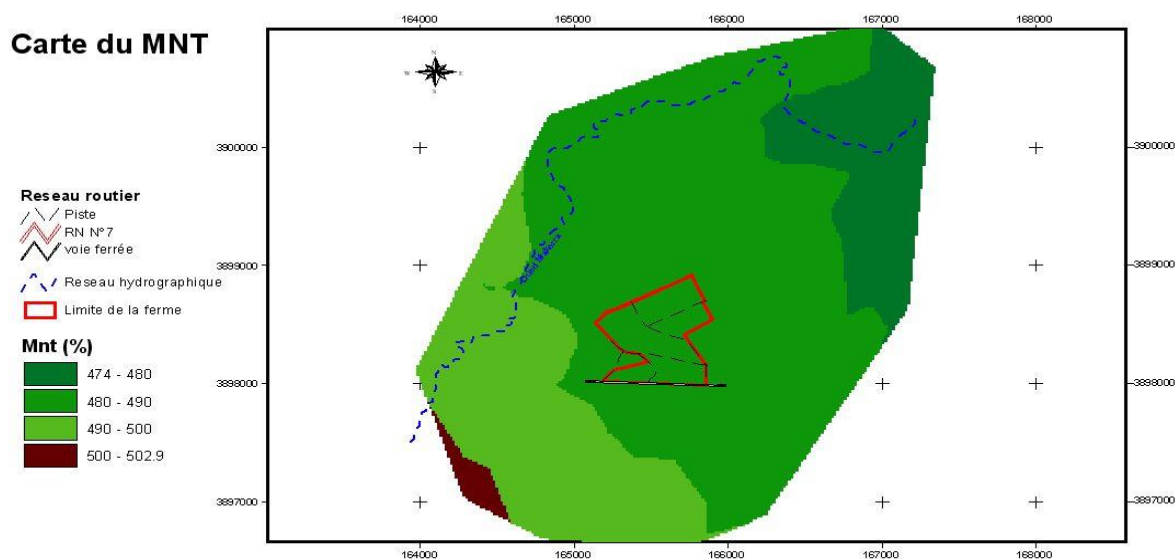


Figure 17. Modèle numérique de terrain du site de Sidi Bel Abbés de la ferme de démonstration et de production de semences de l'ITGC de SIDI BEL ABBES

III.3. Matériels végétal

Cet essai vise à expliquer l'influence de la date et densité de semis sur la production du blé dur dans la zone semis - aride de sidi bel abbés. Elle a été réalisée au niveau du terrain expérimental de l'ITGC.

Pour la réalisation de cet essai, 02 variétés de blés dur sont retenues dont les principales caractéristiques sont :

Tableau 01. Origine et caractéristiques des variétés étudiées.

Variété	Caractéristique
Chen"S"	<ul style="list-style-type: none"> • Caractéristique morphologiques Compacité de l'épi : compact Couleur de l'épi : blanc à roux pale Hauteur de la plante à la maturité : 65 à 75 cm • Caractéristiques culturales Alternativité : hiver Cycle végétatif : précoce Tallage : moyen à fort Résistance au froid : tolérante Résistance à la verse : résistante Résistance à la sécheresse : moyennement tolérante à la sécheresse Résistance Egrenage : résistante Résistance aux maladies Rouille jaune : résistante

	<p>Rouille brune : moyennement sensible Piétin verse : moyennement résistante Piétin échaudage : moyennement résistante Oidium : moyennement sensible Septoriose : tolérante</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conditions techniques <p>Date de semis : mi-novembre à la mi-décembre Dose de semis (kg/ha) : 110-150 Fertilisation (u/ha) Azotée : 46 à 90 Phosphate : 46 Potassique : 46</p> <ul style="list-style-type: none"> • Productivité <p>Rendement en grain optimal : 35 à 40 qx/ha</p> <ul style="list-style-type: none"> • Caractéristiques qualitative <p>Poids de mille grains (PMG) : moyen Mitadinage : résistante Moucheture : résistante</p>
<p>Ouarsenis</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Caractéristiques morphologiques <p>Compacité de l'épi : compact Couleur de l'épi : blanc Hauteur de la plante à la maturité : 90 à 100 cm</p> <ul style="list-style-type: none"> • Caractéristiques culturales <p>Alternativité : hiver Cycle végétatif : semi-précoce Tallage : fort Résistance</p> <ul style="list-style-type: none"> Au froid : tolérante À la verse : résistante À la sécheresse : tolérante <p>Egrenage : moyenne Résistance aux maladies</p> <ul style="list-style-type: none"> Rouille jaune : tolérante Rouille brune : tolérante Oïdium : moyennement tolérante <p>Septoriose : résistante Fusariose : résistante</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conditions techniques <p>Date de semis : mi-novembre à la mi-décembre Dose de semis (kg/ha) : 130 Fertilisation (u/ha) Azotée : 46 à 70 Phosphate : 46 Potassique : 46</p> <ul style="list-style-type: none"> • Productivité <p>Rendement en grain optimal : 50 qx/ha</p>

	<ul style="list-style-type: none">• Caractéristiques qualitative Poids de mille grains (PMG) : moyen Qualité semoulière : bonne Mitadinage : résistante Moucheture : sensible (en zone littorale)
--	--

III.4. Méthodes

III.4.1. Dispositif expérimental

Les essais ont été réalisés sur un précédent jachère. Un disquage et un recroisement ont constitué la préparation du lit de semence.

Tous les essais ont été réalisés dans des bonnes conditions d'humidité et avec une levée homogène. L'application d'un itinéraire technique complet a été faite pour l'ensemble des trois dates. Le dispositif est de type factoriel à deux facteurs (bloc aléatoire à deux facteurs) à 04 répétitions.

02 variétés de blé dur sont testées (chen's' et ouarsenis). Ces facteurs comportent quatre niveaux : D1 (250 grains/m²), D2 (300 grains/m²), D3 (350 grains/m²), D4 (400 grains/m²). Chaque niveau est un traitement statistique qui est représenté par une parcelle élémentaire. Chaque parcelle élémentaire est composée de six lignes de 10m de long avec interligne de 20 cm, faisant donc une largeur de 1.2 m.

La superficie donc de la parcelle élémentaire de forme rectangulaire est de 12 m². Le plan de l'essai est le suivant :

BLOC 4	V	V	V	V	V	V	V	V
	1	2	1	1	1	2	2	2
	D	D	D	D	D	D	D	D
	3	2	4	1	2	1	4	3
BLOC 3	V	V	V	V	V	V	V	V
	2	1	1	1	2	2	2	1
	D	D	D	D	D	D	D	D
	2	1	2	3	3	3	1	4
BLOC 2	V	V	V	V	V	V	V	V
	1	2	2	2	2	1	1	1
	D	D	D	D	D	D	D	D
	4	1	2	3	4	3	2	1
BLOC 1	V	V	V	V	V	V	V	V
	1	1	1	1	2	2	2	2
	D	D	D	D	D	D	D	D
	1	2	3	4	1	2	3	4

Figure 18. Factoriel à deux facteurs (bloc aléatoire à deux facteurs) à 04 répétitions

Conduite de la culture du blé dur

III.4.2. Semis

Le semis est effectué en trois dates :

- date 01 : 23/11/2020
- date 02 : 14/12/2020
- date 03 : 07/01/202

Pour réaliser la mise en place de l'essai, un semoir expérimental type oyord a été utilisé. Plusieurs densités de semi sont retenues : 250 – 300 – 350 et 400 grains/m². Une faculté germinative a été préalablement réalisée au laboratoire et prise en considération avec une majoration de 5 % dans la préparation des semences (doses).

III.4.3. Fertilisation

Un premier apport d'engrais de 70 unités/ha fertilisantes a été effectué le 15/11/2020 après labour à partir du NPK 15-15-15.

Un deuxième apport de 50 unités/ha d'azote à partir de l'urée 46 % a été effectué le 15/03/2021 au stade fin tallage. Au total, les quantités apportées sont comme suit :

- 70 unités / ha de phosphore ;
- 70 unités/ha de Potasse ;
- 120 unités/ha d'azote.

III.4.4. Désherbage

Un désherbant double action FLORAMIX est utilisé au cours de l'expérimentation.





Figure 19. Opérations d'entretien de l'essai

III.4.5. Mesures et notions

Les caractéristiques des variétés sont notées basées sur la base d'un ensemble de paramètres climatiques, phénologiques, morphologiques et agronomiques.

a) Paramètres phénologiques

Les notations ont été effectuées par repérage, des dates et le nombre de jours, qui correspondent aux stades repères du cycle de croissance des deux variétés étudiées ; il s'agit des stades : levée, épiaison.

✓ La levée

La détermination de la durée de la phase végétative en nombre de jours calendaire

escomptés à partir de la date du semis jusqu'au tallage.

