

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE SAAD DAHLAB - BLIDA 1



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master dans le domaine SNV

Filière Sciences Biologiques

Option : Biodiversité et physiologie végétale

Thème

Étude comparative entre deux variétés et huit lignées de Blé tendre *Triticum aestivum* sous un agro-climat subhumide en Algérie

Présenté par :

Date de soutenance :17/07/2022

ZOUAOUI Asma

SAHALI Chaima

Devant le jury :

Grade / Lieu

Qualité

Mme BRADEA M.S.

PR/USDB1

Présidente

Mme AMARA N.

MCA/USDB1

Examinatrice

Mr ROUIBI.

PR /USSDB1

Promoteur

Mr BACHIRI

Directeur de recherche INRAA Baraki

Copromoteur(Invité)

Promotion : 2021-2022

Remerciement :

La réalisation de ce mémoire a été possible grâce au concours de plusieurs personnes à qui je voudrais témoigner toute ma gratitude.

Nous voudrions tout d'abord adresser toute nos reconnaissances à monsieur ROUIBI, pour sa patience, sa disponibilité, le remercie de m'avoir encadré.

Nous tenons à remercier spécialement Monsieur BACHIRI, qui fut la première à nous faire découvrir le sujet qui a guidé notre mémoire, pour l'occasion extraordinaire de réaliser notre travail de terrain, le remercie de nous orienter, aidé et conseillé. Ce qui s'est avéré une expérience très enrichissante.

Un grand merci à Monsieur ABBAD pour ses conseils et son aide, ils ont grandement facilité mon travail.

Enfin, nous tenons à témoigner toute notre gratitude à l'institut INRAA pour leur confiance et pour la chance de pratiquer tout la période du stage.

Dédicace

A ma mère FETHIA pour son soutien, amour, patience et sa contribution tout au long de ma vie et de mes études, car sans elle je n'avais pas réussi, je t'aime.

A mon père MOHAMED pour m'avoir apporté son soutien dès le premier jour, tant monétaire que moral, ses conseils et son éducation ont été parmi les meilleurs.

A mes sœurs IMENE et AHLEM pour me pousser chaque jour à être la meilleure de tous, qui ont partagé avec moi tous les moments d'émotion lors de la réalisation de ce travail.

A mes frères SIDALI et ZINO qui me donnent de l'amour et le courage.

A mes petits bébés AROUA AYA ANES SABRINEL IBRAHIM LOKMAN et AMIR.

À mon fiancé ABDERHMANNE, pour m'avoir donné sa force et son inspiration. Pour avoir toujours cru en moi et me dire chaque jour que je pouvais le faire. Cette réalisation est aussi la vôtre, je vous aime.

A ma meilleure amie NASSIMA pour avoir toujours été là pour moi, tes conseils ont toujours été efficaces.

À mon binôme ASMA, pour avoir parcouru ce chemin avec moi et avoir beaucoup de patience avec moi.

A ma famille CHAABEN SOUAD HOURIA pour l'amour et le soutien.

A mes amis que j'aime RANIA ASMA et AMIR.

À tous ceux qui ont apporté un grain de sable dans ce travail.

Chaima

Dédicace

Je dédie ce mémoire

A mes parents

Qu'ils trouvent en moi la source de leur fierté A qui je dois tout
J'espère avoir répondu aux espoirs que vous avez fondés en moi.

A mes chères sœurs pour leurs encouragements, et leur soutien moral

A mes cher frère , a qui je souhaite un avenir radieux plein de réussite

A mon fiancé ,tu es toujours là pour moi. Une présence chaleureuse, bienveillante,

qui sait me faire du bien.

Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien
infaillible.

A toute ma famille , mes grands parents pour leur soutien tout au long de mon parcours
universitaire,

A mes cousines , ma binôme et mes collègues.

A tous ceux qui me sont chers

Asma

Résumé :

Les résultats concernant la comparaison de 02 géotypes locale Ain Abid et Hiddab et 08 géotypes importés de blé tendre à travers l'identification des paramètres morfo-phenologiques , physiologiques et agronomiques montrent que :

Les variétés V17, V18 et V13 ont le taux de chlorophylle le plus élevé, Les variétés qui ont une hauteur élevée sont Hiddab Ain Abid, V17, Les variétés V12, V11, V17, ont les TRE les plus élevées.

Selon ces résultats, la variété V17 est la plus performante parmi les 10 géotypes étudiées dans la plus part des variables mesurées avec une période de phase végétative de 94 jours, teneur en chlorophylle (47,57 unité SPAD), une hauteur (96,78Cm) , une teneur relative en eau (84,04%), une surface foliaire de (34,9cm²), une longueur de l'épis (9,6cm), un nombre d'épis par m² (287,5), un nombre de grains par épis (49,3), un poids de mille grains (52,8).

Les géotypes étudiés se caractérisent par une grande variabilité inter et interspécifique due aux conditions agro climatiques.

En effet, la chlorophylle, la hauteur de la plante, TRE et la durée de la phase végétative se sont des paramètres essentiels qui caractérisent le rendement, ils sont des critères très important qui nous permettent de choisir des nouveaux géotypes plus performants et procèdent des paramètres de tolérance et adaptation à la contrainte environnementale.

Mots clés :

Triticum aestivum L, géotype, chlorophylle, TRE, V17.

ملخص:

أظهرت النتائج المتعلقة بمقارنة 02 طرز وراثية محلية من عين عابد و حداب و 08 طرز وراثية مستوردة من القمح اللين من خلال تحديد العوامل المورفولوجية-الفينولوجية والفسولوجية والزراعية ما يلي:

تحتوي أصناف على أعلى معدل للكلوروفيل V17 و V18 و V13

الأصناف ذات الارتفاع العالي هي حداب عين عبيد ، V17

تتميز أصناف V12 و V11 و V17 بأعلى نسبة أخطاء ممكنة.

وفقاً لهذه النتائج فإن صنف 17، هو الأكثر كفاءة من بين الأنماط الجينية العشرة التي تمت دراستها في معظم المتغيرات المقاسة بفترة المرحلة الخضريّة البالغة 94 يوماً ، ومحتوى الكلوروفيل (47.57 وحدة سباد) ، والارتفاع (96.78 سم) ، ومحتوى مائي نسبي (84.04%) ، مساحة الورقة (34.9 سم²) ، طول الأذن (9.6 سم) ، عدد السنابل لكل متر مربع (287.5) ، عدد الحبوب لكل أذن (49.3) ، وزن ألف حبة (52.8).

تمتاز الأنماط الجينية المدروسة بتنوع كبير بين الأنواع و الأنواع المختلفة بسبب الظروف الزراعية المناخية.

في الواقع ، الكلوروفيل ، ارتفاع النبات ، TRE ومدة المرحلة الخضريّة هي معايير أساسية تميز المحصول ، وهي معايير مهمة للغاية تسمح لنا باختيار أنماط وراثية جديدة أكثر كفاءة والبدء من تحمل المعلومات والتكيف مع القيود البيئية..

الكلمات المفتاحية

TRE ,TRITICUM AESTEVUM L, V17, التركيب الوراثي ، الكلوروفيل ، .

Abstract :

The results concerning the comparison of 02 local Ain Abid and Hiddab genotypes and 08 imported soft wheat genotypes through the identification of morpho-phenological, physiological and agronomic parameters show that:

The V17, V18 and V13 varieties have the highest chlorophyll rate, The varieties that have a high height are Hiddab Ain Abid, V17, The V12, V11, V17 varieties have the highest ERRs.

According to these results, the V17 variety is the most efficient among the 10 genotypes studied in most of the variables measured with a vegetative phase period of 94 days, chlorophyll content (47.57 SPAD units), height (96.78Cm), a relative water content (84.04%), a leaf area of (34.9cm²), a length of the ear (9.6cm), a number of ears per m² (287.5), a number of grains per ear (49.3), a weight of a thousand grains (52.8).

The genotypes studied are characterized by a great inter and interspecific variability due to agro-climatic conditions.

Indeed, the chlorophyll, the height of the plant, TRE and the duration of the vegetative phase are essential parameters which characterize the yield, they are very important criteria which allow us to choose new more efficient genotypes and proceed from the parameters tolerance and adaptation to environmental constraints.

Key words :

Triticum aestivum L, genotype, chlorophyll, TRE, V17.

SOMMAIRE

Index des tableaux	
Index des figures	
Liste des abréviations	
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE I (Généralité sur blé tendre)	
1. Généralité sur blé tendre	2
1.1. Histoire du blé.....	2
1.2. Origine géographique et génétique du blé	2
1.3. Classification botanique	3
1.4. Description de la plante du blé:.....	5
1.4.1. Grain.....	5
1.4.2. Appareil végétatif	6
1.4.2.1. Appareil racinaire.....	6
1.4.2.2. Appareil aérien.....	6
1.4.2.3. Appareil reproducteur.....	6
2. Cycle de développement.....	6
2.1. La période végétative:.....	7
2.1.1. La germination levée.....	7
2.1.2. Le tallage	7
2.2. La période reproductrice:.....	7
2.2.1. La phase ébauche d'épillets.....	8
2.2.2. Phase montaison.....	8
2.2.3. Phase d'épiaison et fécondation	8
2.3. La maturation du grain.....	8
3. Caractéristiques variétales:.....	8
3.1. Caractéristiques morphologiques de la plante.....	8
3.1.1. Hauteur de la paille.....	8
3.1.2. Caractéristiques de la feuille.....	9
3.1.2.1. Taille de la feuille.....	9
3.1.2.2. Couleur du feuillage.....	9
3.1.2.3. Position de la feuille sur la tige.....	9
3.2. Caractères physiologiques.....	9
3.2.1. Précocité à l'épiaison.....	9
3.2.2. Période de remplissage des grains.....	10
3.2.3. Nombre d'épis par m ²	11
4. Rendements et ses composantes	11
4.1. Poids de mille grains PMG.....	11
5. Facteurs affectant la croissance et le rendement.....	12
5.1. Facteurs Climatiques.....	12

5.1.1. Radiation et température.....	12
5.1.2. Photopériode.....	12
5.1.3. Température.....	12
5.1.3.1. Viabilité des grains de pollen	12
5.1.3.2. Période de remplissage	12
5.1.3.3. Température élevée.....	13
5.1.3.4. Température basse.....	13
5.1.4. Précipitations.....	13
Chapitre II (Matériel et méthode)	
1. L'objectif de essai	14
2. Présentation du site expérimental	14
3. Le matériel végétal.....	15
4. Dispositif expérimental	15
5. Itinéraire technique	16
5.1. Travail du sol	16
5.2. Semis.....	16
5.3. Désherbage.....	17
5.4. Fertilisation.....	17
6. Condition climatiques.....	18
7. Les caractères mesurés	19
7.1. Caractères morpho-phénologiques	19
7.1.1. Hauteur de la tige.....	19
7.1.2. Longueur d'épis	19
7.1.3. Surface foliaire.....	20
7.1.3. La durée de la phase végétative.....	20
7.2. Caractères physiologiques	21
7.2.1. Teneur en chlorophylle totale	21
7.2.2. Teneur relative en eau (TRE%).....	21
7.3. Caractères agronomiques.....	23
7.3.1. Nombre d'épis par mètre carré.....	23
7.3.2. Nombre de grains par épi.....	23
7.3.3. Poids de mille grain	23
7.3.4. Rendement en grain.....	24
8. Analyse statistique	24
Chapitre III (Résultat et discussion)	
1. Paramètres morpho-phénologiques.....	25
1.1. Hauteur.....	25
1.2. Longueur d'épis	26
1.3. Surface foliaire	27
1.4. La durée de la phase végétative	28
2. Paramètres physiologique	29
2.1. Teneur en chlorophylle	29

2.2. Teneur relative en eau	30
3. Paramètres agronomiques	31
3.1.Nombre de grains par épi	31
3.2.Nombre d'épis par mètre carre	31
3.3.Poid de mille grains	33
CONCLUSION	34
Index des annexes	
Liste des références	

Liste des tableaux

Tableau01 : Description des géotypes de blé tendre étudiés.

Code	Variétés/Lignées	Origine
Ain abid	Ain abid	Algérie
Hiddab	Hiddab	Algérie
V10	FRNCLN*2/BECARD	CIMMYT
V11	KACHU*2/3/PBW343*2/KUKUNA//PBW343*2/KUKUNA	CIMMYT
V12	MELON//FILIN/MILAN/3/FILIN/4/TRCH/SRTU//KACHU/5/TRCH/SRTU//KACHU	CIMMYT
V13	PRL/2*PASTOR	CIMMYT
V14	KACHU*2/BECARD	CIMMYT
V16	PRL/2*PASTOR//KACHU	CIMMYT
V17	PASTOR//HXL7573/2*BAU/3/WBLL1/4/SOKOLL/3/PASTOR//HXL7573/2*BAU	CIMMYT
V18	SUP152/BAJ #1	CIMMYT

Tableau02 : Coefficients de corrélation entre les caractères étudiés

RDT	RDT									
CHL	0.52	CHL								
DPV	-0.22	-0.47	DPV							
HT	0.23	0.07	0.32	HT						
NEM ²	0.14	0.10	-0.23	0.20	NEM ²					
NGE	-0.11	-0.27	0.12	-0.001	0.14	NGE				
PMG	-0.10	0.03	0.21	0.016	-0.33	-0.39	PMG			
TRE	0.25	0.28	-0.31	-0.12	0.20	0.02	-0.11	TRE		
SF	-0.2	0.07	0.31	0.20	-0.16	0.07	-0.04	-0.18	SF	

Liste des figures :

Figure01 :L'origine du blé dans le Croissant Fertile et des voies d'expansions de l'agriculture depuis le Néolithique (INRA).

