



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد البشير الابراهيمي

Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A.

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض والكون

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

قسم العلوم البيولوجية

Département des Sciences Biologiques

Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine des Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Phytopathologie

Thème

Etude écophysiological de quelques variétés de blé dur (*Triticum durum*) cultivées en milieu semi-aride dans la région de Chenia (Bordj Bou Arreridj).

Présenté par :

- Ounough Billel
- Merrouche Thamer

Devant le jury :

Président :Aliat .Toufik . MAA..... (Univ : BBA).

Promoteur :Maamri Khelifa...MAA..... (Univ:BBA).

Examineur :Fellahi...Zinelabidin MAB..... (Univ:BBA).

Année universitaire : 2015/2016

Remerciements

Tout d'abord, grâce à ALWWAHID qui nous a créés, nous a protégé,

Qui est toujours avec nous qu'il ne nous laisse jamais seule.

Louanges à **ALLAH**.

Nous tenons à remercier Monsieur Aliat Toufik,
Maitre assistant à l'université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A.
Pour avoir bien voulu présider le jury. Monsieur Fellahi.Zineladidin,
Maitre assistante à Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A,
Pour examiner et juger ce travail. Nous tenons à remercier
Monsieur Maamri Khelifa,
Maitre assistant à l'université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A,
Qui a encadré cette étude au quotidien. il fut toujours présente,
en particulier lorsque nous sommes confrontées au doute,
Nous lui sommes reconnaissantes pour sa grande disponibilité,
Son ouverture d'esprit, son dynamisme et son optimisme,
Ainsi que pour ses multiples et précieux conseils scientifiques,
Professionnels ou tout simplement humains.

Dédicace

Je dédie ce travail à ma famille, je commence d'abord par mon très cher

père,

Ma très chère mère,

J'espère qu'ils seront récompensés de tous les efforts

Qu'ils ont déployés pour mon éducation.

Je n'oublierai pas ma chère sœur : Sabirne

Je dédie ce mémoire particulièrement à mes chers amis :

hichem, younes, rahim, et mokran

Et à toute ma famille.

Dédicace

Je dédie ce travail à ma famille, je commence d'abord par mon très cher

père,

Ma très chère mère,

J'espère qu'ils seront récompensés de tous les efforts

Qu'ils ont déployés pour mon éducation.

Je n'oublierai pas mes chères sœurs : Hayat, Wassila, Souria,

Mes frères : Mohamed, Ali, Khalil

Mes neveux : Hatem, Tasnime

Je dédie ce mémoire particulièrement à mes chers amis :

Souhil, Oussama, Baki, Riad, Taki, Aalab

Et à toute ma famille.

Liste des abréviations

CIC : Conseil international des céréales

CIMMYT : Centre International pour l'Amélioration du maïs et blé

Es : Evaporation du sol.

ETA : L'évapotranspiration actuelle.

ETO : L'évapotranspiration de référence.

ETR : L'évapotranspiration réelle.

FAO : food and agriculture organisation

ICARDA: Centre International de recherche et Développement Agricole des régions arides

IDGC : Institut de Développement des Grandes Cultures

ITGC : Institut Technique des grandes cultures

Kc : Coefficient cultural.

MF : Masse de matière fraîche.

NE/m² : nombre d'épi par mètre carré

NE/m² : Nombre d'épis au mètre carré.

NG/E : le nombre de grains par épi.

ONM : Office Nationale de Météorologie.

PMG : Poids de mille grains.

QX/ha : quintaux par hectare.

qx/ha : quintaux par hectare.

RDT : rendement

SAU : la superficie agricole utile.

TC : Teneur en Chlorophylle.

XET : xyloglucane endo-trans-glucanase.

La liste des tableaux

Tableau I	Classification botanique du blé	03
Tableau II	Evolution des variétés cultivées et caractérisées en Algérie aux périodes Indiquée (Laumont et Erroux, 1961 ; IDGC, 1974 ; ITGC, 1995).....	10
Tableau III	Variation des superficies, productions et rendements des céréales de la période 1880-2004 (Madr, 2006 ; Faostat, 2008).....	13
Tableau IV	Evolution des importations algériennes de céréales et de blé tendre.....	14
Tableau V	Récapitulatif des variétés utilisé.....	24
Tableau VI	La variation de la température et pluviométrie durant le cycle culturale.....	31
Tableau VII	Les caractéristiques phénologique (levée et épaison).....	32
Tableau VIII	Les paramètres physiologique mesuré.....	37
Tableau IX	Valeur des paramètres du composante de rendement.....	40