✓ **L'épiaison**

C'est le nombre de jours de la germination jusqu'au stade de l'apparition de l'ébauches des épis (DE), la date de l'épiaison est notée lorsque 50% des épis de la parcelle élémentaire sont sorties de la gaine de la dernière feuille.

b) Paramètres morphologiques

✓ **Hauteur de la plante (HT)**

Elle est mesurée à maturité, du ras du sol jusqu'au sommet de la plante. On compte 3 répétitions par micro-parcelle.

c) Paramètres agronomiques

✓ **Poids de mille grains (PMG)**

Pour mesurer ce paramètre, d'abord on détermine le poids moyen de 250 graines par plante de chaque génotype, par la règle de trois on trouve le poids de mille graines.

✓ **Nombre de graines par épi**

Trois épis de chaque micro-parcelle sont récoltés et battus individuellement, puis on procède au comptage du nombre de grains obtenus pour chaque épi et on établit ensuite la moyenne.

✓ **Nombre d'épis par m²**

Pour trouver le nombre d'épis par m², on compte le nombre d'épis en mètre linéaire, ce dernier est rapporté au m².

✓ **Rendement engrains**

Selon **Triboii (1990)**, le rendement en grain chez le blé dépend fortement du nombre de grains par épis, du poids de mille grains et du nombre d'épis par m². Il est estimé par l'équation suivante :

$$\text{RDT} = (\text{NE} \times \text{NG} \times \text{PMG}) / 1000$$

Où :

RDT : Le rendement

NE : Nombre d'épis

NG : Nombre de grains

PMG : Poids de mille grains en g

III.5. Analyse des résultats

L'analyse de variance, la matrice de corrélation, les comparaisons de groupes de moyennes et les histogrammes ont été obtenus en utilisant :

❖ STAT BOX 6.40.

❖ Excel.

IV.1. Paramètres climatiques de la campagne 2020/21

Tableaux 02. Températures moyennes et cumul des précipitations.

	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Total
P (mm)	9.90	3.30	4.1	43.8	42.3	1.1	27.5	23.6	9.4	6.90	171.9
T (°C)	-	-	-	-	8.11	8.51	10.75	15.86	20.4		

La campagne 2020-2021 a connue des faibles précipitations, ce qui représente un facteur limitant majeur de la productivité du blé dur.

La période printanière a connu un déficit pluviométrique de **223.1** mm par rapport à la moyenne *Seltzer* ainsi qu’une augmentation rapide des températures. Ces deux facteurs réunis ont induit un phénomène de chevauchement des stades phénologiques. Une sécheresse terminale s’est installée dans la zone d’étude conjuguée à un déficit hydrique enregistré durant le mois d’avril.

Le manque de pluies durant cette période a sérieusement affecté le potentiel de production des céréales cultivées (figure 18).

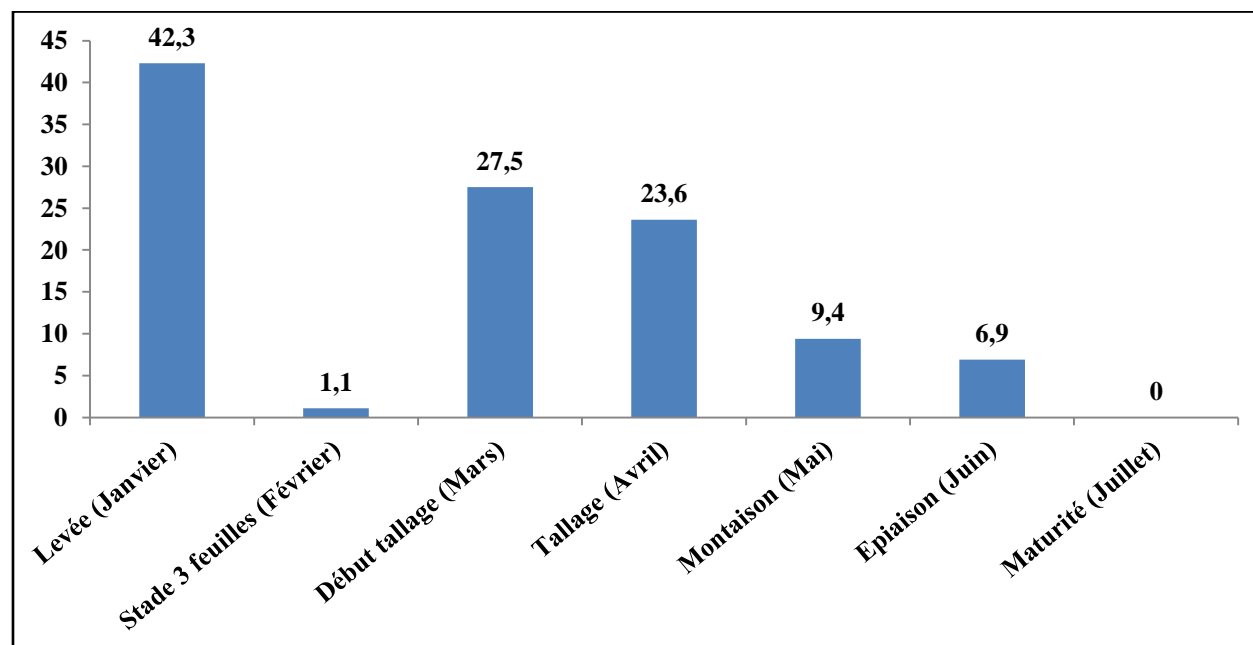


Figure 20. Pluviométrie moyenne par stade de développement

IV.2. Sévérité thermique durant les phases critiques

La campagne 2020/21 a été caractérisée par des températures extrêmes nettement supérieures aux températures propices pour le développement de la culture du blé dur et en particulier durant ses phases critiques (figure 19).

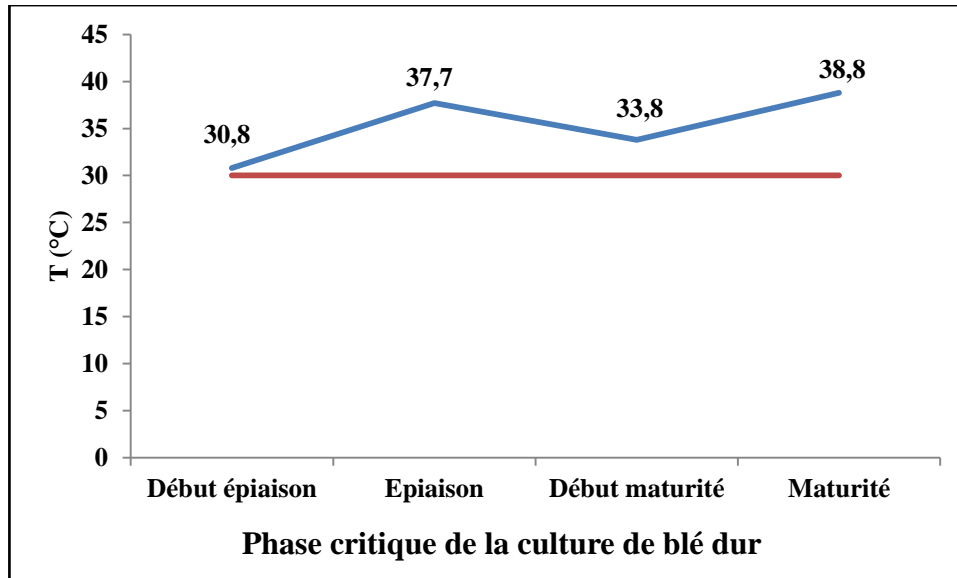


Figure 21. Températures extrêmes aux stades épiaison et maturation

On constate l'existence de valeurs de températures très élevées au cours des stades critiques pour le développement du blé dur, à savoir début épiaison, épiaison, début maturité, maturité. Ces valeurs sont supérieures à 30 °C, valeur de la température à partir de laquelle débutent, généralement, les dégâts sur la culture tels que l'échaudage ((El khatib et Paulsen, 1984 ; Jenner, 1994).

Un effet dépressif sur le rendement et ses composantes a été donc enregistré, ce qui s'est traduit par un très faible remplissage de grain suite à ce stress thermique.

IV.3. Notations au cours du cycle de développement du blé dur

Toutes les notations sont effectuées en comptabilisant le nombre de jours séparant la date de la mise en place (semis) et les différents stades notés.