Figure02 : Phylogénie du blé tendre.

Figure03: Anatomie du grain de blé tendre. Le grain de blé est constitué de trois parties : l'embryon, l'albumen et les couches périphériques (d'après Surget and Barron 2005).

Figure 04 : les différents stades de développement du blé tendre.

Figure05: Image satellitaire de la localisation de l'essai au niveau de la station expérimental INRAA baraki mehdi boulet (Google Earth, 2022).

Figure06 : Représentation schématique du dispositif expérimental.

Figure 07: Photo de semis prise le jour même (source INRAA., 2022).

Figure 08:

Figure 09: les étapes de fertilisation

Figure10 : Mesure la hauteur de la plante (source INRAA,2022).

Figure11 : Mesure de longueur de pi

Figure12 : Les différents stades de la durée végétative (source INRAA., 2022).

Figure13: Prise de mesure de la fluorescence chlorophyllienne(SPAD)

Figure14 : Les étapes de

Figure15 : Les étapes de comptage des grains

Figure16 : Prise de poids pour mille grains

Figure 17: Moyenne de la hauteur de 10 génotypes étudiés

Figure18 : longueur d'épis

Figure19 : Surface foliaire

Figure20 : Durée de la phase végétative

Figure21 : Teneur en chlorophylle

Figure22 : Teneur en eau

Figure 23: nombre de grains par épi

Figure 24 : Nombre d'épis par m²

Figure 25 : poids de mille grains

Liste d'abréviations :

Chl : Chlorophylle

CIMMYT : Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz Y Trego (centre international de phytogénétique du maïs et du blé).

Ha : hectare

INRAA : Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie

LSD : Least Significant Difference

P.M.G : Poids de Mille Grains.

PF : Poids Frais

PS : Poids de la matière végétale sèche

PT : Poids à la turgescence

q : quintal

SF : Surface Foliaire

SPAD : Développement d'analyses de plantes de sol (Soil Plant Analyses Development).

TRE : Teneur relative en eau

V : variété

INTRODUCTION

INTRODUCTION :

Les céréales constituent une part importante des ressources alimentaires de l'homme et de l'animal. De plus la majeure partie de l'alimentation est fournie par les aliments en grain, dont 96% sont produit par les cultures céréalières tels que le blé, l'orge, le seigle, le riz, le maïs et le triticale...etc. Parmi ces céréales, Le blé est considéré comme la troisième céréale importante dans le monde après le maïs et le riz (FAOSTAT., 2018).

Les deux espèces de blé les plus cultivées sont le blé tendre (Triticum aestivum L.) avec plus de 90% de production mondiale et le blé dur (Triticum durum Desf.) qui constitue 5% de celle-ci (Goodine.,2009). Le blé tendre est une céréale importante en termes de consommation humaine dans de nombreux pays du monde. Cependant, dans les milieux arides et semi- arides, les stress abiotiques imposent des limites au développement de la plante. La résistance à ces stress est dépendante du génotype qui développe des mécanismes morphologiques, physiologiques, et/ou biochimiques pour éviter ou tolérer la contrainte (Neffar.,2013).

La recherche d'une meilleure adaptation à la variation environnementale est devenue une nécessité pour stabiliser les rendements. La variation des rendements est engendrée par la sensibilité des cultivars aux divers stress biotiques et abiotiques qui caractérisent le milieu de production (Benmahammed et al., 2010). Le caractère le plus utilisé en sélection est le rendement lui-même. Cette sélection directe s'est révélée, le plus souvent, inefficace dans l'identification de génotypes adaptés et tolérants aux stress (Rodriguezet al., 2008).

En Algérie, les céréales est en particulier le blé, sont les cultures prédominantes et nécessitent une amélioration continue, pour satisfaire aux besoins agroalimentaire. L'obtention des cultivars à rendement élevé, avec une résistance aux diverses maladies et insectes et une bonne qualité technologique est une exigence en recherche fondamentale (Attab et Brinis .,2012).

L'Algérie se situe au premier rang mondial de la consommation de blé avec plus de 200kg par tête en 2003 (kellou R., 2008). Selon le ministère algérien de l'agriculture et de développement rural, l'Algérie prévoit une production de 55 millions de quintaux de céréales en 2012, alors qu'elle était évaluée à 42,5 millions de quintaux en 2011 (Anonyme1., 2012).

L'augmentation des rendements de blé tendre peut se faire par des techniques culturales appropriées (travail du sol, fertilisation et traitements phytosanitaires), mais aussi par la recherche de génotypes performants et adaptées aux différents milieux de culture. La cause principale des différences entre les génotypes dans leur stabilité de rendement est la présence d'interaction génotypes x environnement.

Dans ce contexte l'objectif de notre travail est de comparer les caractères phéno-morpho-physiologique et agronomiques de quelques génotypes de blé tendre Triticum aestivum en condition subhumide.

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

1. Généralité sur blé tendre :

1.1. Histoire du blé :

Depuis la naissance de l'agriculture, le blé est à la base de la nourriture de l'homme (RUEL., 2006). C'est une espèce connue depuis la plus haute antiquité, dont il constitue la base alimentaire des populations du globe (Yves et de Buyer., 2000).

Le blé est d'origine asiatique, précisément de Chine, il a été cultivé en extension considérable il y'a 4000 ans avant Jésus-Christ. Il a été la culture principale dans l'ancienne Egypte et Palestine (FAO ,2006).

Pendant plusieurs siècles, il a été vénéré comme un dieu et associé à la pluie, l'agriculture et la fécondité (RUEL., 2006).

1.2.Origine géographique et génétique du blé :

A. Origine géographique :

Le blé est l'une des principales ressources alimentaires de l'humanité. Sa culture précède l'histoire et caractérise l'agriculture néolithique (Feuillet, 2000). Selon le même auteur, le passage d'une civilisation de nomades à celle de l'agriculture sédentarisée est le résultat de la domestication progressive des graminées cultivées tel que le blé tendre. Le Croissant fertile semble être le centre originaire des céréales du premier groupe (blé, seigle et avoine) et forme une zone à cheval sur l'Afrique et l'Asie. Il est centré sur les plaines alluviales du Nil à l'ouest, de la Jordanie au centre, de l'Euphrate et du Tigre à l'est (Clerget, 2011). Selon cet auteur, il est limité à l'ouest par le désert de Libye et la Méditerranée, au nord par les monts Taurus en Turquie, à l'est par les monts Zagros en Iran au sud par la mer Rouge et le désert d'Arabie.

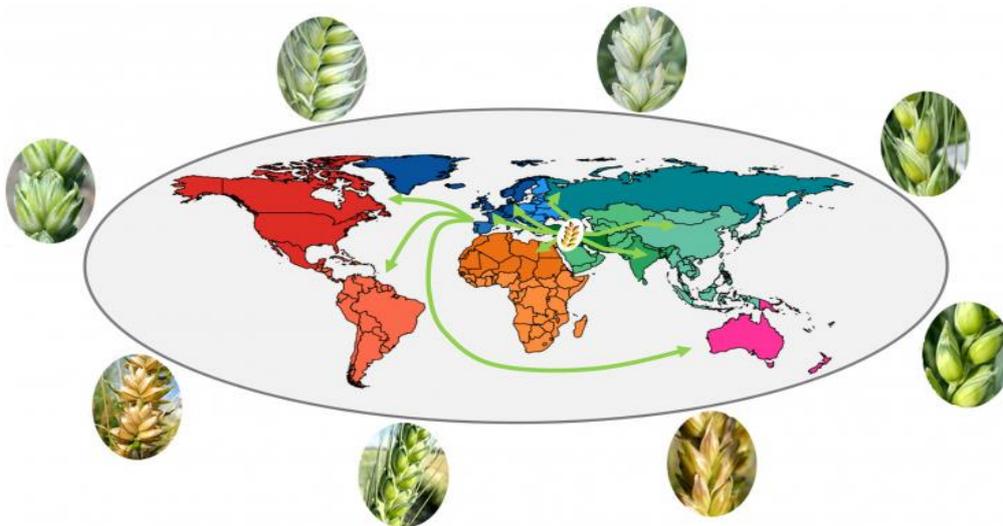


Figure01 :L'origine du blé dans le Croissant Fertile et des voies d'expansions de l'agriculture depuis le Néolithique (INRA)

B. Origine génétique

Les blés cultivés aujourd'hui dans le monde appartiennent au genre *Triticum*, qui regroupe plusieurs espèces. Leur génome de base comporte 7 chromosomes avec plusieurs variations, les plus importantes pour la genèse du blé étant notées A, B et D par les généticiens (Le Stum et Al., 2017). Le blé hexaploïde ou blé tendre *T. aestivum* ($2n = 6x = 42$ chromosomes), c'est un organisme d'une grande complexité génétique, il contient trois génomes issus de plantes ancestrales à l'origine du blé, génomes A, B et D provenant d'espèces diploïdes différentes. L'identification de ces espèces a été rendue possible par l'étude d'hybrides entre les différents blés puis entre ces blés et des espèces voisines appartenant au genre *Aegilops* (Clerget, 2011).

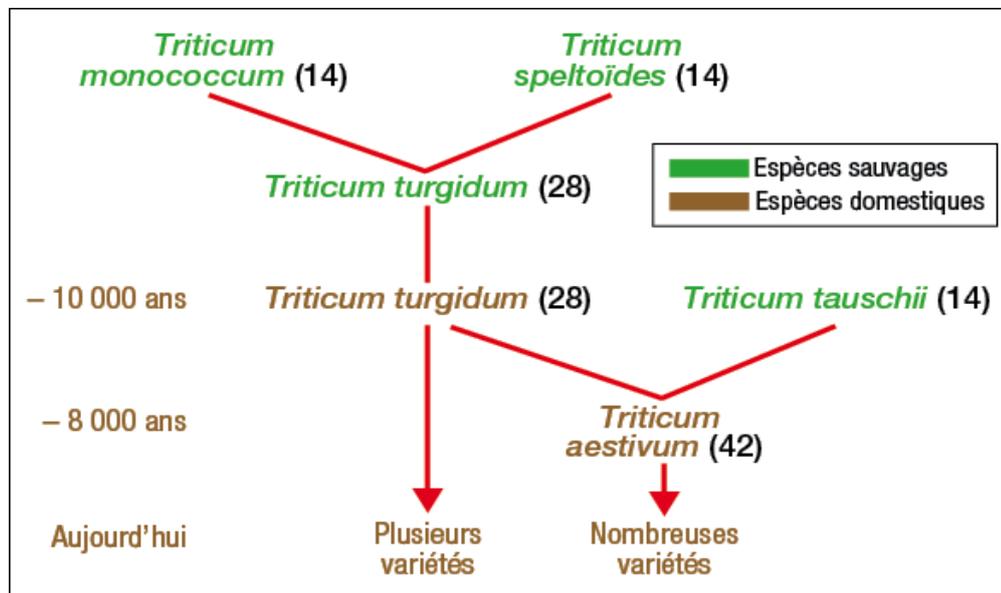


Figure02 : phylogénie du blé tendre

1.3. Classification botanique :

Le blé (*Triticum* sp, L) est une plante annuelle, monocotylédone qui appartient au genre *Triticum* de la famille des Poaceae. C'est une céréale dont le grain est un fruit sec et indéhiscent, appelé caryopse, constitué d'une graine et de téguments. C'est une espèce autogame à reproduction sexuée, qui a acquis la tolérance à la consanguinité au cours de l'évolution. Le genre *Triticum* comprend les espèces diploïdes, tétraploïdes et hexaploïdes. Ainsi, leur polypléidisme a joué un rôle important dans l'évolution du blé (Hankrar, 2017) (Tab02).

Règne	Plantae
Embranchement	Spermaphyte
Sous-embranchement	Magnoliophyta (angiospermes)
Classe	Liliopsida (Monocotylédones)
Sous-classe	Commélinidés
Ordre	Poales
Famille	Poaceae (ex Graminées)
Sous-famille	Triticeae
Tribu	Triticeae (Triticées)
Sous-tribu	Triticinae
Genre	<i>Triticum</i>
Espèce	<i>Triticum aestivum</i> L.

Tableau01: classification du blé tendre (Feillet,2000).

1.4. Description de la plante du blé:

1.4.1. Grain:

Le blé est une céréale dont le grain est un fruit sec et indéhiscent, appelé caryopse constitué d'une graine et de téguments (Débiton, 2010 ; henkrar, 2017). Le grain de blé a la forme d'un petit œuf, arrondi aux deux bouts, bombé sur sa surface dorsale et creusé sur tout sa longueur d'un sillon ou passe le faisceau nourricier du grain et dont l'extrémité la plus grande s'orne d'une fine brosse (Merouche, 2015).

Le grain de blé est composé de (Fig04):

- L'albumen: il correspond au tissu de réserve, et il est constitué de l'albumen amylicé et de la couche à aleurone (80%-85% du grain) (Feuillet, 2000).
- Le germe: il est constitué d'une part, de l'axe embryonnaire qui donnera la tigelle, le mésocotyle et la radicule et d'autre part du scutellum qui donnera le cotylédon (Surgetet Barron, 2005).
- Les enveloppes : Elles sont constitués de quatre tissus : le péricarpe externe, le péricarpe interne, la testa et la couche nucellaire ou bande hyaline (qui correspond à l'épiderme du nucelle) (Débiton, 2010).