Liste des figures

Figure 01 : Cycle de développement du blé.....	5
Figure 02 : Infiltration des racines.....	25
Figure 03 : Effervescence du calcaire.....	25
Figure 04 : Test de plasticité (Originale).....	26
Figure 05 : Appréciation du taux d'argile (test d'élasticité).....	26
Figure 06 : la Croute de battance.....	27
Figure 07 : thermomètre infrarouge laser.....	28
Figure 08 : chlorophylles mètre.....	28
Figure 09 : la variation de la température et pluviométrie durant le cycle culturale.....	31
Figure 10 : L'épiaison a 50%.....	32
Figure 11 : Hauteur d'épi.....	33
Figure 12 : Température du couvert végétale.....	34
Figure 13 : Teneur de chlorophylle en SPAD.....	34
Figure 14 : Chlorophylle a.....	35
Figure 15 : Chlorophylle b.....	35
Figure 16 : Chlorophylle ab.....	36
Figure 17 : La proline.....	36
Figure 18 : Rendement des variétés quintaux par hectare.....	37
Figure 19 : Nombre d'épis par mètre carré.....	38
Figure 20 : Nombre de grains par épi.....	38
Figure 21 : Poids de mille grains.....	39
Figure 22 : Nombre de grains par mètre carré.....	40
Figure 23 : Relation entre rendement en grains et la hauteur.....	41
Figure 24 : Relation entre rendement et nombre de grains / épi.....	42
Figure 25 : Relation entre rendement et nombre d'épi /m ²	43
Figure 26 : graphe représentant la différence entre les composant de rendement entre Variétés introduites et locales.....	44

Sommaire

Remerciement

Dédicaces

Liste des Abréviations

Liste des Tableaux

Liste des Figures

Introduction..... 1

Chapitre I le blé dure en Algérie

1. Origine et historique du blé dur et du blé tendre.....3

2. Classification du blé dur 3

3. Présentation de la culture.....4

3.1. Rappels sur les caractéristiques morphologiques et le cycle végétatif de la céréale..... 4

3.2. Les exigences du blé dur.....5

4. Variétés des céréales cultivées en Algérie..... 9

5. Critères de sélection de blé dans les régions semi arides.....10

6. Importance des céréales.....11

6.1. Importance alimentaire..... 11

6.2. Importance économique.....11

7. Répartition des céréales en Algérie.....12

7.1. Une zone à hautes potentialités (Z1).....12

7.2. Une zone à moyennes potentialités (Z2).....12

7.3. Une zone à basses potentialités (Z3).....12

8. Production des céréales en Algérie..... 13

9. Evolution des importations algériennes totales des céréales et de blé.....14

Chapitre II le stress hydrique

1. Notion de stress hydrique.....15

2. Le stress hydrique définition 15

3. Mécanismes d'adaptation des plantes au stress hydrique.....17

3.1. Adaptation phénologique.....17

3.2. Adaptation morphologique.....18

3.3. Adaptation physiologique.....19

4. les variables caractéristiques d'un déficit hydrique..... 19

Chapitre III Matériels et méthodes

1. Localisation des sites expérimentaux.....	22
2. Mise en place de l'essai.....	22
3. Matériels végétales.....	23
4. Profil cultural.....	24
4.1. Absence de la semelle de labour.....	24
4.2. Présence du calcaire.....	25
4.3. Plasticité.....	25
4.4. Test d'élasticité.....	26
4.5. Absence de la croute de battance.....	26
5. Mesures et analyses effectuées.....	27
5.1. Analyses morphologiques.....	27
5.2. Analyses agronomiques.....	27
5.3. Analyses physiologiques.....	28
5.4. Analyses statistique.....	30

Chapitre IV : Résultats et discussions

1. Résultats.....	31
1.2. Températures et pluviométrie.....	31
1.3. Comportement phénologique de culture.....	32
1.4. Comportement morphologique.....	33
1.5. Comportement physiologiques.....	33
1.6. Évaluation des paramètres composants le rendement.....	37
2. Discussion.....	41
2.1. Le rendement et ces composants.....	41

Conclusion	45
-------------------------	----

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

Introduction

Le blé est l'une des principales céréales. Cette plante herbacée annuelle qui produit le grain dont on tire la farine pour faire notamment le pain et les pâtes alimentaires constitue la base de la ressources alimentaires de l'humanité. En effet, La production mondiale de blé en 2014-15 est de 721 Mt (CIC, 2015).