Tableau 03. Notations des stades phénologiques

Date	Date de semis	Date de levée	Date du tallage	Date d'apparition du stade montaison	Date gonflement	Date d'apparition du stade épiaison	Date d'apparition du stade floraison	Date de Maturité physiologique	Date de Maturité Du grain
Date 1	23/11/2020	10/12/2020 17 jrs	22/02/21 74 jrs	14/03/2021 94jrs	25/03/2021 105jrs	13/04/21 124jrs	19/042021 130jrs	20/05/2021 161jrs	01/06/2021 173jrs
	23/11/2020	10/12/2020 17 jrs	17/02/21 69 jrs	10/03/2021 90jrs	22/03/2021 102jrs	08/04/21 119jrs	15/04/2021 126jrs	17/05/2021 158jrs	27/05/2021 168jrs
Date 2	14/12/2020	04/01/2021 21 jrs	05/03/21 60 jrs	24/03/2021 79jrs	03/04/2021 89jrs	14/04/21 100jrs	22/04/2021 108jrs	25/05/2021 141jrs	03/06/2021 150jrs
	14/12/2020	04/01/2021 21 jrs	01/03/21 56 jrs	21/03/2021 76jrs	02/04/2021 88jrs	12/04/21 98jrs	19/04/2021 105jrs	20/05/2021 136jrs	01/06/2021 143jrs
Date3	07/01/2021	29/01/2021 22 jrs	28/03/21 80jrs	10/04/2021 93jrs	19/04/2021 102jrs	28/04/21 111jrs	03/05/2021 116jrs	24/05/2021 137jrs	05/06/2021 149jrs
	07/01/2021	29/01/2021 22 jrs	25/03/21 77jrs	05/04/2021 88jrs	16/04/2021 99jrs	28/04/21 111jrs	03/05/2021 116jrs	21/05/2021 134jrs	02/06/2021 146jrs

IV.4. Paramètres morphologiques et Agronomiques

Le suivi de la maturation du grain a été déterminé quelques jours avant la récolte, qui a permis de programmer celle-ci (15/06/2021)

Les valeurs moyennes du rendement machine en grain sont présentées dans les tableaux 7, 8, 9, 10, 11, 12, Annexe)

Une fois toutes les notations avant et après la récolte achevée, les résultats obtenus sont traités par le logiciel Stat Box. Il s'agit d'une analyse de la variance à deux facteurs (deux variétés et quatre densités). Au terme de cette analyse, les moyennes sont comparées en utilisant le test NEWMAN-KEULS avec un seuil de signification de 5%.

IV.4.1. Effet Variété x Composantes de rendement (1^{ère}, 2^{ème} et 3^{ème} date)

a) Nombre de plants à la sortie de l'hiver

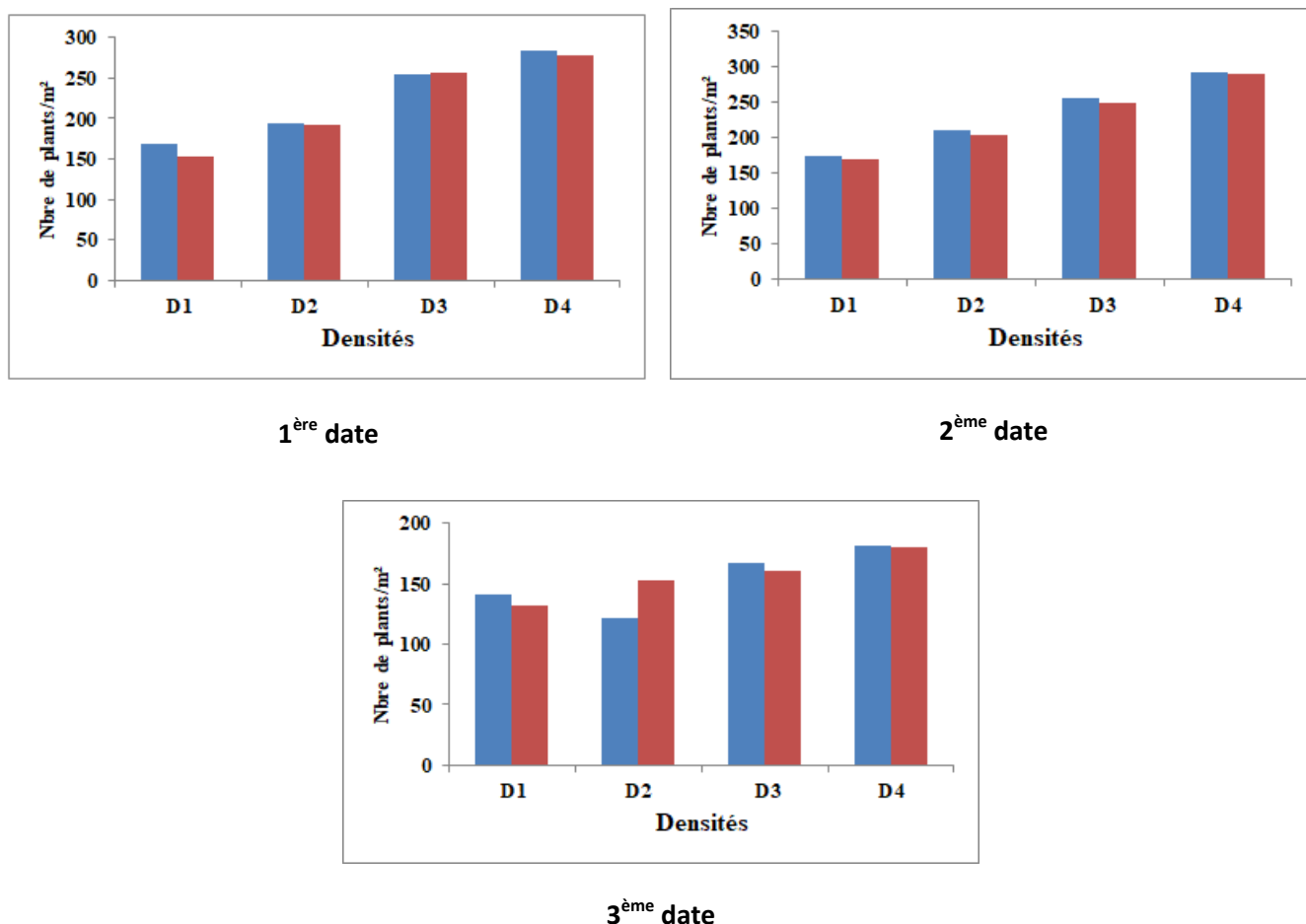


Figure 22. Nombre de plants à la sortie de l'hiver

L'analyse de variance du nombre de plants à la sortie d'hiver, pour la 1^{ère} date, montre que la valeur de la PPAS varie de 11.58 pour la 2^{ème} densité à 15.51 pour la 4^{ème} densité. L'écart type (ET) est de 11.13, le coefficient de variance (CV) de 5.01 et la moyenne générale est de 222.31. Suivant le test de Newman Keuls au seuil de 5%, quatre groupes homogènes apparaissent.

La comparaison des moyennes effectuées par le test de Newman Keuls au seuil de 5% a donné, pour la 2^{ème} date, quatre groupes homogènes sur la base d'une PPAS qui varie entre 16.89 pour la deuxième densité et 22.622 pour la quatrième, un écart type de 16.23 et un coefficient de variance de 7.03 ainsi qu'une moyenne générale de 231.12.

L'analyse de variance sur le nombre de plants à la sortie d'hiver de la première date de semis montre que la valeur de la PPAS varie de 19.42 pour la 2^{ème} densité à 26.01 pour la 4^{ème} densité. L'écart type, le coefficient de variance et la moyenne générale sont respectivement de 18.67, 12.09 et de 15440.