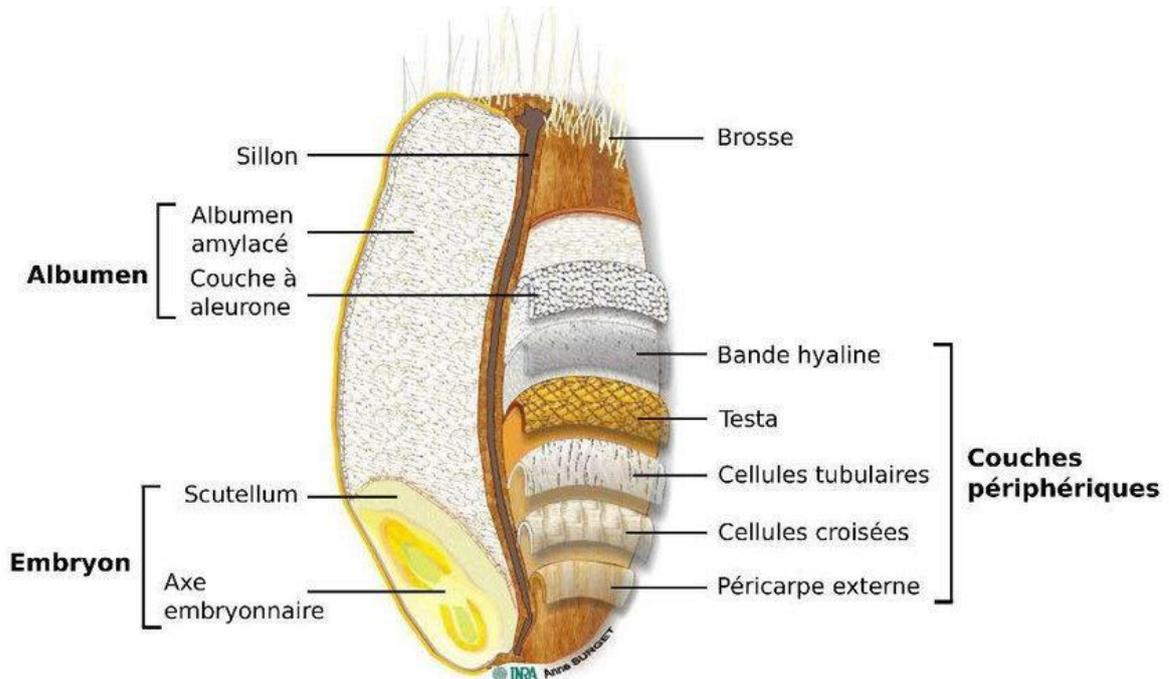


Figure03: Anatomie du grain de blé tendre. Le grain de blé est constitué de trois parties : l'embryon, l'albumen et les couches périphériques (d'après Surget and Barron 2005).

1.4.2. Appareil végétatif :

Il est composé
de :

1.4.2.1.L'appareil racinaire:

Il est composé de deux systèmes racinaire successifs:

- Un système séminal, fonctionnel seul de la levée au début de tallage. Les racines de ce Système sont à un nombre de six, rarement sept (Benlaribi et *al.*, 1990, Hazmoune, 2006).
- Un système adventif ou coronal, apparaissant au moment où la plante émet ses talles. Ce système se substitue progressivement au précédent durant l'avancement du cycle biologique des céréales à paille. Il est de type fasciculé.

1.4.2.2.L'appareil aérien

Il est formé d'un certain nombre d'unités biologiques ou des ramifications appelées talles. Ces ramifications partent toutes d'une zone, appelée court-nouée située à la tige : le plateau de tallage. La tige est creuse et formée d'entre-nœuds, zones méristimatiques à partir des quelles s'allongent les entre-nœuds et se différencient les feuilles. Chaque nœud est le point d'attache d'une feuille.

La hauteur de la tige varie selon les espèces, les variétés, et les conditions de culture. Chez le blé tendre (*Triticum aestivum* L.) elle varie de 90cm à 150 cm (Pétrequin et Baudais,1997).

Les feuilles sont alternes, longues, étroites et à nervures parallèles. Chaque feuille comprend deux parties : une portion inférieure enveloppant l'entre-nœud correspondant à la gaine, et une portion supérieure, le limbe. Les gaines attachées au niveau des nœuds, sont emboîtées les unes dans les autres et forment un tube cylindrique entourant la tige qui se déboîte au fur et à mesure de la croissance des entre-nœuds. A la jonction du limbe et de la gaine, on rencontre une petite membrane non vasculaire, plus ou moins longue et dentelée, la ligule. De chaque côté de celle-ci, à la base du limbe se trouvent deux stipules appelées oreillettes plus au moins embrassantes, les velues chez le blé tendre (*Triticum aestivum*L.)(soltner,1990).

1.4.2.3. 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) .

2. Cycle de développement :

Le cycle de développement du blé est constitué d'une série d'étapes séparées par des stades repérés, permettant de diviser en trois périodes de la vie des céréales. Une période végétative, une période reproductrice et enfin la maturation de grain (Soltner, 2005).



Figure 04 : les différents stades de développement du blé tendre

2.1. La période végétative:

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

2.1.1. La germination-levée

La germination de la graine se caractérise par l'émergence du coléorhize donnant naissance à des racines séminales et la date de la levée est définie par l'apparition de la première feuille qui traverse le coléoptile, graine rigide et protectrice enveloppant la première feuille. La levée se fait réellement dès la sortie des feuilles à la surface du sol (Soltner, 2005).

Au sien d'un peuplement, la levée est atteinte lorsque la majorité des lignes de semis est visible (Gate, 1995). Les principaux facteurs édaphiques qui interviennent dans la réalisation de cette phase sont, la chaleur, l'aération et l'humidité (Eliard, 1974).

2.1.2. Le tallage :

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

2.2. La période reproductrice:

Elle comprend la formation et la croissance de l'épi (Soltner, 2005).

2.2.1. La phase ébauches d'épillets (phase A et B)

Le stade A indique l'acheminement vers la fonction de reproduction qui est marqué par une différenciation des ébauches d'épillets sur l'apex.

est repéré par l'apparition de deux renflements latéraux qui apparaissent sur l'épillet, ce sont les ébauches des glumes (Boufenar et al., 2006)

2.2.2. Phase montaison:

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

2.2.3. Phase d'épiaison et fécondation :

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

2.3. La maturation du grain :

Au cours de cette phase, l'embryon se développe et l'albumen se charge de substances de réserve. On observe une augmentation du volume du poids des graines. La phase se termine par le stade laiteux. En suite, le poids frais des grains continue à augmenter alors que celui des tiges et des feuilles diminue. La phase se termine par le stade pâteux. Puis les grains deviennent durs et leur couleur devient jaunâtre (Boufnar-Zaghouane et Zaghouane, 2006).

3. Caractéristiques variétales:

Plusieurs caractéristiques variétales pourraient avoir une influence importante sur les niveaux des rendements obtenus du blé tendre parmi lesquels on peut citer :

3.1. Caractéristiques morphologiques de la plante:

3.1.1. Hauteur de la paille:

Les cultivars de blé varient sensiblement selon la longueur de la paille. Cette diversité constatée est essentiellement due en large partie à la variation de la longueur du dernier internœud ou le pédoncule portant l'épi. Toutefois, l'application de certains régulateurs de croissance, particulièrement s'ils sont bien synchronisés avec la période d'élongation du pédoncule pour l'inhibe permet, d'une part de réduire la hauteur des plantes et accroître la résistance à la verse d'autre part (Nelson J.E. et al., 2001). Parfois des excès de croissance de la paille du blé sont causés par une irrigation plus abondante (modérément héritable) (Harrison S.A. et al., 2002). Par ailleurs, certains génotypes disposent des gènes codant pour la réduction de la taille (Rht-Blc) ou gènes de nanismes. Globalement, ce sont des types insensibles aux gènes de gibbérellines et utilisés en double fonction; pour la réduction de la hauteur des tiges, et accroissement de la fertilité de l'épi du blé.

3.1.2. Caractéristiques de la feuille :

3.1.2.1. Taille de la feuille:

Des variations entre les cultivars des blés relatives à la longueur des feuilles sont en grande partie, dues aux variétés ainsi que sous les effets de l'environnement. Zaharieva M. et al., (2001) ont noté que malgré l'existence d'une corrélation négative entre la taille de la feuille et l'activité photosynthétique par unité de surface de la feuille, la taille de la feuille est prédominante et affecte l'activité photosynthétique de la feuille ainsi que de la production en grains.

3.1.2.2. Couleur du feuillage :

Selon Zaharieva et al., (2001), les cultivars qui se caractérisent par des feuilles à coloration vert bleuâtre et dans de bonnes conditions d'approvisionnement en eau, éléments nutritifs et de stress modérés, réalisent un haut rendement en biomasse et une forte production en grains, souvent accompagnée avec un taux bas d'efficacité en eau utilisée.

En revanche, la production faible observée chez les populations à feuilles pâles pourrait plus probablement résulter des stomates fermés. Il est à signaler que, la couleur des feuilles, la glaucoscence et la pubescence sont des caractères qui pourraient aussi contribuer à éviter le stress, par la réduction de la radiation absorbée par la plante, ainsi que par l'accroissement de la capacité de la culture à refléter la lumière (Blum. A., 1988).

3.1.2.3. Position de la feuille sur la tige:

Pour Austin R.B. et al., (1976), on se base sur les données à notre disposition et qui nous montrent que les feuilles en position verticale (feuilles érigées) possèdent une caractéristique importante dans l'utilisation efficace de la radiation (RUE), la croissance et la vitesse de la photosynthèse, notamment durant la croissance de l'épi comme il a été observé chez les espèces à cycle C3 telle que le sorgho.

3.2. Caractères physiologiques:

3.2.1. Précocité à l'épiaison :

Ce caractère est un excellent moyen pour s'échapper aux différents types de stress abiotiques particulièrement ceux dus à la sécheresse pour James E.N. et al., (2000), la chaleur et la radiation solaire excessive à la fois pour Zaharieva M. et al., (2001). Cette action de s'échapper aux stress (la sécheresse, forte chaleur...) peut aboutir dans les conditions méditerranéennes à un raccourcissement du cycle de croissance de la culture du blé (Baker J.L., 2000).

Les génotypes à floraison précoce se caractérisent souvent par un rythme de croissance globalement rapide ainsi qu'une cadence de remplissage assez rapide pendant des périodes de températures basses et qui pourraient aussi avoir une efficacité élevée en termes d'utilisation d'eau (Fischer R. A. 1986). Pour Kobiljski O. et al., (2002), le caractère précocité chez le blé est le plus souvent associé avec la forme naine des variétés.

Cependant, lors d'un semis tardif on assiste à une réduction de la période de croissance, accompagnée le plus souvent avec une réduction de la lumière absorbée par la culture résultant, une baisse en biomasse et aussi en rendement potentiel (Zaharieva M. et al., 2001). Lors d'un semis précoce, la majeure partie de la période de remplissage du grain est préservée contre le déficit en eau, excès de chaleur et radiation intense et permet ainsi d'enregistrer une productivité optimale et un rendement en grains supérieur (Fisher

R.A.M.,1985) dû à une forte fertilité de l'épi (Kobiljki O. et al.,2002),un nombre élevé de grains par m²et un P.M.G. élevé (Abbate P. E. et al.,1998).

3.2.2.Période de remplissage des grains:

Pour James E.N. et al., (2000), l'accumulation de la matière sèche au niveau des tiges se réduit juste après le stade épiaison, cependant, toute matière sèche supplémentaire s'accumule de plus en plus au niveau des grains. Par ailleurs, le processus de photosynthèse n'est pas un facteur limitant pendant la période de remplissage des grains (Richards R.A., 2000). En effet, Yang J. et al., (2001) ont signalé qu'au stade maturité, entre 79% et 85 % du CO₂ (à partir de C₁₄) synthétisé dans dernières feuilles est partitionné aux grains en conditions de stress hydrique associé avec un engraissement azoté normale, alors ce n'est que seulement 50% qui ira aux grains dans les conditions d'excellente alimentation en eau et en approvisionnement normale en azote(HafsiM.et al.,2000).

A signalé que selon Wych R.D. et al., (1982), la variabilité génétique pour la remobilisation de la matière sèche et l'extension de cette remobilisation sont assujettis à l'interaction génotype X année. Blum A.,(1998)a rapporté que la contribution relative des réserves de la tige à la masse totale des grains par épi ou au rendement en grains a été estimée entre 6 à 100 % et tributaire des conditions d'expérimentation ainsi que des cultivars utilisés (Sarvestani. et al., 2003). Toutefois, entre 70et 90% du rendement engrains du blé est dû essentiellement à la photosynthèse de post floraison (Austin.et al.,1977),tandis que le rythme de transformation est en temps constant en termes de temps thermique(Borner A.,2002).

Il a été retrouvé que la période de croissance la plus affectant des rendements est la période de remplissage des grains, alignant ainsi le rendement avec les niveaux de stress hydrique (Stasna. et al.,2002) et biotique telles que les insectes suceurs, particulièrement, les pucerons qui non seulement sucent la sève mais aussi sécrètent des toxines (Schotzko. et al.,2001).

La remontée de la température de 15/10C° (jour/nuit) à 21/19C° provoque un raccourcissement sévère de la période de remplissage de 60 à 22 jours seulement. Par ailleurs, des réductions de P.M.G, causées par un retard de la date du semis standard, sont souvent associées à une diminution de la longueur de la durée de remplissage (Ortiz J.I. et al., 1994). Par ailleurs, selon Pheloung P.C. et seddique H.M. (1991) durant les conditions de sécheresse pendant la période de remplissage du grain, les cultivars à plus haut rendement ont beaucoup plus souffert des réductions sévères en rendement en grains et ce par rapport aux cultivars à potentiel limité de rendement (Sarvestani.,2003).