Le blé dur occupe une place centrale dans l'économie algérienne, il couvre 3,3 millions ha consacrés à la céréaliculture (CIC, 2012). Avec une production atteignant 15 q/ha dans la meilleure condition et face à une demande croissante, sachant que de 1995 à 2005 le marché a absorbé en moyenne annuelle 4 244 903 tonnes de blé dont 70,44% de blé dur (Chehat, 2007). La production couvre près de 14% des besoins (Mazouz, 2006).

La céréaliculture algérienne, essentiellement pluviale, est soumise à l'insuffisance des précipitations qui limitent du potentiel de la culture du blé. La période de croissance de la culture du blé est limitée par l'insuffisance de l'humidité en début du cycle, et en fin de cycle par les stress hydrique et thermique (Chennafi *et al.*, 2008a; Bouzerzour et Benmahammed, 2009).

L'Algérie avant les années 1830, exporte son blé au Monde entier. Actuellement l'Algérie importe son blé et se trouve dépendante du marché international. Par sa position de grand importateur de blé, l'Algérie achète annuellement plus de 5% de la production céréalière mondiale, cette situation risque de se prolonger à plusieurs années, faute de rendements insuffisants et des besoins de consommation sans cesse croissants devant une forte évolution démographique (Chellali, 2007).

L'amélioration génétique du blé dur des zones sèches reste basée sur la recherche d'une meilleure tolérance aux stress abiotiques, pour adapter la plante à la variabilité du milieu de production (AMOKRANE, 2001).

L'acclimatation au déficit hydrique résulte d'une série d'événements intégrés à divers niveaux physiologiques et biochimiques qui aident à la rétention ou à l'acquisition de l'eau et à la protection des fonctions de la plante. Pour élaborer des programmes de sélection d'espèces et de variétés de blé tolérantes au stress hydrique, il est nécessaire de mieux connaître la physiologie de la tolérance de cette espèce dans ces conditions. Selon Jing et Chang, (2003) et Kasuga *et al.*, (1999)

La sensibilité ou la tolérance est la résultante d'une multitude de caractéristiques morphologiques, physiologiques et biochimiques pour lesquelles le plus souvent des méthodes de sélection ne sont pas encore complètement mises au point ou adoptées. Ceci justifie l'emploi des méthodes classiques comme la sélection directe sur la base du rendement qui a souvent fait ses preuves en milieux favorables (Ceccarelli *et al.*, 1992).

Le génotype désirable sous un environnement variable, comme c'est le cas du climat semi-aride, est celui qui peut éviter le stress grâce à la modulation de son cycle de développement, maintenir l'activité photosynthétique sous stress, augmenter son taux de remplissage des graines et utiliser les assimilats stockés dans la tige (Dakheel *et al.*, 1993, Simane *et al.*, 1993, Mekhouf *et al.*, 2004).

Cette étude a pour but d'évaluer le comportement de sept variétés de blé dur, deux génotypes locaux (Oued Zenati, Polonicum) , Waha, Bousselem sélectionnés localement et trois autres introduites (Hoggar, Mexicali75, Altar84), cultivés dans la région de Chania (Bordj Ghdir), vis-à-vis les paramètres physiologiques et agronomiques. Ceci afin de valoriser les cultivars les plus adéquats à notre étage bioclimatique semi aride, chose très importante pour augmenter la production et les rendements céréaliers.

Notre travail est structuré en trois parties. Dans la première sont exposées les différentes recherches réalisées dans cette problématique. Dans la seconde partie sont présentées les méthodes expérimentales employées. Enfin la dernière partie est consacrée à la présentation des résultats obtenus ainsi que leur interprétation.