b) Nombre d'épis /m²

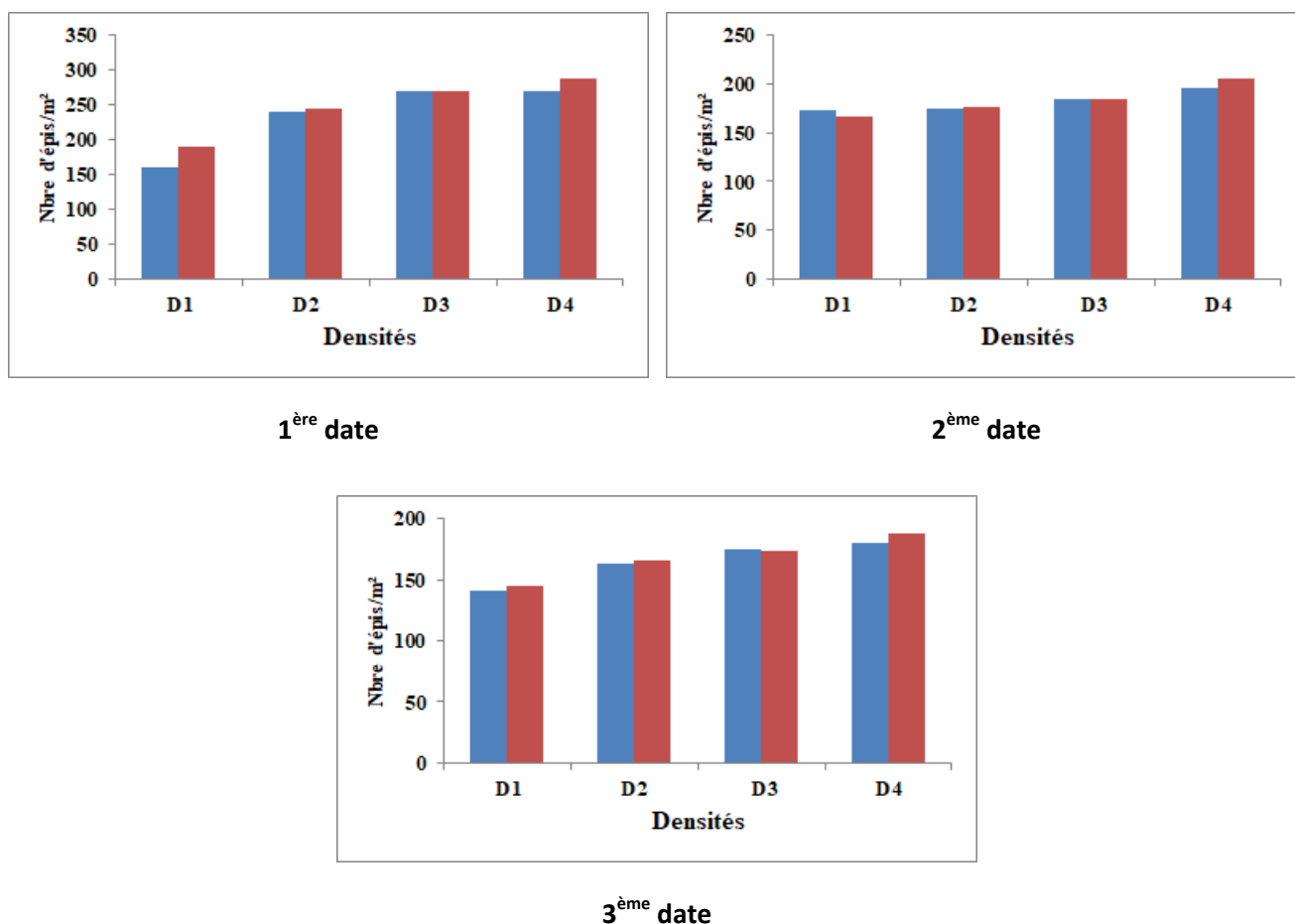


Figure 23. Nombre d'épis par mètre carré

On constate que le facteur densité a eu un effet sur le nombre d'épis par mètre carré pour les deux variétés. Cet effet est visible à partir d'une densité de 250 grains/m² pour les deux variétés et devient plus important pour la densité de 400 grains/m² comparativement aux autres densités.

La comparaison des moyennes effectuées par le test de Newman Keuls au seuil de 5% a permis d'obtenir trois groupes homogènes pour la 1^{ère} date, deux pour la 2^{ème} date et quatre pour la 3^{ème} date.

c) Nombre de grains /épi

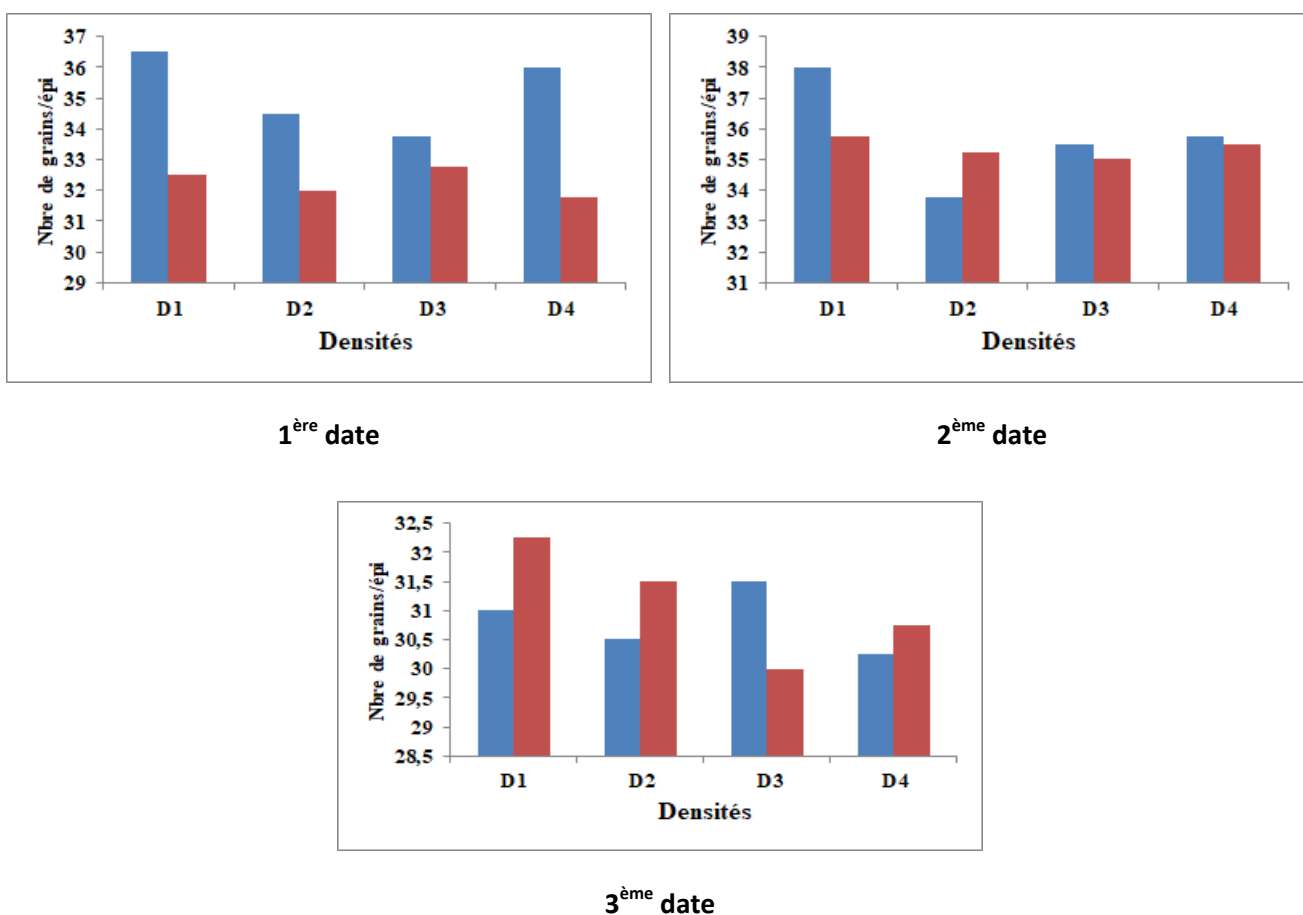


Figure 24. Nombre de grains par épi

La comparaison des moyennes, de la 1^{ère} et 2^{ème} date, effectuées par le test de Newman Keuls au seuil de 5% révèle l'existence de deux groupes homogènes pour chacune des 2 dates. Les valeurs de la PPAS sont de 1.96 (1^{ère} date) et varie, pour la 2^{ème} date, entre 1.42 (2^{ème} densité) et 1.932 (4^{ème} densité).

Le test de Newman Keuls a montré que la différence est non significative pour la 3^{ème} date.