Cependant, plusieurs études rapportent que les auxines, les gibbérellines (GAs) ainsi que l'acide abscissique (ABA) sont aussi impliqués dans la régulation du développement des grains. En effet ,Wang et al.,(1998) rallient un faible remplissage du grain avec des basses concentrations en ABA au niveau des grains pour la culture de riz (YangJ.etal.,2001).Ces derniers ont démontré que, le niveau maximal de concentration des Cytokinines des grains a été signalé pendant la période limitée entre le 9ème et 12 ème jour après la floraison dans les conditions d'engraisement azoté préconisé et entre 12 et 15 jours après la floraison dans le cas d'une application intensive d'azote. La dose maximal de concentration des cytokinines coïncide souvent avec la division cellulaire intense de l'endosperme et juste avant la vitesse maximale de remplissage du grain, ce qui suppose que les cytokinines pourraient jouer un rôle dans la régulation de la vitesse de remplissage du grain de riz pendant ces premiers stades

(YangJ.et al.,2001).Toutefois, YangJ. Et al.,(2001) suggèrent que les GAs pourraient jouer un rôle dans l'embryogenèse.

3.2.3. Nombre d'épi/m²:

La capacité d'une variété à émettre des nouvelles repousses ou talles est une caractéristique variétale comme elle peut être aussi considérée un moyen d'adaptation au changement des conditions du milieu. En effet, plus de talles pourraient être produites si les conditions de l'environnement sont favorables, particulièrement comme celles relatives à un faible peuplement des plantes, ou encore un niveau élevé de la fertilité du sol. Cependant, sous les conditions stressantes de la culture, les plantes répandent en produisant moins de talles, voire carrément un avortement des talles initiées.

Toutefois, les talles qui émergent après la cinquième feuille de la tige principale ont de moindre chance de d'avoir des épis. Ce qui a induit certains auteurs (IslamT.M.T.et Sedgly R.H., 1981) de conclure que le transfert des gènes codant pour des caractères issus du blé de printemps est bénéfique dans les conditions méditerranéennes. De même, les géotypes à forte capacité de tallage, particulièrement, ceux demi-nains et précoces arrivent couramment à couvrir rapidement la surface du sol à la fin de l'automne et l'hiver résultant, une utilisation très élevées de l'eau ainsi que d'autres ressources pendant cette période de croissance (AcevedoE.etal., 1987).

4.Rendement et ses composantes:

Plusieurs chercheurs comme Acevedo E.H.(1998) et Fereres A. (1993) ont défini le rendement potentiel d'une culture comme le rendement d'un géotype bien adapté à un milieu donné, poussant avec des quantités adéquates en éléments nutritifs et en eau, dont les autres types de stress sont effectivement bien contrôlés. Evidemment, l'introduction des gènes responsables du nanisme aux nouvelles variétés, développées à partir de 1906 a été à l'origine de ce grand pas (Cassman K.G., 1999). Par ailleurs, le développement des blés hybrides peut aussi conduire à une augmentation de 10 % du potentiel du rendement actuel, malgré les dépenses supplémentaires et élevées de la production de leurs semences(CassmanK.G.1999).

4.1.Poidsde1000grains(PMG):

Le poids sec du grain est une expression du rythme d'accumulation de la matière sèche ainsi que de la durée de grossissement de ce dernier (Brocklehurst P.A. et al., (1978). Pour certains et dans les conditions optimales, en termes particulièrement d'approvisionnement en eau et éléments nutritifs, le poids du grain est contrôlé, en grande partie, par les conditions de l'environnement. Selon Ortiz J.I. et al., (1994) il est sous le contrôle de l'effet combiné à la fois; de la température et de la radiation solaire pendant la période s'étendant du stade de floraison jusqu'à 10 jours après l'épiaison et selon le retard encaissé lors de la mise en place de la culture.

Evidemment, cette conclusion concorde avec les résultats de Fisher R.A. (1985) et Kertzer Z.,(1976) ayant remarqué que les conditions climatiques, particulièrement la température est effectivement décisive dans la détermination du P.M.G. Néanmoins, Fisher R.A. et al., (1985) ont signalé la présence d'une règle d'échange générale entre le nombre d'une part et la taille potentielle du grain au niveau de l'épi d'autre part, dont les grains de grosse taille prennent une place importante dans les enveloppes de l'épi.

5.Facteurs affectant la croissance et le rendement:

Les principaux facteurs agissant sur la croissance et le rendement du blé tendre peuvent être classés en 04 grandes catégories, à savoir; facteurs climatiques, édaphiques, caractéristiques de la variété et les techniques d'entretien de la culture.

5.1. Facteurs Climatiques:

5.1.1.Radiation et température:

La radiation solaire ainsi que la température (quotient photo-thermique) ont un effet combiné et marquant sur l'évolution du cycle de la plante particulièrement pendant le stade épiaison. Pour Ortiz-Monasterio et al., (1994), cet effet est une meilleure prédiction sur les prévisions des rendements et ses composantes, particulièrement le poids individuel du grain lors du stade épiaison pendant la période s'étendant entre 20 jours avant l'épiaison et 10 jours après épiaison.

5.1.2.Photopériode:

Selon plusieurs chercheurs, la culture de blé tendre est sensible aux jours longs du printemps; dont elle réagit par le commencement du stade floraison. Génétiquement, McIntosh R.H. et al., (1998) ont pu localiser le mécanisme de contrôle sur les armes courts homologues des groupes de chromosome 2. Par ailleurs, Worland A.J. et al., (1986) ont déterminé 2 gènes, Ppd2 sur le chromosome 2B ainsi que Ppd1 sur le chromosome 2D.

5.1.3Température:

Fowler D.B., (2002) ont rapporté que la relation temps/température, contrôlant la croissance et le développement des plantes, est connue sous l'appellation temps thermique et qui est mesuré en unité de chaleur ou le degré de croissance par jour. Par ailleurs, selon Jamieson P.D. et al., (2000) les besoins en températures pour tout le cycle de la culture du blé tendre varient entre 1900 et 2400 °C. La vitesse de développement de la plante dépend des unités de chaleur accumulée, à l'exception dans les conditions d'extrême aridité. De même, ces besoins dépendent de la localité, de la date de semis et de la variété (Nelson J.E. et al., 2001; Fowler., 2002). Toutefois, un grand nombre de variétés de blé tendre ont besoin de 80 à 100 unités de chaleur pour la formation de chaque nouvelle feuille sur le maître brun (Fowler D.B., 2002).

Les températures contrôlent de nombreux processus physiologiques à savoir;

5.1.3.1.Viabilité des grains de pollen:

Les températures de l'ordre de 30/25 C° (jour/nuit) pendant la période allant du gonflement à l'épiaison, réduisent la viabilité des grains de pollen (Dawson I.A. et Wardlaw I.F. (1984) ainsi que l'abscission des fleurs (Acevedo E.H. et al., 1998) et entraînent une nette réduction du nombre de grains par épi.

5.1.3.2.Période de remplissage du grain:

A mi période de remplissage du grain, la division cellulaire ainsi que l'extension de l'endosperme s'arrêtent et à partir de là, toute carence en approvisionnement en assimilats dû à un déficit en eau, conduit à une chute irréversible des potentialités de stockage des grains en

matière sèche (Kobata T., 2000). Toute hausse de température pendant ce stade sera traduite par une régression de cette durée (Borner A., 2002).

Pour Ortiz-Monasterio et al., (1994) dans une fourchette de température moyenne allant progressivement de 12 à 26 °C durant la période de remplissage, le poids des grains est réduit simultanément de 4 à 8 p. Cent pour chaque degré augmenté. A signaler qu'il est très répandu que tout facteur qui tend à raccourcir la durée de remplissage du grain conduit à réduire le rendement.

5.1.3.3. Températures élevées:

Van Hasselt, P.R. et Van Berlo H., (1980) ont démontré que les températures extrêmement élevées réduisent les majeures fonctions physiologiques de la plante, résultant des dommages au potentiel photo-oxydatif de l'appareil photosynthétique. Davantage, Tocker C. et al., (1998) ont rapporté que des températures élevées jusqu'à 36 °C pendant la phase de floraison affectent considérablement la culture. De ce fait, les géotypes à forte conductance des stomates de la dernière feuille ont la capacité de s'auto-diminuer la température de la plante, ce qui conduit à des rendements comparativement élevés (Rees D.K. et al., (1993).

5.1.3.4. Températures basses:

L'exposition de la plante à des températures basses durant la période de croissance active diminue le rythme de la plupart des fonctions de la plante. En effet Ying J. et al., (2000) ont rapporté une réduction du rythme d'échange de carbone de 30.4% à 18.0% pendant 2h et 16h respectivement, d'exposition des plantes au gel.

5.1.4. Précipitations:

Les quantités d'eau (pluies) nécessaires pour humidifier les couches superficielles du sol ainsi que la fraction d'eau perdue par évaporation diffèrent largement selon les caractéristiques physiques du sol, particulièrement la texture. Par ailleurs, Acevedo E.H. et al., (1998) ont noté que cette couche a besoin de 6, 10, et 12 mm de pluies pour les sols sableux, limoneux et argileux, respectivement. A signaler que plusieurs auteurs s'accordent sur les besoins en eau qui s'expriment par la quantité d'eau utilisée par la plante pour produire 10 kg de grains est de l'ordre de 1mm/ha. De même, Stasna M. et al., 2002 ont enregistré que les résidus de récolte pourraient restaurer l'eau du sol particulièrement dans certaines situations, comme celle où la capacité de rétention du sol est faible, ou la nappe du sol est loin des zones de croissance des racines de la plante.

Plusieurs chercheurs ont conditionné la disponibilité de l'eau du sol par plusieurs facteurs dont la quantité d'eau dans le sol; les caractéristiques du sol; la capacité de la culture à l'extraire; et la pression atmosphérique de l'eau. De même, avec une forte dose d'azote, la feuille a un potentiel bas en eau par rapport à une dose standard (Yang J. et al., 2001).

MATERIEL ET METHODE

3. Le matériel végétal :

Le matériel végétal est constitué de dix géotypes de blé tendre (*Triticum aestivum L.*) issus du programme national d'amélioration des blés à l'INRAA.

Deux variétés locales Ain Abid et Hiddab sont utilisées comme références, tandis que huit géotypes se sont des lignées avancées en génération (F9) issus via une collaboration avec un centre de recherche internationale appelé CIMMYT (Mexique).

Tableau02 : Description des géotypes de blé tendre étudiés.

Code	Variétés/Lignées	Origine
Ain abid	Ain abid	Algérie
Hiddab	Hiddab	Algérie
V10	FRNCLN*2/BECARD	CIMMYT
V11	KACHU*2/3/PBW343*2/KUKUNA//PBW343*2/KUKUNA	CIMMYT
V12	MELON//FILIN/MILAN/3/FILIN/4/TRCH/SRTU//KACHU/5/TRCH/SRTU//KACHU	CIMMYT
V13	PRL/2*PASTOR	CIMMYT
V14	KACHU*2/BECARD	CIMMYT
V16	PRL/2*PASTOR//KACHU	CIMMYT
V17	PASTOR//HXL7573/2*BAU/3/WBLL1/4/SOKOLL/3/PASTOR//HXL7573/2*BAU	CIMMYT
V18	SUP152/BAJ #1	CIMMYT

4. Dispositif expérimental :

Le dispositif expérimental est un bloc aléatoire complet à trois blocs contenant chacun 10 parcelles élémentaires dans lesquelles se développent les 10 géotypes étudiés, l'espace entre les blocs est de 0,5 m. La dimension de la parcelle élémentaire est de 2 m de largeur et 3 m de longueur avec 20 cm d'écartement entre les lignes, la disposition des géotypes dans les blocs est représentée dans la figure 06.

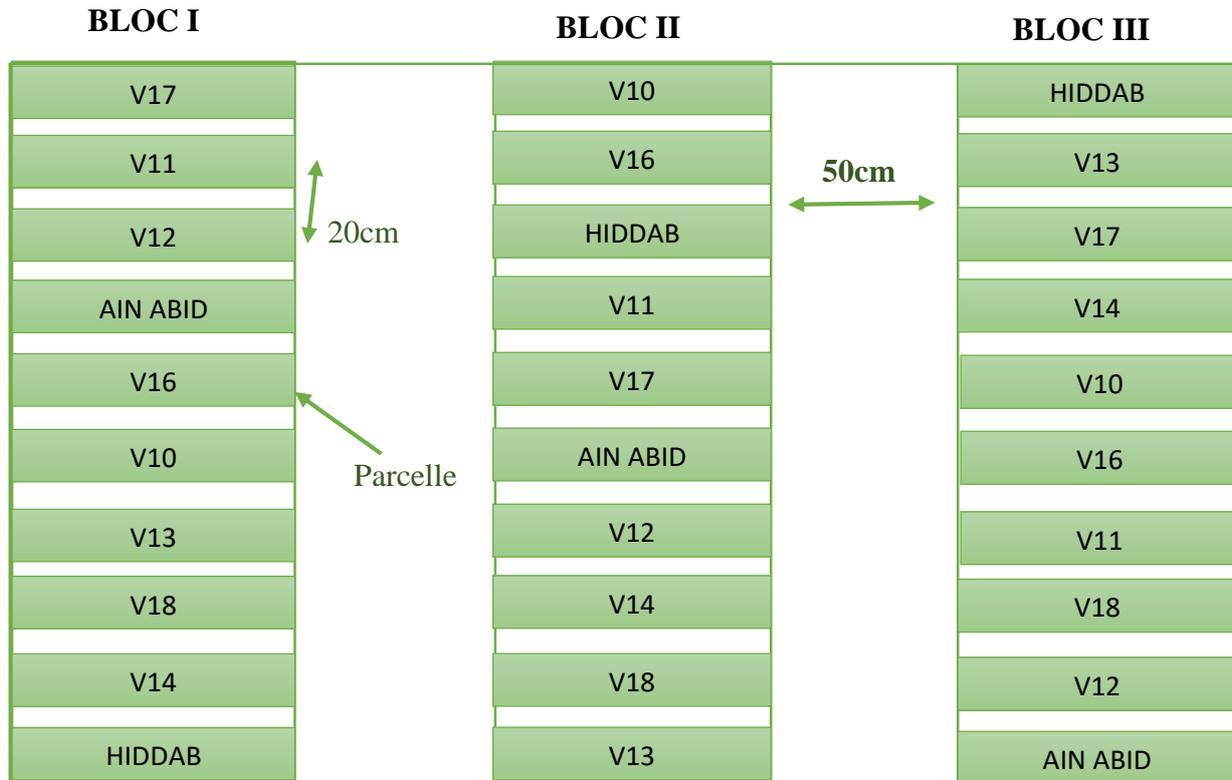


Figure 06 : Représentation schématique du dispositif expérimental.