Chapitre I
Le Blé Dur en
Algérie

1. Origine et historique du blé dur et du blé tendre

Trois céréales blé, riz et maïs constituent la base alimentaire des populations du globe. Durant le développement de la civilisation indo-européenne, le blé est devenu la principale céréale des peuples occidentaux sous climat tempéré (Henry et De Buyser, 2001). Le blé est l'une des principales ressources alimentaires de l'humanité. La saga du blé accompagne celle de l'homme et de l'agriculture ; sa culture précède l'histoire et caractérise l'agriculture néolithique, née en Europe il y a 8000 ans. La plus ancienne culture semble être le blé dur dans le croissant fertile de la Mésopotamie (Feillet, 2000). Le blé tendre est apparu entre 5000 et 6000 ans avant Jésus-Christ dans le croissant fertile puis s'est dispersé à partir de la Grèce en Europe (Doussinault *et al.*, 1992). C'est à partir de cette zone que les blés ont été diffusés vers l'Afrique, l'Asie et l'Europe. La route la plus ancienne de diffusion des céréales vers les pays du Maghreb fut à partir de la péninsule italienne et de la Sicile (Bonjean, 2001 in Boulal *et al.*, 2007).

En Algérie, Léon Ducellier (1878-1937) en particulier, parcourant le blé, fit au début du siècle le recensement d'une flore mal connue. Il découvrit et analysa les nombreuses variétés, qui peuplaient les champs cultivés, recueillit les échantillons les plus caractérisés, les plus productifs, les plus résistants à la sécheresse ou à quelques maladies. Le blé tendre était inconnu en Afrique du Nord avant l'arrivée des français (Lery, 1982). Les blés ont d'abord évolué en dehors de l'intervention humaine, puis sous la pression de sélection qu'ont exercée les premiers agriculteurs (Henry et de Buyser, 2001). D'après Sears (1954) et Okamoto (1962) in Auriou *et al.*, (1992), Belaid (1996), Feillet (2000) et Henry et De Buyser (2001), les deux espèces des céréales les plus cultivées sont : le blé dur (*Triticum durum*) et le blé tendre (*Triticum aestivum*)

2. Classification du blé dur

Tableau I : Classification botanique du blé

Embranchement	Spermaphyte
Sous embranchement	Angiospermes
Classe	Monocotylédones
Ordre	Commélimiflorale
Sous ordre	Poales
Famille	Graminée ou Poaceae
Genre et espèce	<i>Triticum durum</i> Desf

3. Présentation de la culture

La connaissance de l'impact de chaque phase de développement du blé sur la formation du rendement, et les clés d'identification précises de chaque stade sont indispensables à l'agriculteur pour raisonner ses interventions culturales et valoriser au mieux chacune d'elles (Gate *et al.*, 1993).

3.1. Rappels sur les caractéristiques morphologiques et le cycle végétatif de la céréale

3.1.1. Caractéristiques morphologiques

a) Appareil racinaire :

La racine du blé est fibreuse. A la germination la radicule ou racine primaire, et un entre-noeud sub-coronal émergent du grain : cet entre-noeud évolue vers la formation d'un collet près de la surface du sol. Le système racinaire secondaire peut être assez développé, s'enfonçant à des profondeurs atteignant jusqu'à deux mètres. Il apporte les éléments nutritifs à la plante (Soltner, 1988).

b. Appareil aérien :

b.1. La tige :

La tige ou talle de la plante est cylindrique, comprend cinq ou six inter- noeuds, qui sont séparés par des structures denses appelées noeuds d'où naissent les feuilles. La tige est creuse ou pleine de moelle (Soltner, 1988).

b.2. La feuille :

Les feuilles sont à nervures parallèles. Le limbe possède souvent à la base deux prolongements aigus embrassant plus ou moins complètement la tige : les oreillettes ou stipules à la soudure du limbe et de la graine peut se trouver une petite membrane non vasculaire entourant en partie la chaume (Belaid, 1986). La feuille terminale a un rôle primordial dans la reproduction (Soltner, 1988).

c. Appareil reproducteur :

Les fleurs sont regroupées en une inflorescence composée d'unités morphologiques de base : les épillets. Chaque épillet compte deux glumes (bractées) renfermant de deux à cinq fleurs distiques sur une rachéole (Soltner, 1988).

d. Le grain :

Le grain de blé (caryopse) montre une face dorsale (arrière) et une face ventrale (avant), un sommet et une base. La face dorsale est creusée d'un profond sillon qui s'allonge du sommet à la base. Le caryopse est surmonté d'une brosse, l'embryon est situé au bas de la surface dorsale. Le grain comporte trois parties : l'enveloppe du grain (péricarpe), l'enveloppe du fruit (assise protéique), l'endosperme (albumen), et le germe ou embryon (Soltner, 1988).