d) Poids de mille grains

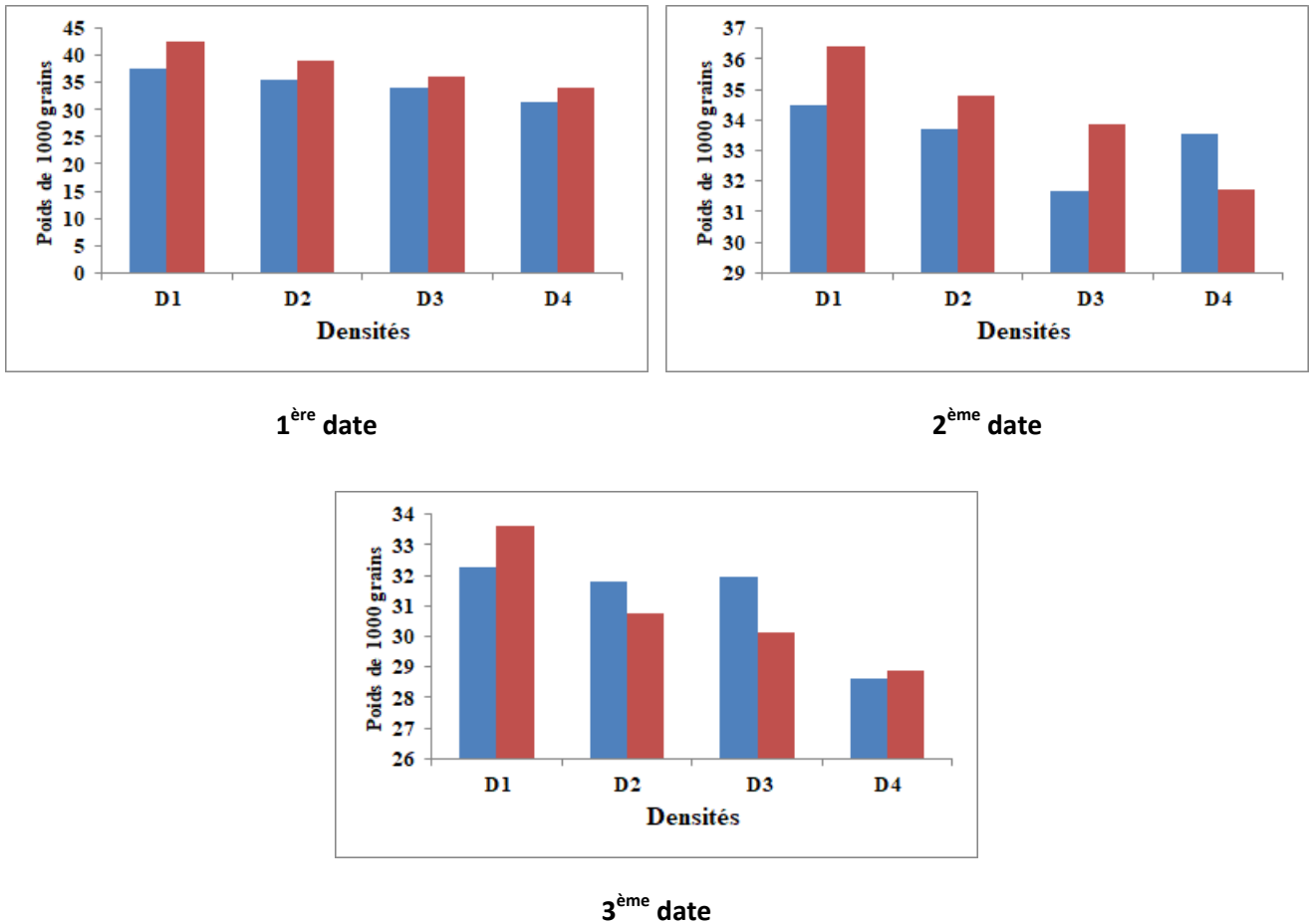


Figure 25. Poids de mille grains

La comparaison des moyennes montre l'existence de 4 groupes homogènes avec une PPAS égale à 1.10.

Pour la seconde date, le Test de Newman Keuls montre que la différence n'est pas significative. Par contre, cette dernière est significative au niveau de la 3^{ème} date et révèle une variation de la PPAS entre 1.64 (2^{ème} densité) et 2.20 (4^{ème} densité).

e) Rendement machine

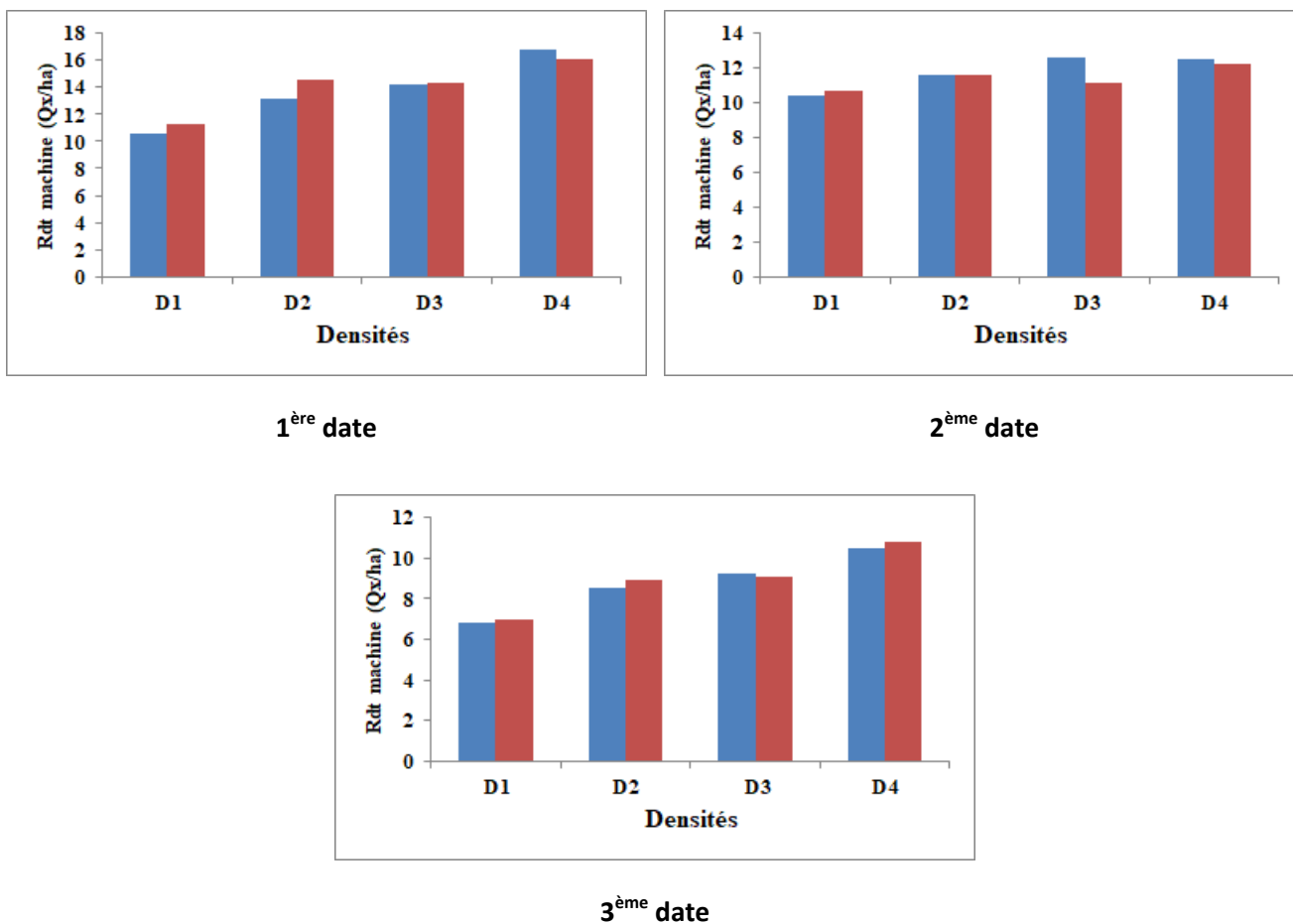


Figure 26. Rendement machine

Le stress hydrique peut réduire le potentiel de toutes les composantes du rendement, en particulier le nombre d'épis et le nombre de grains par épi (Giunta *et al*, 1993 ; Slimane *et al*, 1993 ; Abayomi et Wright, 1999). Aussi, le poids du grain est négativement influencé par les températures.

VI.4.2. Effet de la date et la densité de semis sur le rendement

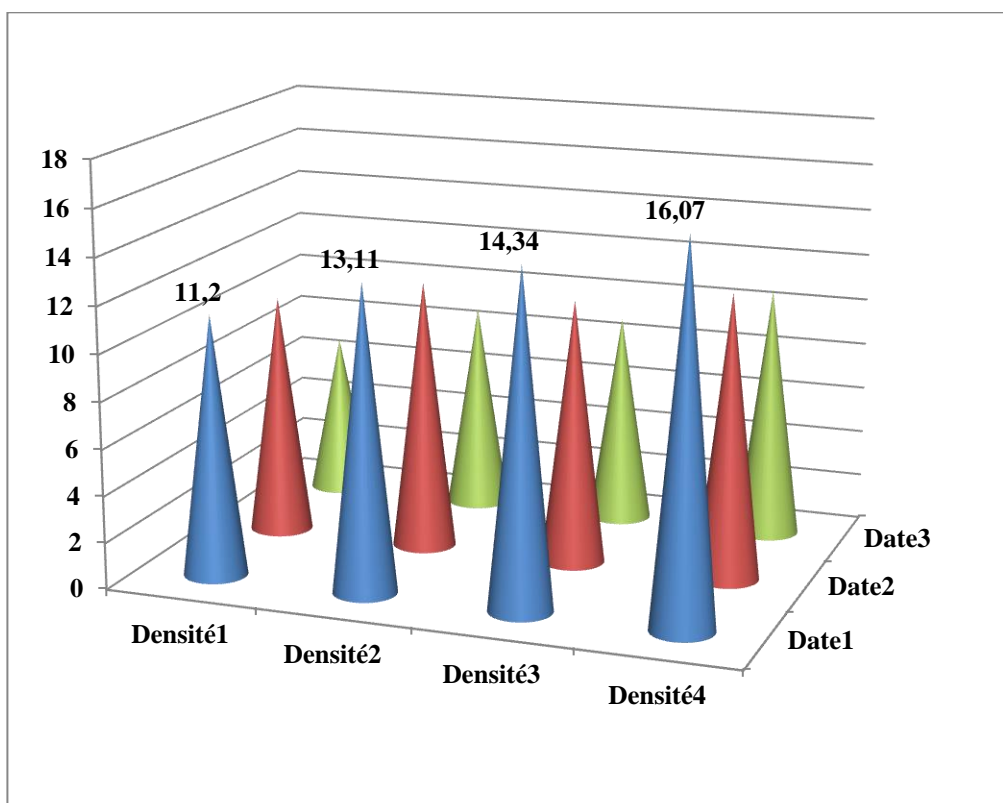


Figure 27. Effet date x densité sur le rendement

a) 1^{ère} date

L'analyse de variance à deux facteurs a permis d'obtenir, pour la 1^{ère} date, les résultats suivants :