5. Itinéraire technique :

5.1. Travail du sol :

Le labour est effectué au début du mois décembre 2021 à l'aide d'une charrue à socs, à une profondeur de 30 cm, suivi par un passage du cover-crop de façon superficielle vers la fin de décembre 2021, et enfin passage du cultivateur pour la préparation du lit de semences.

5.2. Semis :

Le semis est effectué manuellement le 05 janvier 2022 à une profondeur de 3 à 5 cm, et à une densité de 300 grains/m².



Figure 07 : Photo de semis prise le jour même (source INRAA., 2022)

5.3. Désherbage :

Un désherbage manuel est réalisé au début du cycle de la culture dès l'apparition des jeunes plantules des mauvaises herbes, et est cause d'un développement important des adventices dicotylédones suite à une bonne réserve en eau emmagasinée à la sortie d'hiver nous étions dans l'obligation de continuer le désherbage manuel des parcelles jusqu'au stade épiaison de la céréale.

5.4. Fertilisation :

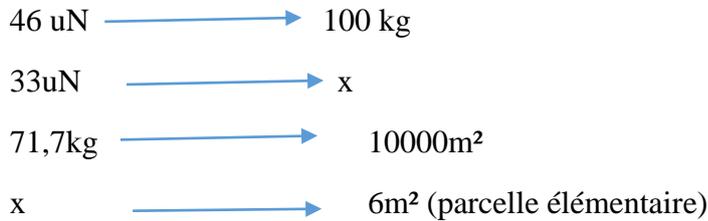
Une fertilisation azotée a été apportée à la culture au stade tallage à raison de 33 unités N/hectare sous forme d'urée 46 % la date, le stade de culture, la dose et le mode d'apport d'azote est présenté dans le tableau.

Date de l'apport	Fertilisant utilisé	Dose appliquée unité N/ hectare	stade phénologique	Mode d'application
23/02/2022	Urée 46%	33	Tallage	fumure de couverture

5.4.1. Méthode de calcul :

On a calculé la dose d'une fertilisation dont les besoins sont 33uN/h avec l'urée 46% pour une parcelle élémentaire selon la méthode suivante :

On a :



$x=0,0430\text{kg}$

$X=43,05\text{g d'urée}$

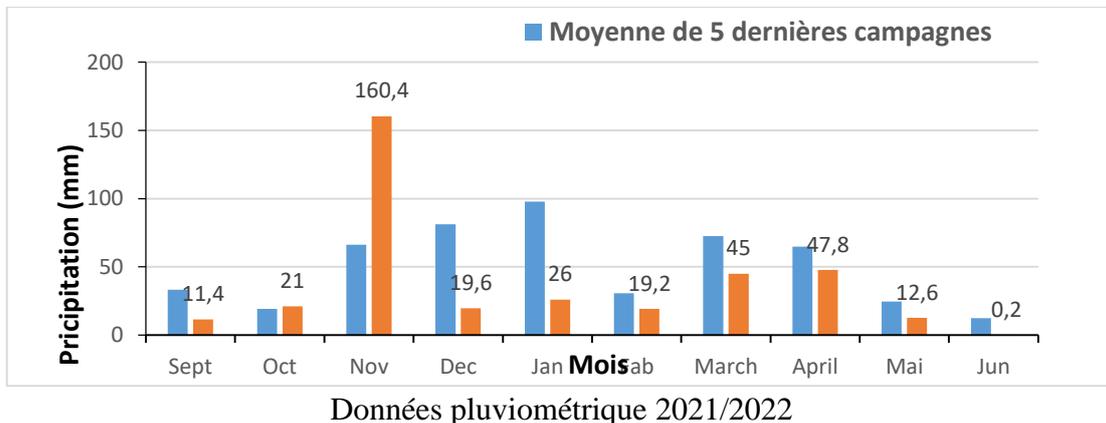
Donc on a mis 43g par parcelle au stade tallage, 1.29 kg dans tout l'essai



Figure 09 : les étapes de la fertilisation (source INRAA2022).

6. Conditions climatiques :

Le développement d'une culture est conditionné par le climat, en particulier par la pluviométrie durant son cycle de développement. La distribution mensuelle des précipitations est variable d'une campagne à l'autre, le cumul des précipitations mensuelles de la campagne agricole 2021/2022 ainsi que la moyenne des 5 dernières campagnes 2016/2017 jusqu'à la campagne 2020/2021 sont illustrés dans l'histogramme ci-dessous.



7. Les caractères mesurés :

7.1. Caractères morpho-phénologiques :

L'ensemble des paramètres morphologiques ont été mesurés sur 5 plantes choisies aléatoirement dans les deux lignes médianes de chaque parcelle élémentaire. Tandis que, le caractère phénologique a été déterminé par la durée de la phase végétative pour chaque parcelle élémentaire.

7.1.1. Hauteur de la tige (HT) :

La hauteur de la plante a été mesurée soigneusement à l'aide d'une règle graduée qui correspond à la distance entre la base de la tige jusqu'au sommet de l'épi en centimètre (cm), les barbes non incluses.



Figure10 : Mesure de la hauteur de la plante (source INRAA, 2022).

7.1.2. Longueur de l'épi :

Cette longueur est mesurée en centimètre à partir de la base de l'épi jusqu'à son extrémité hormis les barbes.



Figure11 : Mesure de la longueur d'épi (source INRAA2022)

7.1.3. Surface foliaire (en cm²) :

Les mesures ont porté sur la surface de la feuille étandard (feuille drapeau) qui a été mesurée, au stade épiaison-floraison, sur un échantillon de 5 feuilles étendars prises au hasard. La surface moyenne a été estimée par le produit [9] :

$$SF (cm^2) = 0.607 (L \times I) :$$

L = longueur moyenne de la feuille (cm),

I = largeur moyenne de la feuille (cm) et 0.607 = coefficient de régression de la surface estimée à partir du papier grammage sur celle déduite par le produit (L x I).

7.1.4. La durée de la phase végétative (DPV) :

La durée de la phase végétative est la période écoulée entre le semis et l'apparition de l'inflorescence, sortie des épis de la gaine de la dernière feuille qui caractérise le stade début épiaison. Ce stade a été noté en jours calendaires de la date du semis à celle de la sortie de 50 % des épis pour chaque parcelle élémentaire. La précocité à l'épiaison est un caractère très recherché dans les zones semi-arides où il permet d'éviter les sécheresses de fin de cycle.

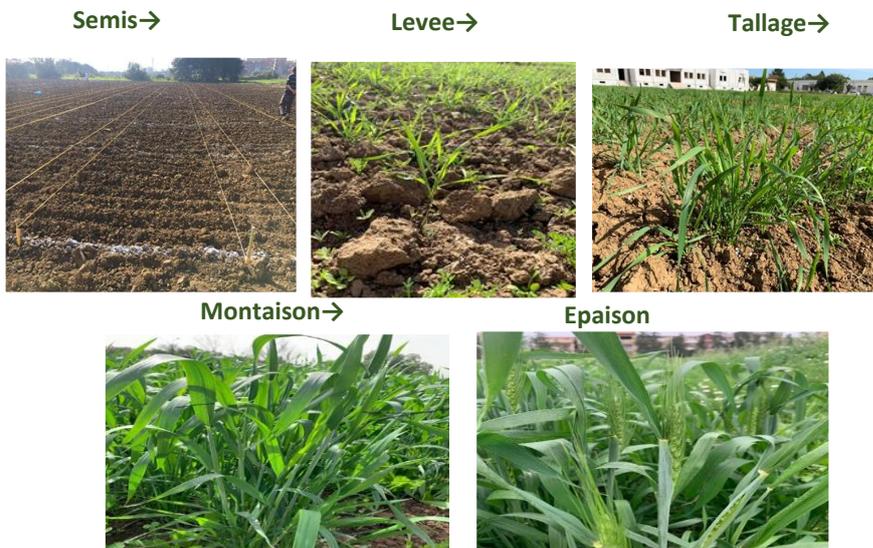


Figure 12 : Les différents stades de la durée végétative (source INRAA., 2022).

7.2. Les paramètres physiologiques :

7.2.1. Teneur en chlorophylle totale :

La chlorophylle est le pigment Majeur de la photosynthèse, capte l'énergie lumineuse pour la convertir En énergie chimique. La teneur en chlorophylle total (chlorophylle a et b) a été déterminée à l'aide d'une chlorophylle mètre SPAD-502 qui donne les lecteurs en unités SPAD (Soil Plant Analyses Development).

L'appareil SPAD a l'aspect d'une pince que l'on garde dans la main; il est plein et léger. Il marque jusqu'à 30 mesures, peuvent être annoncées une à une. Généralement les valeurs perçues se situent entre 40 et 52 (unité SPAD). Il suffit de fermer la pince vide sur elle-même pour équilibrer l'appareil. Par la suite, trois prises de mesure sont effectuées au niveau de la feuille sur trois différents (sommet, milieu, et base). La moyenne des cinq valeurs s'affiche sur l'écran à la fin (unité SPAD). Sachant que le temps de chaque mesure est de l'ordre de deux secondes.



Figure 13 : Prise de mesure de la fluorescence chlorophyllienne(SPAD)

7.2.1. La teneur relative en eau (TRE%) :

L'état hydrique des plantes est évalué au stade post-floraison par des mesures de la teneur relative en eau (TRE) sur la feuille étendard (feuille drapeau).

Les feuilles échantillonnées sont coupées à la base du limbe, elles sont pesées immédiatement pour obtenir le poids frais (PF). Ces mêmes feuilles sont mises par la suite dans des tubes à essai remplis d'eau distillée et placés ensuite dans une chambre froide à 4 C° pour déterminer le poids à la turgescence (PT) après 24h.

Les échantillons sont enfin mis à l'étuve réglée à 80°C pendant 24h et pesées pour avoir leur

poids sec (PS). Selon la méthode de Clarke et Mc Caig, (1982) la teneur relative en eau est calculée par la formule suivante :

$$TRE(\%) = [(PF - PS) / (PT - PS)] \times 100$$

Ou :

TRE= teneur relative en eau foliaire.

PF=poids de la matière fraîche foliaire (mg).

PT= poids de la matière turgide foliaire (plaine turgescence) (mg).

PS=poids de la matière sèche foliaire (mg).



Figure 14 : Les étapes de détermination de la TRE

7.3. Caractères agronomiques liés à la productivité :

7.3.1. Nombre d'épis par mètre carré :

Il est obtenu par un comptage à la maturité du nombre de pieds des épis trouvés sur un mètre linéaire pour chaque parcelle élémentaire puis le nombre est rapporté au mètre carré.

7.3.2. Nombre de grains par épi :

Le nombre est la moyenne du comptage de grains de 5 épis prélevés manuellement de chaque parcelle puis battus via une batteuse a poste fixe , ensuite à l'aide de l'appareil compteur automatique de grains on a obtenu la moyenne du nombre de grains pour 5 épis.



Figure 15 : Les étapes de comptage des grains (source INRAA2022)

7.3.3. Le poids de 1000 grains (PMG) :

Après la récolte, 1000 grains ont été comptés pour chaque parcelle élémentaire à l'aide d'un compteur automatique ensuite pesés à l'aide d'une balance de précision.

Le nombre est la moyenne du comptage de grains de 5 épis prélevés manuellement de chaque parcelle puis battus via une batteuse a poste fixe , ensuite à l'aide de l'appareil compteur automatique de grains on a obtenu la moyenne du nombre de grains pour 5 épis.

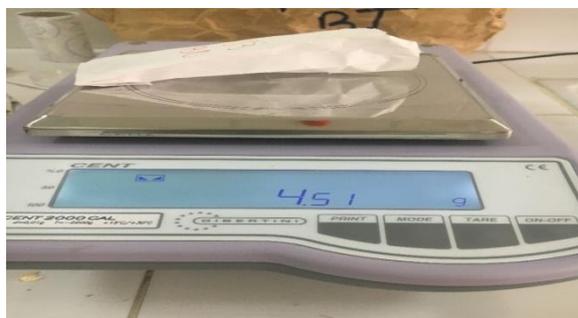


Figure 16 : Prise de poids pour mille grains (source INRAA2022)

7.3.4. Le rendement en grains :

La récolte de 1 mètre linéaire de chaque parcelle a été faite manuellement, les épis obtenus ont été battus à l'aide d'une batteuse fixe, ensuite on a pesé les graines via une balance, le poids obtenu est exprimé en quintaux par hectare (q.ha⁻¹).