Tableau 04. Résultats de l'analyse de variance (1^{ère} date)

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR. TOTALE	297,664	31	9,602				
VAR. FACTEUR 1	1,32	1	1,32	0,243	0,63186		
VAR. FACTEUR 2	123,61	3	41,203	7,594	0,00133		
VAR. INTER F1*2	5,276	3	1,759	0,324	0,80986		
VAR. BLOCS	53,514	3	17,838	3,288	0,04036		
VAR. RESIDUELLE 1	113,943	21	5,426			2,329	16,79 %

La valeur du PPAS varie de 2.42 (2^{ème} densité) à 3.24 (4^{ème} densité). L'écart type est de 2.32, le coefficient de variance est 16.79 et la moyenne générale est égale à 13.87 qx/ha. Le test de Newman Keuls laisse apparaître deux groupes homogènes.

b) 2^{ème} date

L'analyse de variance à deux facteurs a permis d'obtenir, pour la 2^{ème} date, les résultats suivants :

Tableau 05. Résultats de l'analyse de variance (2^{ème} date)

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	138,896	31	4,481				
VAR.FACTEUR 1	1,022	1	1,022	0,206	0,65802		
VAR.FACTEUR 2	14,351	3	4,784	0,966	0,42895		
VAR.INTER F1*2	3,544	3	1,181	0,238	0,86918		
VAR.BLOCS	15,944	3	5,315	1,073	0,38287		
VAR.RESIDUELLE 1	104,034	21	4,954			2,226	19,17 %

Moyenne générale = 11.60 qx/ha

On constate que les différences observées ne sont pas significatives. Ce résultat s'explique par les conditions pédoclimatiques pour l'ensemble des traitements qui ont compensé la consommation concurrentielle au niveau des différentes densités.

En année climatiquement défavorable tel que la présente campagne, les fortes densités de semis ont compensé relativement les pertes de rendement dues à l'effet négatif des paramètres climatiques.

c) 3^{ème} date

L'analyse de variance à deux facteurs a permis d'obtenir, pour la 3^{ème} date, les résultats suivants :

Tableau 06. Résultats de l'analyse de variance (3^{ème} date)

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	86,454	31	2,789				
VAR.FACTEUR 1	0,218	1	0,218	0,24	0,63436		
VAR.FACTEUR 2	57,597	3	19,199	21,129	0		
VAR.INTER F1*2	0,395	3	0,132	0,145	0,93101		
VAR.BLOCS	9,162	3	3,054	3,361	0,03769		
VAR.RESIDUELLE 1	19,082	21	0,909			0,953	10,76 %

Les valeurs de la PPAS varient entre 0.99 (2^{ème} densité) et 1.32 (4^{ème} densité). L'écart type, le coefficient de variance et la moyenne générale sont respectivement de 0.95, 10.76 et 8.86 qx/ha. Le test de Newmann Keuls met en évidence trois groupes homogènes.

D'une manière générale, la figure 27, montre qu'il y a un double effet : la date et la densité.

Concernant l'effet de la date, les rendements diminuent avec le retardement des semis et les meilleurs rendements sont enregistrés quand le semi est précoce. Ces résultats s'expliquent par le fait que la culture en semis précoce profite mieux de l'eau contenue dans le sol comparativement à une culture mise en place au mois de janvier.

Il y a une baisse importante du rendement (25 % et plus) lorsqu'on retarde le semis quelles que soient la variété et la densité. Toutefois, il est important de signaler que les semis précoces offrent de meilleurs rendements, en passant de la première à la quatrième densité.

Pour ce qui est de l'effet densité, les résultats obtenus montrent que les rendements augmentent quand la densité de semis augmente ; c'est, en fait, la quatrième densité (400gr/m²) qui a donné les meilleurs rendements pour une telle année climatiquement défavorable.

Toutefois, il est important de signaler que les rendements s'améliorent en passant de la plus faible densité à la plus forte densité.

Ces faibles rendements, sont dus à l'effet des faibles précipitations et les hautes températures enregistrées durant le cycle de développement du blé au niveau de l'ensemble des traitements. La culture a connu un échaudage généralisé sur tous les traitements ce qui a empêché l'observation des différences attendues pour la deuxième date.

Pour une année aussi défavorable, les fortes densités de semis ont compensé relativement les pertes de rendement dues à l'effet négatif des paramètres climatiques. Cette compensation reste moyenne comparativement aux rendements escomptés. Ces derniers auraient pu être nettement meilleurs si les conditions climatiques étaient meilleures.

A l'issue de la présente étude portant sur l'influence de la date et densité du semis sur la production de deux variétés de blé dur, sous un climat semi-aride, on constate que les caractéristiques climatiques de sidi bel Abbes (étage bioclimatique semi-aride chaud, précipitations annuelles faibles, inférieures à 400 mm et à répartitions très aléatoires) l'exposent à une sécheresse qui peut être précoce, tardive ou même prolongée durant le cycle de la culture du blé dur.

L'essai mis en place a subi l'effet d'une sécheresse prolongée qui s'est étalée de la fin montaison jusqu'à la récolte. Presque la totalité des pluies étaient enregistrées durant le stade initial semis-levée, soit un volume de 86.1mm. Ces pluies ont constitué une réserve acceptable pour le démarrage des premières activités métaboliques de la plante. Ensuite, on enregistre un déficit hydrique durant le mois de février (seulement 1.1mm), ce qui a entravé le développement normal de la culture (mauvaise aération et baisse de température du sol).

Les fortes températures ont agi négativement sur le remplissage du grain, un échaudage généralisé a été observé sur l'ensemble des traitements. Cet impact climatique a fait baisser significativement le potentiel de production de la culture en agissant sur les différentes composantes du rendement. Le plus haut rendement enregistré n'a pas dépassé le **17.90 qx/ha** pour la variété Ouarsenis avec une densité de 400 grains/m² (V2D4). Des rendements encore plus faibles (05.99 qx/ha) sont obtenus pour la variété Chen's avec une densité de 250 grains/m².

Par souci de rentabilité économique, nous recommandons l'utilisation de la troisième densité comme dose optimale D3 (350grains/m²) avec la première date favorisant un meilleur rendement dans les conditions de conduite de l'essai.

Compte tenu des conditions exceptionnelles de cette année, considérée comme année sèche, il est donc recommandé de reprendre cet essai dont la thématique est importante afin d'aboutir à des résultats répondant à la variabilité climatique interannuelle caractéristique de la région d'une part et de tester des géotypes de blé dur pour leur tolérance à la sécheresse d'autre part.

1. **Baldy C. (1992)** Effet du climat sur la croissance et le stress hydrique du blé en Méditerranée Occidentale. Intolérance à la sécheresse des céréales en zone méditerranéenne, diversité génétique et amélioration variétale. Montpellier, 1992.
2. **Belhacen E., This, D.,** Anonyme. Non daté. La fumure azotée du blé au Maroc. S.P.I.E.A. N°2056 -12-59. 10 pages.
3. **Ben Naceur M, Gharbi. M.S., Paul. R (1999)** ; L'amélioration variétale et les autres actions contribuant à la sécurité alimentaire en Tunisie en matière de céréales. Sécheresse ; 10 : 27-33.
4. **Benseddik. B, Benabdelli. K (2000)** ; Impact du risque climatique sur le rendement du blé dur (*Triticum durum* Desf.)
5. **Bonnefoy. M Moynier J-L (2014)** ; Besoins en eau des céréales. Colloque au champ- Irrigation-le Magneraud, Arvalis, France.
6. **Bootsma. A, Boisvert. J B, Dejong. R et Baier. W (1996)** ; La sécheresse et l'agriculture canadienne. *Sécheresse* : 277 - 285 p.
7. **Boulal. H, Zaghouane. O, EL Mourid. M et Rezgui. S (2007)** ; Guide pratique de la conduite des céréales d'automne (blés et orge) dans le Maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie). Ed. ITGC, INRA, ICARDA, Algérie, 176p
8. **Brisson. N, Delecolle. R (1992)**; Utilisation des modèles mécanistes de la culture comme outils de raisonnement de la composante génétique de la résistance à la sécheresse. In : Monneveux P, Ben Salem M, eds. Tolérance à la sécheresse des céréales en zone méditerranéenne. Colloque Diversité génétique et amélioration variétale. Les colloques, n°64. Paris : Inra éditions, 1992.
9. **Clement G., Prats., (1971).** Les céréales. Ed. J.B. Bailliers et Fils, 360p.
10. **Combe. L et Picard. D. (1994).** Elaboration des rendements des principales cultures annuelles. Editions INRA. 191 pages.
11. **Diehl. R. (1975).** Agriculture générale. Editions J.B. Baillière. 396 pages.
12. **Djermoun. A (2009)** ; La production céréalière en Algérie : les principales caractéristiques
13. **El Madidi S et Zivy M. (1993).** Variabilité génétique des protéines de choc thermique et thermo-tolérance chez le blé. In : Le progrès génétique passe-t-il par le repérage et