8. l'analyse statistique :

Après la collecte des données sur une matrice, des tests statistiques ont été réalisés par le logiciel GenStat. Une analyse de la variance à deux critères de classification (un facteur étudié : génotype, et un facteur contrôlé : bloc) a été réalisée à l'aide du logiciel GenStat, pour étudier les différences significatives au seuil de 5 % entre les 10 génotypes de blé tendre pour les caractères morpho-phénologiques, physiologiques et agronomiques.

RESULTAT ET DISCUSSION

1. Paramètres morpho-phénologiques :

1.1. La Hauteur :

Selon les résultats de la fig17, la valeur moyenne de la hauteur des plantes la plus élevée a été enregistrée chez la variété Hiddab (100.89 cm). En revanche la variété V14 a enregistré la plus faible valeur en hauteur (89.34cm). Cependant on a constaté une décroissance en hauteur des plants allant de la variété Ain abid (100,78) à la variété V14 (89,34) (histogramme ci-dessous).

L'analyse de la variance montre les différences (hauteurs /géotypes) sont hautement significatives 0,01 ($P < 0,05$).

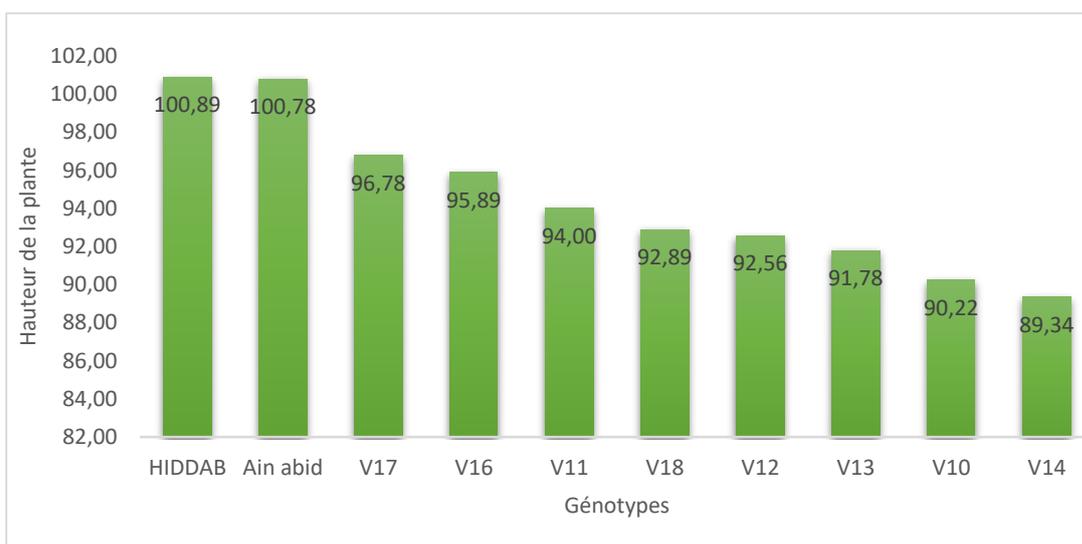


Figure 17 : Moyenne de la hauteur en cm de 10 géotypes de blé tendre

Selon Ben mahammed (2005), la hauteur de la paille intervient le plus souvent par ses stocks de substrats qui sont utilisés pour le remplissage du grain, lorsque les conditions climatiques prévalant au cours du remplissage, font défauts. La hauteur contribue positivement à l'obtention d'une biomasse minimale pour obtenir un rendement acceptable pour le milieu de production. En outre, La réduction de la hauteur des chaumes est souvent corrélée à une réduction du système racinaire, ceci se traduit par un accroissement de la sensibilité vis-à-vis au déficit hydrique. La hauteur du chaume est une caractéristique liée à l'adaptation. En conditions de stress hydrique, une paille haute est plus apte à stocker plus de réserves glucidiques, qui sont susceptibles d'être transférées vers le grain. Selon Hargas (2007), la hauteur du chaume mesure la capacité de la variété à produire une quantité de matière sèche acceptable sous stress sévère.

1.2. La longueur de l'épi :

Les résultats de la fig18 montre que le génotype Ain abid a été caractérisé par une longueur de l'épi la plus élevée (11.03cm) suivie par la variété V12 (10.53cm) et V16 (10.47cm). En revanche la longueur d'épi la plus faible a été constatée chez la variété V13 (9.47cm).

L'analyse statistiques montre que les variations de la longueur des épis selon les variétés sont hautement significatifs (0,02%).

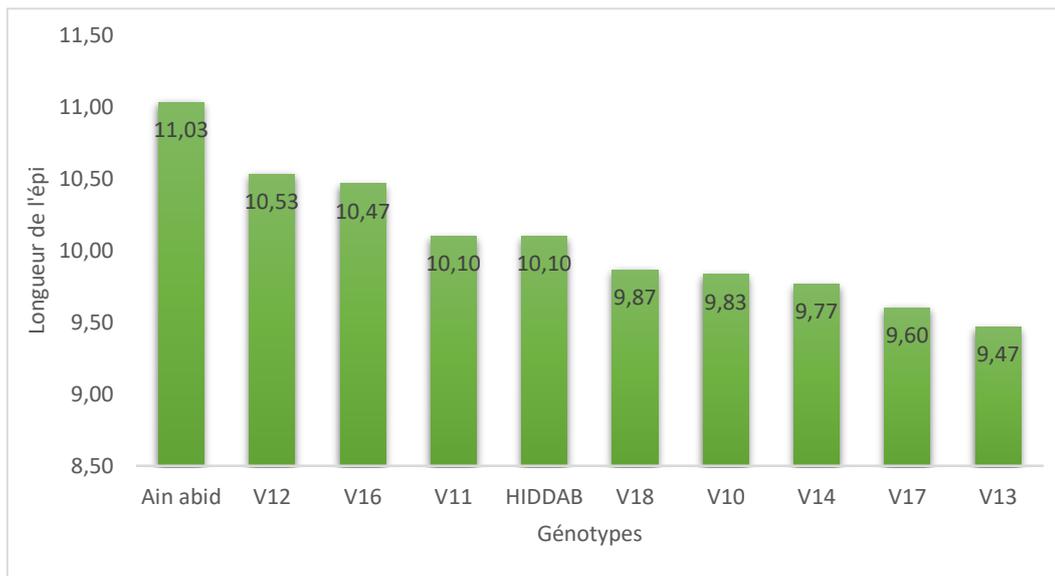


Figure18 : Moyenne de la longueur d'épis en cm de blé tendre

Özgen (1989) a remarqué qu'il existe un fort linkage entre la hauteur de la paille et la longueur de l'épi chez le blé tendre, d'après Barkatmalika, une longueur élevée de l'épi est un paramètre prédictateur d'un indice de récolte et d'un potentiel de rendement élevé .De même plusieurs auteurs montrent le rôle important d'un épi long dans la photosynthèse et la transpiration ainsi à la contribution à la production des assimilât pour le remplissage de grains (Blum. A et Pnuem. Y . ,1990).

1.3. La surface foliaire :

La surface foliaire la plus élevée a été constatée chez la variété V14 39 cm suivi par la variété HIDDAB 38,4cm, la V11, la V13, V12, V17, V10, Ain abid et V18. la plus faible surface foliaire a été constatée chez la variété V18 (32,1cm²).

Etant donné que les deux variétés et les 8 lignées se développent dans des conditions édaphiques et climatiques identiques ces différences constatées dans la surface foliaire sont dues à des caractères génotypiques propres à chaque lignée.

L'analyse statistique souligne que les différences entre génotypes sont significatives ($P < 0,05$).

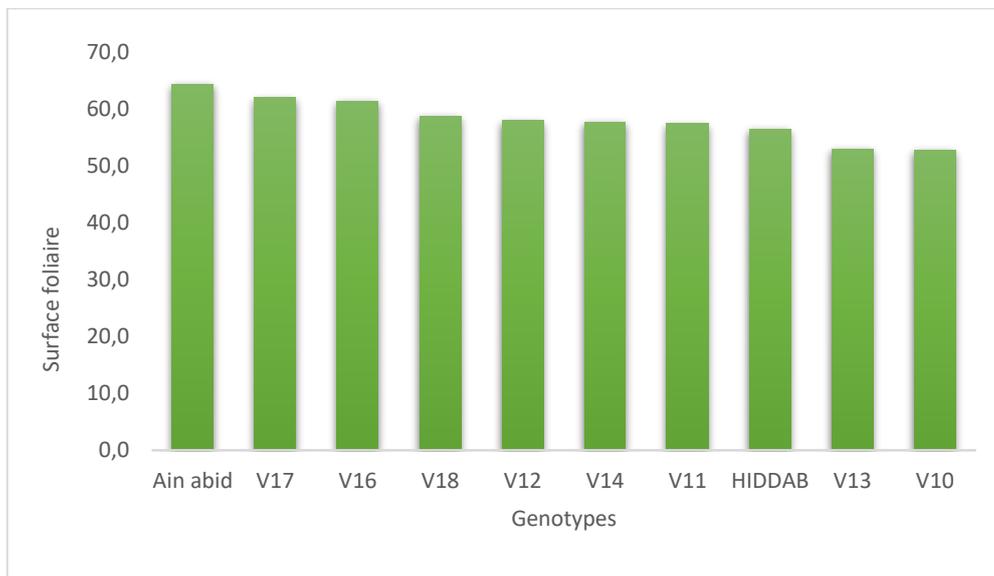


Figure 19 : Moyenne de la surface foliaire en cm² de 10 génotypes de blé tendre

La surface foliaire est un déterminisme important de la transpiration. Une des premières réactions des plantes au déficit hydrique est de réduire la surface foliaire (Lebon et al,2004). Le développement végétatif sous conditions limitantes d'alimentation hydrique est fortement perturbé (Ferryra et al. ,2004), la diminution importante de la taille et de la surface foliaire est une des réponses des végétaux à la déshydratation, elle contribue à la conservation des ressources en eau, ce qui permet la survie de la plante (Lebon et al., 2004). La diminution de la surface foliaire des feuilles et du nombre de talles est considérée comme une réponse ou adaptation au manque d'eau (Blum.,1996).

1.4. La durée végétative :

Selon les résultats de la fig 20, la durée de la phase végétative la plus longue des variétés cultivées sous les mêmes conditions édaphiques et climatiques a été constatée chez la variété V16 (98 jours). Cependant les variétés Ain abid, Hiddab, V17, V14, V10, V12, V11 et V13 ont enregistrées des durées végétatives de 97,33j, 94,33j, 94j, 93,67j, 93j 93, 92j, et 90,33 (jrs) respectivement. Cependant la variété V18 a été caractérisée par un cycle végétatif de 89 jours. Elle est plus au moins précoce comparativement à la variété V16.

Les analyses statistiques soulignent que les différences observées entre variétés sont significatifs.



Figure 20 : Moyenne de la durée de la phase végétative de 10 génotypes blé tendre

Le cycle végétatif de la plante dépend de plusieurs facteurs génétique lié au génome de la plante et climatiques liés à l'environnement. En effet, le cycle de végétation est donc très important pour que la plante puisse faire une bonne utilisation des disponibilités du milieu tout en s'harmonisation taux conditions climatiques de l'environnement pour une meilleur production. Cependant certains auteurs considèrent que la précocité d'épiaison est critère important pour améliorer la production céréalière des zones sèches (Bouzerzour et *al.*, 2002), Ali Dib, (1992) ; Ben Salem et *al.*, (1997); Bouzerzour et *al.*, (1998a). Ce mécanisme biologique pourrait être quantifié d'esquive puisque les génotypes précoces peuvent accomplir leur cycle de développement avant l'installation de la sécheresse (Megherbi et *al.*, 2012).. Oosterom et *al.*, (1993) et Abbassenne et *al.*, (1997) affirment qu'une précocité

excessive au stade épiaison fait courir les risques de destruction des organes floraux par le gel tardif en zones d'altitude. L'utilité de la sélection sur la base de la précocité au stade épiaison est justifiée aussi par le souci de donner à la plante un cycle de développement qui lui permet d'éviter les contraintes climatiques telles que le froid tardif (Bouzerzour et Benmahammed, 1994), la sécheresse et les hautes températures de fin de cycle (Oosterom et *al.*, 1993).

2. Paramètres physiologique :

2.1. La teneur en chlorophylle :

Selon les résultats de la fig 21 des différences minimales concernant la teneur en chlorophylle ont été signalées chez les différentes variétés. La teneur en chlorophylle la plus élevée a été enregistrée chez la variété V17 (47,53 unité SPAD). Cependant la teneur la plus faible en chlorophylle a été constatée chez la variété Ain abid (39,23 unité SPAD).

Selon l'analyse de la variance les différences de la teneur en chlorophylle chez les différentes variétés n'est pas significatifs ($P > 0.05$).



Figure 21 : Moyenne de la teneur en chlorophylle de 10 génotypes de blé tendre

L'augmentation des teneurs en chlorophylle totale est la conséquence de la réduction de la taille des cellules foliaires sous l'effet d'un stress hydrique qui engendre une plus grande concentration (Siakhène, 1984 Ainaoui, (2006). Par contre, la chute des teneurs en chlorophylle est la conséquence de la réduction de l'ouverture des stomates visant à limiter les pertes en eau par évapotranspiration et par augmentation de la résistance à l'entrée du

CO₂ atmo sphérique nécessaire à la photosynthèse (Bousbaetal.,2009). La quantité de la chlorophylle des feuilles peut être influencée par beaucoup de facteurs tels que l'âge des feuilles, la position des feuilles, et les facteurs environnementaux tels que la lumière, la température et la disponibilité en eau (Hikosakaetal., 2006).

2.2. La teneur relative en eau :

Les résultats de la fig22qui traduisent la teneur en eau chez les différentes variétés montrent que la teneur en eau maximale est constatée chez la variété V12 (86,13%) suivi par les variétés V11, V17, V16, V13, V18, V14 et V10 qui ont enregistrées des valeur de 85,45, 84,048 3,40 81,95 81,82 78,74 77,79 % respectivement. En revanche, la teneur en eau minimale a été constaté chez la variété Hiddab et Ain abid (76,24 % et 76,21%) respectivement.

On peut souligner que la variété V12 est la variété la plus performante sur le plan tolérance à la déshydratation, cependant les mois tolérantes sont les variétés Hidabb et Ain Abid.

L'analyse de la variance a révélé des différences non significative entre génotypes (P>0.05).

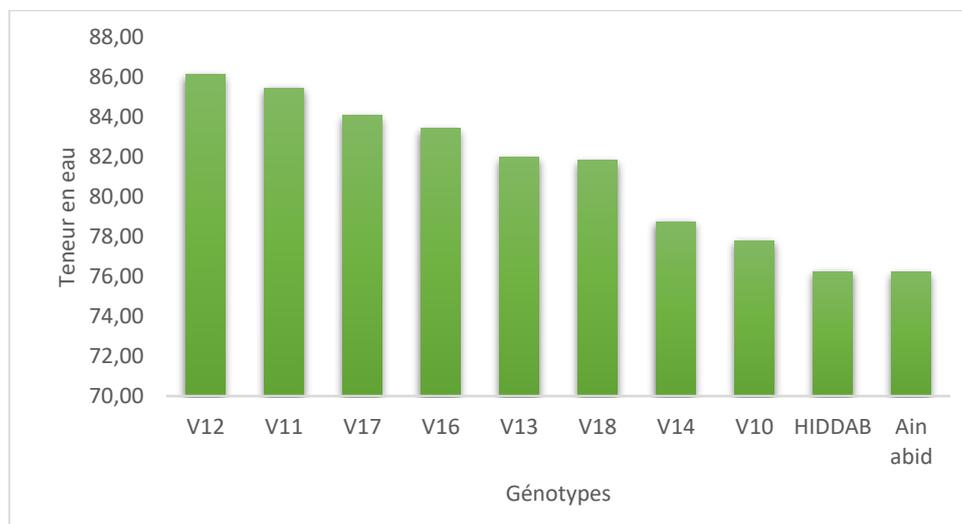


Figure 22 : Moyenne de la teneur en eau de 10 génotypes de blé tendre

Le manque d'eau est un élément déterminant pour la croissance des plantes, Particulièrement en région arides et semi arides. Il induit chez les plantes une réduction production de biomasse totale (Albouchi et al., 2000). L'analyse du teneur relatif en eau permet de décrire d'une manière globale, le statut hydrique en réponse au stress hydrique, et d'évaluer l'aptitude à réaliser une bonne osmorégulation, et maintenir une turgescence cellulaire (EL Jaafari et al., 2000).

Casals 1996 in Ainaoui, 2016 a montré que l'effet dépressif de la carence en eau sur l'état hydrique de la plante peut être irréversible, si la période de stress est prolongée. Un comportement semblable a été observé chez un bon nombre de plantes chez le blé. (Ykhlef, 2001). D'autre part, Matin et al., (1989) in Nouri, (2002) montrent que les génotypes qui maintiennent une TRE élevée dans la présence de stress hydrique sont des génotypes tolérants.

3. Paramètres agronomiques :

3.1. Le nombre de grains par épis :

Selon la fig 23 la moyenne de nombre de grains par épi la plus élevée a été constatée chez la variété Ain Abid avec une valeurs de 59,8m², alors que la moyenne la plus faible est chez V12 (39 m²) , cependant, chez les autres variétés les moyennes du nombre de grains par épi varient entre 52 m² et 42,4m².

L'analyse de la variance montre que les résultats entre variétés ne sont pas significatifs P>0,05.

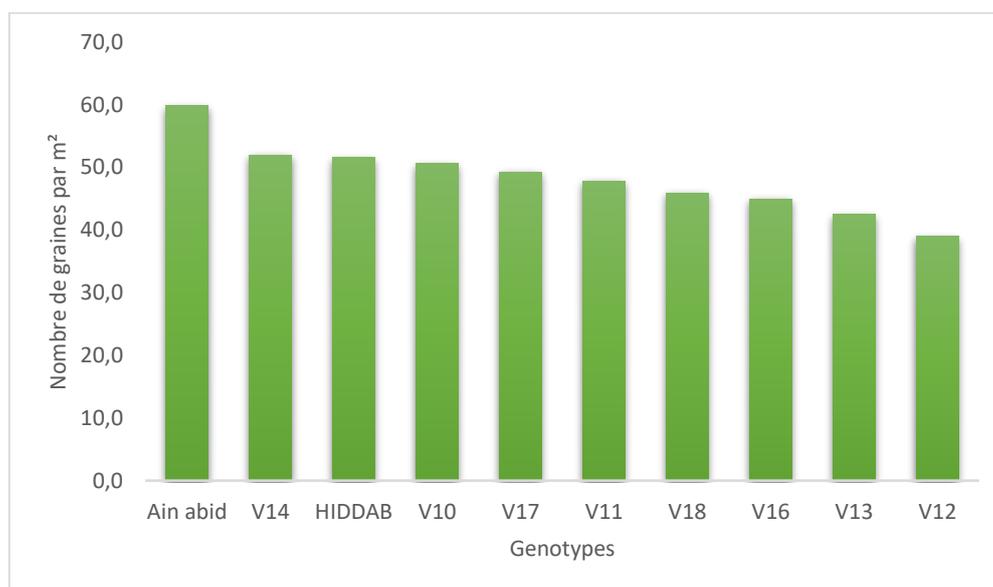


Figure 23 : Moyenne du nombre de grains par épi de 10 génotypes de blé tendre

3.2. Le nombre d'épis par m² :

La moyenne de nombre d'épis maximale est de l'ordre 287.5 épis par m² a été observé chez V17 suivie par la variété V13 (260), V18 (253,3), Ain Abid 245,8, V11 (218,3), V12 (215) V14 (213,3), Hiddab (205), V16 (172,7). La moyenne la plus faible en nombre d'épi a été enregistrée chez la variété V10 (155)

Les analyses statistiques soulignent que les différences du nombre moyen d'épi chez les différentes variétés ne sont pas significatives ($P > 0.05$).

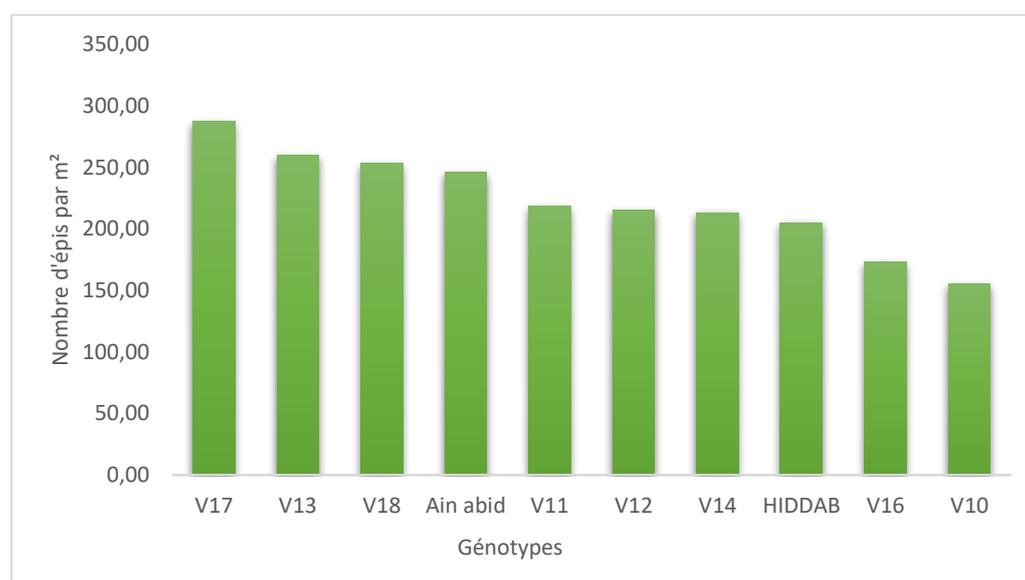


Figure 24 : Moyenne du nombre d'épis par m² de 10 génotypes de blé tendre.

En zone semi-aride, le nombre d'épis/m² constitue la principale composante du rendement en grains chez le blé (Fellahi et al., 2013).

Selon ZAIR, le peuplement épi dépend en premier lieu de potentiel génétique de la variété, puis la densité de semis et de la puissance de tallage, elle-même est conditionnée par la nutrition azotée et l'alimentation hydrique de la plante pendant le tallage. De son côté Couvreur, indique que le peuplement épi est lié à l'état de la végétation et à la sortie de l'hiver. Vers le stade deux nœuds, toute carence en azote entraîne une régression des tiges et une diminution de leur fertilité.

Bensalem *et al* (1991) ont établi une liaison entre le tallage épi et le rendement ; par contre ils n'ont pas trouvé de liaison entre le tallage herbacé et le rendement en grain. Selon Austenson et Walton cités par Nass (1973), le nombre d'épis par plante est la composante la plus prépondérante du rendement.

L'accroissement du nombre d'épis n'entraîne pas toujours une augmentation du rendement à cause de la compétition induite par le nombre de grains par épi (Combe, 1981). C'est ainsi que le rendement chez l'orge est pratiquement identique pour des peuplements allant de 50 à 800 plants par mètre carré (Boyeldieu, 1980).

Pour Bouzerzour (1992), le nombre d'épis par mètre carré est négativement corrélé au rendement en grain, au nombre de grains /m² et au nombre de grains par épi, ceci vient

probablement du fait que les conditions du milieu favorisent la production d'épis par unité de surface qui agissent négativement sur la fertilité et indirectement sur le rendement.

3.3. Poids de mille grains PMG :

On remarque que le génotype V17 se distingue en moyenne par un PMG plus élevé que les autres avec 52,8 gr alors que le PMG le plus faible est enregistré par le génotype V14 avec 39,2 gr, tandis que pour les autres variétés les moyennes de PMG varient entre 47,4 à 42,2.

Le test LSD à 5% montre que les résultats sont pas significative $P > 0,05$.

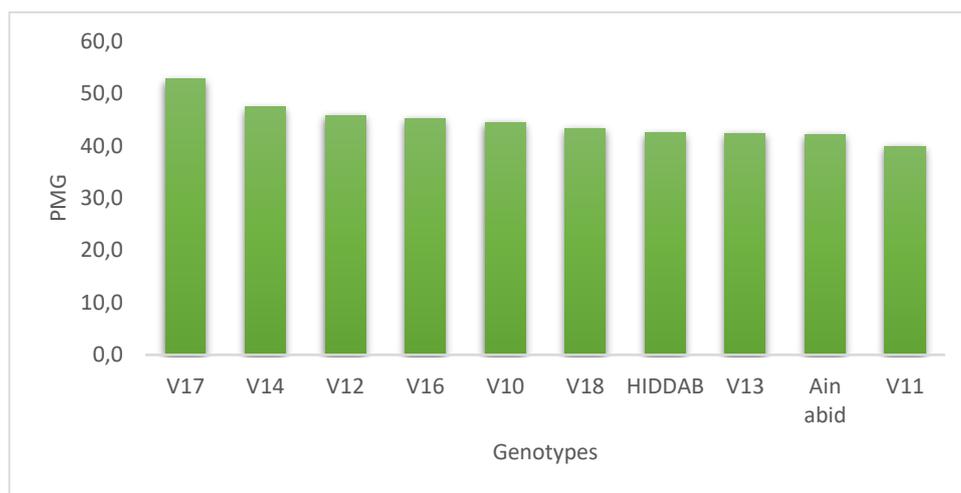


Figure 25 : Moyenne du poids de mille grains de 10 génotypes de blé tendre

Le poids de 1000 grains dépend des conditions de nutrition et de peuplement (Masle, 1982). Un coefficient de corrélation variable de 0,08 à 0,80 est trouvé par Aissani (1989) entre le rendement et le poids de 1000 grains, dans les conditions des hauts plateaux sétifiens. Un poids de mille grains faible peut être le résultat de maladies de fin de cycle (fusariose), ou de pluies tardives associées à de fortes chaleurs et à un degré moindre à la verse (Gate *et al.*, 1991). Une élévation brusque de la température durant la phase d'accumulation des réserves cause l'échaudage fait chuter le taux d'azote dans le grain et le rend léger (Chevalier, 1957). Selon Grignac (1970) cette baisse du taux d'azote dans le grain ne favoriserait pas la formation d'un grain vitreux, ce même auteur relève une relation étroite entre le poids de 1000 grains et le mitadinage.