- l'inventaire des gènes. Edition AUPELF-UREF. John Libbey Euro text. pp173-181.
14. **FAO** ; article publié le 06-04-2017
 15. **Feillet. P (2000)** ; Le grain de blé : composition et utilisation. *INRA*. Paris : pp 23-25.
 16. **Feldman et Sears (1981)** ; Les ressources génétiques du blé. *Pour la science* N°42 pp.35-38.
 17. **Feldman. M (2001)**: Origin of CultivatedWheat]. Dans Bonjean A.P. et W.J. Angus (éd). *The World Wheat Book a history of wheatbreeding*. Intercept Limited, Andover, Angleterre, pp3-58.
 18. **François. L, Christian. P (2005)**. Appréhender le niveau de sécheresse dans le cadre des études stationnelles et de la gestion forestière à partir d'indices bioclimatiques, *Rev. For. Fr.* LVII - 4-2005
 19. **Gallais. A et Bannerot. H (1992)** ; Amélioration des espèces végétales cultivées – Objectifs et critères de sélection, Ed : INRA éditions. Paris. P768.
 20. **Gate. P (1979)** ; Ecophysiologie de blé, 53p
 21. **Gate. P (1993)** ; Caractères physiologiques décrivant la tolérance à la sécheresse des blés cultivés en France: interprétation des corrélations entre le rendement et la composition isotopique du carbone des grains. Colloque Diversité génétique et amélioration variétale, Montpellier (France), 15-17 décembre 1992. Les colloques, n°64. Paris: Inra éditions.
 22. **Gate. P (1995)** ; Ecophysiologie du blé. Ed. ITCF. Technique et Documentation. Lavoisier, Paris, Pp 203-205-419.
 23. **GateP.,(1995)**. Ecophysiologie du blé: de la plante à la culture .Ed Lavoisier.429p.
 24. **GodonB.,WillmC.L.,(1991)**.Les industries de première transformation des céréales .Coll. Agro. Alimentaire. Lavoisier. Pp.78– 91.
 25. **Hauchinal R.R., J.P. Tandon, P.M. Salimath (1994)**. Variation and adaptation wheat varieties to heat tolerance in Peninsular India.In :Saunders, D. A.and G.P. Hettel EDS, *Wheat in heatstresse environnements, irrigated, dry areas and rice-wheat farming systems*, Mexico, D.F., Cimmyt, 175- 183.
 26. **Henry Y.J.,Buyser., (2000)**.L'origine du blé. *Pour la Science***26**:60-62.
 27. <http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/blepain/1ble/11plant/plante.htm>

28. **ITGC 2006** ; Guide des principales variétés de céréales à paille en Algérie 2006
29. **Karrou. M (2003)** ; Conduite du blé au Maroc. INRA Editions. 57 pages.
30. **LESOUDER. C** ; (ARVALIS - Institut du végétal), article publié le 18 décembre 2014
31. **Levitt. J (1982)**; Responses of plants to environmental stresses. Academic Press. New York San Francisco –London: 607p.
32. **Lev-Yadun. S, Gopher. A, Abbo. S, (2000)**; The cradle of agriculture. *Science*, pp 288-1602-1603.
33. **Madhava Rao K.V, Raghavendra A. S. et Janardhan Reddy. K (2006)** ; Printed in the Netherlands. *Physiology and Molecular Biology of Stress Tolerance in Plants. Springer* 1-14 p.
34. **Masse. et al. (1985)**. Que penser des semis très précoces. *Perspectives agricoles* 95 :16-20.
35. **Mekhlouf A., Bouzerzour H., Benmahammed A., HadjSahraoui A., &Harkati N.,(2006)**. Adaptation des variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) au climat semi-aride .*Sécheresse* (sous presse).
36. **Mekhlouf. A; Bouzerzour H; Benmahammed. A; Hadj Sahraoui. A ; Harkati. N (2006)** ; Adaptation des variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) au climat semi-aride. *Sécheresse*. Vol 17, Num 4, 507-1 3.
37. **Mekhlouf A., Bouzerzour H., Dehbi F., & Hannachi A., (2001)**. Rythme de développement et variabilité de réponses du blé dur (*Triticum durum* Desf.) aux basses températures. Tentatives de sélection pour la tolérance au gel. In *Proceeding Séminaire sur la valorisation des milieux semi-arides*. OEB.
38. **Mekhlouf A. Bouzerzour H. et Dehbi F. (2001)** Rythme de développement et variabilité de réponses du blé dur (*Triticum durum* Desf.) aux basses températures. Tentatives de sélection pour la tolérance au gel. In: *Proceedings séminaire sur la valorisation des milieux semi-arides*. Oum El Bouaghi, 23 :75-80.
39. **Monneveux P. (1996)**. L'adaptation génétique face aux contraintes de sécheresse. *Cahiers Agriculture* 4:251-261.
40. **Moule. C (1980)** ; Bulletin FAO d'irrigation et de drainage N° 35. « La mécanisation de l'irrigation par aspersion », pp91-92.

41. **Paul C.,(2007).**Céréales et alimentation: une approche globale Agriculture Environnement prairies. Coll. Sciences et Techniques agricoles. 17ème Ed.464p
42. **Prats et Clement. M (1971) ;** Les céréales, 13ème édition collection sciences et technique agricole.
43. **S.B. Alaoui et Andich K (2003) ;** Elaboration d'un référentiel d'aide à la décision pour les céréales d'automne, Dalil Al Fallah. Version 1.0.
44. **Soltner. D (1980) ;** Les grandes productions végétales, collections de sévices des techniques agricoles.
45. **Soltner.D (1988) ;** Les bases de la production végétale. Troisième édition p566.
46. **Soltner.D (2000) ;** Phytotechnique générale : les bases de la production végétales. Tome 1 : le sol et son amélioration. Ed. Collection sciences et techniques agricoles, p 467.
47. **SoltnerD.,(1990).**Les grandes productions végétales: Céréales, plantes sarclées.
48. **Wardlaw I.F., I.A. Dawson, P.M. Munibi (1989).** Tolerance of wheat to high température during reproductive stage. Aust.J.Agric.Res.46 : 15-24
49. **Wilhite et Buchanan-Smith (2005);** ONU/SIPC, 2009.

Tableau 7. Essai dates et densités (données date 1).

Rep	Nbr de plants à la levée / m ²	Nbr de plants à la sortie d'hiver/m ²	Hauteur des plantes à la floraison	Nbrd'épis/m ²	Nbrd'épillets /épi	Nbr de Grains/épi	Poids de 1000 grains	Rdtqx/ha
REP1								
V1d4	310	290	50	330	14	32	32.8	17.52
V2d4	300	280	55	320	12	23	33.6	14.50
V2d3	282	250	60	302	13	26	37.5	16.20
V2d2	204	180	60	290	12	25	40.4	15.8
V1d2	204	182	60	270	16	31	36.5	12.22
V1d3	270	240	55	285	14	30	35.6	15.52
V2d1	176	155	50	158	12	22	44.3	08.60
V1d1	188	177	65	166	14	33	38.6	10.32
REP2								
V2d3	265	250	63	265	13	32	35.3	17.00
V1d2	210	210	58	250	14	31	34.4	16.99
V2d2	216	200	62	246	14	28	39.7	14.22
V2d4	300	300	66	314	12	33	32.5	17.90
V2d1	160	143	64	200	13	35	43.6	15.56
V1d1	180	175	56	202	15	38	36.2	14.00
V1d4	300	280	65	303	16	38	30.5	17.02
V1d3	250	275	59	292	16	34	32.4	15.10
Rep3								
V1d3	260	255	59	250	17	35	35.5	16.50
V1d4	300	290	62	240	16	38	32.2	17.60
V1d1	165	160	62	126	16	35	40.6	08.77
V2d1	157	156	66	214	14	36	40.4	11.86
V2d4	285	265	64	288	13	34	35.0	16.23
V2d2	200	190	70	224	14	38	35.7	16.10
V1d2	210	200	60	215	16	37	35.8	08.52
V2d3	257	260	58	269	13	37	36.0	09.52
Rep4								
V1d1	170	160	56	150	16	40	35.3	09.11
V2d1	170	160	69	190	14	37	41.9	09.10
V1d3	255	246	60	252	17	36	33.1	09.84
V1d2	200	180	62	220	15	39	35.5	14.74
V1d4	300	271	63	206	15	36	30.2	14.99
V2d4	285	270	60	228	14	37	34.6	15.66
V2d3	278	264	60	240	13	36	35.8	14.66
V2d2	214	200	65	220	13	37	40.4	12.35

Tableau 8. Essai dates et densités (données date 2)