Un apport de la fumure azotée pendant la croissance des grains accroît le poids de 1000 grains (Combe, 1981). Une relation positive a été établie entre le niveau moyen du palier d'eau du grain et le poids spécifique à la maturité (Malet et Gurnade, 1981), cependant, Sadli (1993) n'a trouvé aucune relation entre le rendement et le mitadinage. Fonseca et Paterson (1968) on trouvé une héritabilité au sens étroit de poids de 1000 grains de 0,472.

CONCLUSION

Conclusion :

Selon cette étude consacrée à la comparaison de la performance des 10 variétés sélectionnées vis-à-vis des conditions environnementale au cours d'une série d'expérimentation sur le terrain, qui a été menée sous climat subhumide.

Les paramètres mesurés nous ont permis de mettre en évidence l'existence d'une diversité plus ou moins marquée entre ces variétés. Les résultats obtenus à partir des analyses qui ont été faites ont mis en évidence une variabilité importante entre les 10 génotypes. Parmi ces génotypes, certains semblent plus vigoureux pour les paramètres morpho-phénologiques, physiologiques et agronomiques.

Sur la base de l'analyse des résultats relatifs aux coefficients de corrélation entre les caractères considérés nous pouvons dégager les points marquants suivants (voir annexe) :

la durée de la phase végétative, est hautement corrélé positivement à la fois, avec la hauteur de la plante, la surface foliaire. Cependant, elle est positivement corrélé avec poids de mille grains PMG et nombre de grains par épi mais négativement avec le rendement et nombre d'épis par m².

la teneur en chlorophylle est hautement corrélée positivement avec TRE, Toutefois elle est positivement corrélée avec la hauteur de la plante, nombre d'épis par m², PMG et hautement négative avec la dure végétative et le nombre de grains par épi.

La hauteur de la plante est positivement corrélée avec le nombre d'épi par m², PMG et la surface foliaire mais négativement corrélé avec le nombre de grains par épi et la TRE.

Le nombre d'épis par m² est hautement corrélé positivement avec TRE mais il a positivement corrélé avec le nombre de grains par épi et négativement avec le PMG et la surface foliaire.

Nombre de grains par épis, est positivement corrélé avec TRE et la surface foliaire, et corrélé hautement négative avec le PMG.

Le PMG, il est négativement corrélé avec la TRE et la surface foliaire.

Le TRE est négativement corrélé avec la surface foliaire.

Le rendement est hautement corrélé positivement avec la chlorophylle, et positivement corrélé avec la hauteur de la plante et la TRE, ce qui indique que l'intensité de feuillage réalise une forte production en grain.

Le rendement est négativement corrèle avec la durée de la phase végétative, l'augmentation du rendement est lié la précocité des cultures.

A partir de nos résultats on a conclu que les variétés V17, V18 et V13 ont le taux de chlorophylle le plus élevé, les variétés qui ont une hauteur élevée sont Hiddab Ain Abid, V17, et V12, V11, V17, ont les TRE les plus élevées.

Nos résultats confirment que la variété V17 est la plus performante parmi les 10 géotypes dans la plus part des variables mesurées avec une période de phase végétative de 94 jours, chlorophylle de 47,57 unité SPAD, 96,78Cm de hauteur, 84,04% teneur relative en eau, surface foliaire de 34,9, longueur épis 9,6cm, 287,5 épis par m², 49,3 grains par épis, 52,8 poids de mille grains.

Liste d'annexes :

Annexe 01 : Coefficients de corrélation entre les caractères étudiés.

RDT	RDT									
CHL	0.52	CHL								
DPV	-0.22	-0.47	DPV							
HT	0.23	0.07	0.32	HT						
NEM ²	0.14	0.10	-0.23	0.20	NEM ²					
NGE	-0.11	-0.27	0.12	-0.001	0.14	NGE				
PMG	-0.10	0.03	0.21	0.016	-0.33	-0.39	PMG			
TRE	0.25	0.28	-0.31	-0.12	0.20	0.02	-0.11	TRE		
SF	-0.2	0.07	0.31	0.20	-0.16	0.07	-0.04	-0.18	SF	

LES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES:

Abbate P.E., Andrade F.H., Lazaro L., Bariffi J.H., Berardocco H.G., Inza V.H. & Marturano F. 1998 - Grain Yield Increase in Recent Argentina Wheat Cultivars, *Crop Sci.* 38: 1203-1209.

Austin R.B., Ford M.A., Edrich J.A. & Hooper B.E. 1976 - Some Effects Leaf Posture on Photosynthesis and Yield in Wheat. *Ann. Appl. Biol.* 83, 425-446. In: Abbate, P.E., Andrade, F.H, Lazaro, L., Bariffi, J.H., Berardocco, H. G., Inza, V.H., & Marturano F., 1998. Grain Yield Increase in Recent Argentina Wheat Cultivars, *Crop Sci.* 38: 1203-1209.

Bachiri H ., Comportement de Quelques Génotypes de Blé Tendre (*Triticum aestivum* L.) Sous Différents Niveaux de Régime Hydrique et dans Deux Zones Agro-Climatiques Contrastées en Algérie (Subhumide et semi-aride). FAOSTAT., 2018. (On-line): données statistiques. Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture. <http://www.fao.org/faostat/fr/#data/QC/visualize>

Baker J.L. 2000 - Comparison of Planting Dates for Rye, Aot, and Triticale Varieties and Strains, The Samuel Reports Noble Foundation, Oklahoma, USA.

Benmahammed A., Nouar H., Haddad L., Laala Z., Oulmi A., Bouzerzour H., 2010. Analyse de la stabilité des performances de rendement du blé dur (*Triticum durum* Desf.) sous conditions semi-arides. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 14(1) : 177-186.

Blum A. 1988 - Plant Breeding for Stress Environment, Boca Raton, F

Bodega J.L. & Andrade F.H. 1996 - The Effect of Genetic Improvement and Hybridization on Grain and Biomass Yield of Bread Wheat, *Cereal Res. Com.*, 24: 171-177.

Borner A. 2002 - Gene and Genome Mapping in Cereals, *Cellular and Molecular Biology Letters*, 7: 423- 429.

Borrell A., Jordan D., Doglas A. & Mclean G. 2003 - Genetic Variation for Post Anthesis Drought Resistance Traits in Grain of Sorghum, *Proceedings of the 11st Australian Agronomy Conference*, , Geelong, Australy.

Brocklehurst P.A., Moss J.P. & Williams W. 1978 - Effects of Irradiance and Water Supply on Grain Development in Wheat, *Ann. Appl. Biol.*, 90: 265-276.

Cassman KG. 1999 - Ecological Intensification of Cereal Production Sysems: Yield Potential, Soil Quality and Precision Agriculture, *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 96: 5952-5959.

Dawson I.A. & Wardlaw I.F. 1984 - The influence of Nutrition on the Response of Wheat to Above Optimal Temperature, *Australian Journal of Agricultural Research*, 35: 129-137.

Fischer R.A. & Stockman Y.M. 1986 - Increased Kernel Number in Norin 10 Derived Dwarf Wheat: Evaluation of the Cause, *Aust. J. Plant Physiol.*, 13: 767-784.

Fisher R.A. 1985 - Number of Kernels in Wheat Crops and the Influence of Solar Radiation and Temperatures, *J. Agric. Sci., (Cam)*, 105: 447-461.

Fowler D.B. 2002 - Winter Wheat, Chapter 5 Growth Stages of Wheat. *Crop Sciences*, 5: 56-89.

Gate P. (1995) Ecophysiologie du blé. Ed. ITCF. Technique et documentation. Lavoisier, Paris, 419 p

Hafsi M., Monneveux P., Merah O. & Djekoune A. 2002 - Carbon Isotope Discrimination and Yield in Durum Wheat Grown in the High Plains of Setif (Algeria), Contribution of

- Different Organs to Grain Filling, CIHEAM – Options Mediterranennes, 1: 145-147.
- Harrison S.A., Arceneaux K.J. & Brown L.P.** 2002 - Wheat and Oat Breeding and variety Testing, pp. 107- 112.
- Hussain T , Tariq M. A, Akram Z, Iqbal J, Attiq-ur- Rehman¹ and Ghulam Rabbani (2014):** Estimation of Some Genetic Parameters and Inter-Relationship of Grain Yield and Yield Related Attributes in Certain Exotic Lines of Wheat (*Triticum aestivum* L.) Journal of Biology, Agriculture and Healthcare, Vol.4, No.2,
- Islam T.M.T. & Sedgly R.H. (1981):** Evidence for Uniculm Effect in Spring Wheat (*Triticum aestivum* L.) in a Mediterranean, *Euphytica*, 3: 277-282.
- Kobata T., Takatu K.T. & Rice S. 2000** - Shading During the Early Grain Filling Period Does Not Affect Potential Grain Dry Matter Increase in Rice, *Crop. Physiology & Metabolism, Agronomy Journal*, 92: 411- 417.
- la: CRC Press.
- McIntosh R.A., Hart G.E, Devos K.M. & Roger W.J. 1998** - Catalogue of Gene Symbols for Wheat, Proceeding of the Ninth International Wheat Genetic Symposium, Saskatchewan, Canada, pp. 209- 217.
- Nelson J.E., Kephart K.D., Bauer A. & Connor J.F. 2001** - The Publications of Montana State University, Misc, Bulletin 4387, University of Idaho Misc., 118, p. 75.
- Ortiz-Monasterio, J.I., Dhillon, S.S., Fischer, R.A., 1994. Date of sowing effects on grain yield and yield components of irrigated spring wheat cultivars and relationships with radiation and temperature in Ludhiana, India. *Field Crops Res.* 37, 169–184.
- P. L. Spagnoletti Zeuli and C. O. Qualset, “Flag leaf variation and the analysis of diversity in durum wheat,” *Jordan Plant Breeding*, vol. 105, no. 3, pp. 189 - 202, 1990.
- Pheloung P.C. & Seddique H.M. 1991** - Contribution of Stem Dry Matter to Grain Yields in Wheat Cultivars, *Aust. J. Plant Physiol.*, 18: 53-64.
- Rees D., Sayre K. Acevedo E.H., Sanchez T.N., Lu Z., Zeiger E. & Limon L. 1993 - Canopy Temperatures of Wheat: Relationship with Yield and Potential as a Technique for Early Generation Selection, *Wheat Special Report*, No. 10, Mexico, D.F., CIMMYT.
- Richards R.A. 2000** - Selectable Traits to Increase Crop Photosynthesis and Yield of Grain Crops, *Journal of Experimental Botany*, 51 (Special issue): 447-458.
- Rodriguez M. L., Nakayasu E. S., Oliveira D. L., Nimrichter L., Nosanchuk J. D., Almeida I.C., Casadevall A., 2008. Extracellular vesicles produced by *Cryptococcus* informants contain protein components associated with virulence. *Eukaryot. Cell*, 7: 58-67.
- Sarvestani Z.T., Jenner C.F. & MacDonald G. 2003** - Dry Matter and Nitrogen Remobilization of Two Wheat Genotypes Under Post Anthesis Water Stress Conditions, *J. Agric. Sci. Technol.*, 5: 21- 29.
- Sayre K.d, S.Rajaram and Fisher R.A. (1997)** Yield potential progress in short bread wheats in northwest Mexico. *Crop Sci.* 37:36-42.
- Schotzko D.J. & Bosque-Perez N.A. 2001** - Seasonal Dynamics of Cereal Aphids on Russian Wheat Aphids (Homoptera:Aphididae) Susceptible and Resistant Wheat, *Plant Resistance, Journal of Economy Entomology*, 93, 3: 46-57.
- Stasna M., Eitzinger J., Zalud Z. & Dubrovesky M. 2002** - A Comparison of Water Stress in Particular Wheat Growth Stages Under the Present (1XCO₂) and Modified (2XCO₂) Climate, *Cesko-slovenska Bioclimatologika Konferencie*, ISBN 80-85813-99-8, pp. 603-609.
- Surget A, Barron C (2005)** Histologie du grain de blé. *Industrie des Céréales* 145, 3-7
- Tocker C. & Cagirgan M. I. 1998** - Assessment of Response to Drought Stress of Chickpea

(*Cicer arietinum* L.) Lines Under Rainfed Conditions, Tr. J. of J. of Agriculture and Forestry, 22: 615-621.

Van Hasselt P.R. & Van Berlo H. 1980 - Photo-oxidative Damage to the Photo-synthesis Apparatus During Chilling, *Plant Physiol.*, 50: 52-56.

Worland A.J. & Law C.N. 1986 - Genetic Analysis of Chromosome 2D of Wheat 1. The Location of Genes Affecting Height, Day Length Insensitivity and Yellow Rust Resistance, *Zeitschrift für Pflanzenzüchtung*, 96: 331-345.

Wych R.D., McGraw, R.L. and Stuthman, D.D. (1982) Genotypes X year interaction for length and rate of grain filling in oats. *Crop science*, 22, 1025-8

Yang J., Wang J.Z.Z., Zhu Q. & Wang W. 2001 - Hormonal Changes in the Grain of Rice subjected to Water Stress During Grain Filling, *Plant Physiology*, 127: 315-323.

Ying J., E Lee A. & Tollenaar M. 2000 - Response of Leaf Photosynthesis During The Grain Filling Period of Maize to Duration of Cold Exposure, Acclimation and Incident PPFD, *Crop Physiology and Metabolism*, *Crop Science*, 42: 1164-1172.

Zaharieva M., Gaulin F., Havaux M., Acevedo E.H. & Monneveux P. 2001 - Drought and Heat Responses in the Wild Wheat Relative *Aegilops Geniculata* Roth: Potential Interest for Wheat Improvement, *Crop Science Society of America*, 41: 1321-1329.