Rep	Nbr de plants à la levée par m ²	Nbr de plants à la sortie d'hiver par m ²	Hauteur des plantes à la floraison	Nbrd'épis/m ²	Nbrd'épillets/épi	Nbr de Grains/épi	Poids de 1000 grains	Rdtqx/ha
<u>REP1:</u>								
V1d4	285	272	52	190	10	35	34.9	10.24
V2d4	299	280	60	165	12	35	33.4	09.36
V2d3	274	260	65	170	12	35	33.4	10.60
V2d2	206	198	60	162	13	36	33.2	12.22
V1d2	215	204	62	137	14	33	32.4	13.20
V1d3	274	260	65	206	12	35	30.2	14.20
V2d1	195	182	60	163	12	35	31.6	12.01
V1d1	186	170	60	200	14	36	33.4	11.67
<u>REP2</u>								
V2d3	260	244	66	183	11	35	36.3	10.15
V1d2	240	220	69	187	10	35	35.0	10.00
V2d2	215	200	55	196	12	34	31.4	13.21
V2d4	320	305	60	266	11	34	30.2	13.30
V2d1	182	175	65	170	12	35	39.7	08.47
V1d1	170	168	67	162	11	35	34.4	08.15
V1d4	310	300	68	205	14	36	38.9	13.26
V1d3	250	230	69	180	13	35	30.5	13.03
<u>Rep3</u>								
V1d3	263	252	68	190	13	37	33.6	14.44
V1d4	304	294	64	200	14	35	30.2	14.00
V1d1	195	188	65	170	14	41	34.2	12.58
V2d1	179	168	69	176	14	37	34.3	13.33
V2d4	308	296	55	217	13	36	32.5	13.77
V2d2	221	216	62	188	13	37	36.0	13.84
V1d2	212	200	65	186	14	32	34.8	09.64
V2d3	294	280	53	192	12	35	33.2	10.12
<u>Rep4</u>								
V1d1	184	172	66	158	13	40	35.9	09.21
V2d1	166	156	65	155	13	36	40.1	09.00
V1d3	298	284	68	160	14	35	32.3	08.74
V1d2	224	216	68	190	15	35	32.5	13.70
V1d4	312	306	66	185	14	37	30.1	12.55
V2d4	290	280	67	177	13	37	30.8	12.63
V2d3	298	286	69	168	12	35	34.8	09.83
V2d2	213	204	64	160	12	34	38.6	07.18

Tableau 9. Essai dates et densités (données date 3)

Rep	Nbr de plants à la levée / m ²	Nbr de plants à la sortie d'hiver parm ²	Hauteur des plantes à la floraison	Nbrd' épis/m ²	Nbrd' épillets/épi	Nbr de Grains/épi	Poids de 1000 grains	Rdtqx/ha
REP1:								
V1d4	206	177	35	190	10	31	28.4	11.55
V2d4	219	160	30	200	11	30	29.2	11.23
V2d3	184	150	37	177	08	34	27.2	10.65
V2d2	129	120	33	165	10	31	32.2	09.45
V1d2	109	100	36	169	10	33	31.2	09.65
V1d3	171	152	38	182	11	28	30.5	08.74
V2d1	150	148	35	140	11	32	35.3	06.99
V1d1	160	158	35	149	10	30	33.2	08.14
REP2								
V2d3	190	170	35	177	10	31	30.4	10.10
V1d2	150	130	44	165	11	31	29.2	09.55
V2d2	185	170	30	163	10	33	30.4	09.25
V2d4	207	190	35	185	10	33	29.2	11.02
V2d1	144	140	40	138	10	33	30.5	07.58
V1d1	152	148	41	144	12	32	30.2	07.65
V1d4	206	171	45	179	11	30	27.9	10.02
V1d3	170	166	40	178	11	28	32.3	08.55
Rep3								
V1d3	190	188	40	170	14	35	32.5	09.70
V1d4	201	190	35	188	11	30	29.2	11.23
V1d1	145	120	34	130	11	32	35.1	05.99
V2d1	155	140	30	149	11	32	34.3	06.66
V2d4	203	190	35	186	10	30	29.2	11.02
V2d2	166	140	34	155	15	32	32.5	07.10
V1d2	177	155	35	156	10	27	35.3	06.89
V2d3	199	183	44	180	11	27	32.4	07.66
Rep4								
V1d1	150	140	40	139	10	30	30.5	05.58
V2d1	117	100	45	150	11	32	34.3	06.60
V1d3	180	163	40	171	14	35	32.5	09.89
V1d2	119	100	35	165	15	31	31.5	8.10
V1d4	200	185	35	165	10	30	29.0	09.25
V2d4	204	179	45	179	11	30	27.9	10.02
V2d3	150	139	40	162	11	28	30.5	07.77
V2d2	160	149	35	150	15	32	32.5	07.10

Tableau 10. Moyenne Date 1

Moyenne	Nbr de plants à la levée /m ²	Nbr de plants à la sortie d'hiver par m ²	Hauteur des plantes à la floraison	Nbrd' épis/m ²	Nbrd' épillet /épi	Nbr de Grains/épi	Poids de 1000 grains	Rdt machine à l'hectare qx/ha
V1d4	302	282	60	269	15	36	31.42	16.78
V2d4	292	278	61	287	13	32	33.92	16.07
V2d3	270	256	60	269	13	32	36.15	14.34
V2d2	208	192	64	238	13	34	39.05	14.61
V1d2	206	193	60	238	15	34	35.55	13.11
V1d3	258	254	58	269	16	33	34.15	14.24
V2d1	165	153	62	190	13	32	42.55	11.28
V1d1	175	168	59	161	15	36	37.67	10.55
Moy Gle	235.031	222.31	60.75	241	14.28	33.71	36.30	13.87
C.V%	3.064	5.01	7.27	10.51	5.16	7.90	4.951	16.79
Ecart type	7.182	11.13	4.41	16.59	0.73	2.66	1.50	2.32
Test Newman KeulsSeuil=5%	d2: 7,47 d3:9,046 d4: 10,00	d2= 11,58 d3= 14,02 d4= 15,51	N.S	d2: 26,39 d3= 31,96 d4= 35,35	N.S	PPAS=1,96	PPAS=1,10	d2: 2,42 d3= 2,93 d4= 3.24
Groupes Homogens	ABC	ABCD		ABC		A.B	A.B	A.B

Tableau 11. Moyenne Date 2

Moyenne	Nbr de plants à la levée / m ²	Nbr de plants à la sortie d'hiver par m ²	Hauteur des plantes à la floraison	Nbrd' épis/m ²	Nbrd' épillet /épi	Nbr de Grains/épi	Poids de 1000 grains	Rdt machine à l'hectare qx/ha
V1d4	302	293	62	195	13	36	33.52	12.51
V2d4	304	290	60	206	12	35	31.72	12.26
V2d3	263	250	63	183	12	35	33.85	11.14
V2d2	213	204	60	176	12	35	34.8	11.61
V1d2	222	210	66	175	13	33	33.67	11.63
V1d3	271	256	67	184	13	35	31.65	12.60
V2d1	180	170	64	166	12	35	36.42	10.70
V1d1	183	174	64	172	13	38	34.47	10.40
Moyenne Générale	242.75	231.12	63.62	182	12.78	35.56	33.76	11.60
C.V%	6.88	7.03	6.46	11.52	9.64	3.90	8.03	19.17
Ecart type	16.70	16.23	4.11	21.01	1.23	1.38	2.71	2.22
Test Ne Man Keuls Seuil=5%	d2: 17.37 d3:21.04 d4: 23.27	d2= 16.39 d3= 20.45 d4= 22.62	PPAS=3.023	d2: 21.85 d3= 26.46 d4= 29.27	N.S	D2= 1.40 D3= 1.74 D4= 1.93	N.S	N.S
Groupes Homogens	ABC	ABCD	A	AB	/	A.B	/	/

Tableau 12. Moyenne Date 3

Moyenne	Nbr de plants à la levée / m ²	Nbr de plants à la sortie d'hiver par m ²	Hauteur des plantes à la floraison	Nbrd' épis/m ²	Nbrd' épillet /épi	Nbr de Grains/épi	Poids de 1000 grains	Rdt machine à l'hectare qx/ha
V1d4	203	180	37	180	10	30	28.62	10.51
V2d4	208	179	36	187	11	29	28.87	10.82
V2d3	180	160	39	174	10	30	30.82	9.04
V2d2	171	152	35	165	11	31	30.75	8.95
V1d2	138	121	37	163	11	28	31.8	8.54
V1d3	177	167	39	175	12	31	31.95	9.22
V2d1	141	132	37	144	10	32	33.6	6.95
V1d1	151	141	37	140	10	31	28.62	6.84
Moyenne Générale	171.62	154.40	37.53	166.40	11.0	30.96	30.99	8.86
C.V%	11.07	12.09	11.97	4.77	12.70	7.4	5.10	10.76
Ecart type	18.99	18.67	4.49	7.92	1.39	2.31	1.58	0.95
Test New Man Keuls Seuil=5%	d2: 19.75 d3:23.92 d4: 26.46	d2= 19.42 d3= 23.52 d4= 26.01	N.S	d2= 8.24 d3= 9.98 d4= 11.04	N.S	N.S	d2= 1.64 d3= 1.99 d4= 2.20	d2: 0.99 d3= 1.20 d4= 1.32
Groupes Homogens	ABC	AB	/	ABCD	/	/	AB	ABC