3.1.2. Cycle végétatif

Selon (Henry et Debuyserd, 2000), le cycle du développement du blé peut se subdiviser en 3 périodes (figure 01).

3.1.2.1. La période végétative

a. La phase semis - levée:

Cette phase peut être accomplie dès que la semence soit capable de germer et que le sol peut lui fournir l'humidité, la chaleur et l'oxygène nécessaire. La teneur minimale en eau qui permet la germination est de l'ordre de 35 à 40%. Lorsque la graine a absorbé de 20 à 25% de son poids d'eau. La température optimale de la germination se situe entre 5 à 22°C, avec un minimum de 0°C et un maximum de 35° C.

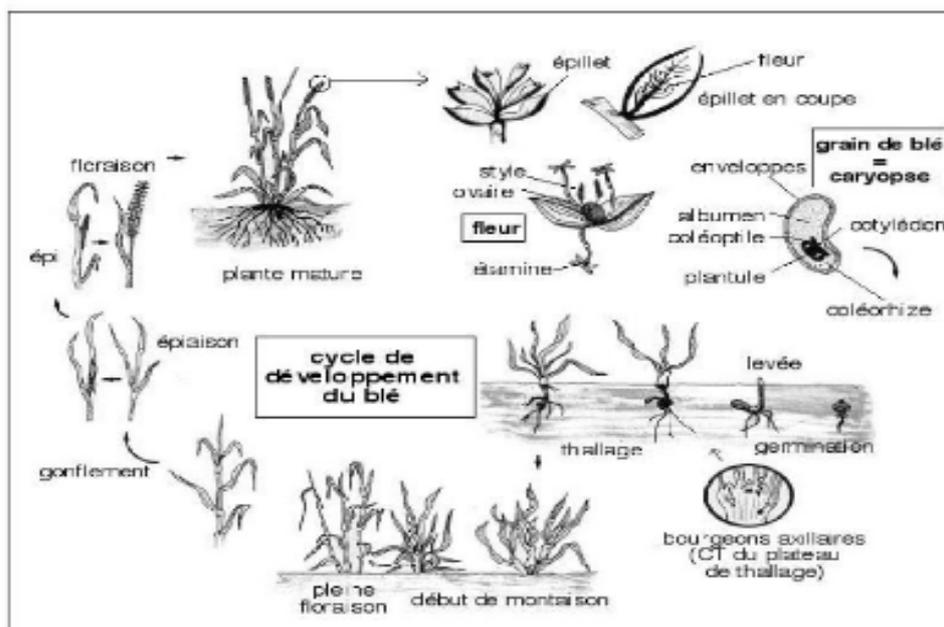


Figure 01 : Cycle de développement du blé (Henry et Debuyserd, 2000)

b. La phase levée - tallage :

Selon Soltner, (1988), C'est un mode de développement propre aux graminées, caractérisé par la formation du plateau du tallage, l'émission de talles et la sortie de nouvelles racines.

La durée de cette période varie de 31 à 89 jours pour des températures moyennes de 09 à 32° C respectivement (Mekliche, 1983).

c. La phase tallage - montaison :

Elle est caractérisée par la formation de talles et l'initiation florale qui se traduit par l'apparition de la future ébauche de l'épi; tout déficit hydrique durant cette période se traduit par une diminution du nombre de grains par épi (Martin- Prevel, 1984).

3.1.2.2. La période reproductrice

a) La phase montaison :

Elle débute lorsque les entres noeuds de la tige principale se détachent du plateau du tallage, ce qui correspond à la formation du jeune épi à l'intérieur de la tige (Belaid, 1987). Couvreur (1981), considère que ce stade est atteint quand la durée du jour est au moins de 11 heures et lorsque la culture a reçue au moins 600° C. (base 0° C depuis la levée).

b) La phase épiaison :

Cette période commence dès que l'épi apparaît hors de sa graine foliaire et se termine quand l'épi est complètement libéré (Maume et Dulac, 1936). La durée de cette phase est de 7 à 10 jours, elle dépend des variétés et des conditions du milieu, (Martin- Prevel, 1984). C'est la phase où la culture atteint son maximum de croissance.

c) La phase floraison - fécondation :

Elle est déterminée par la sortie des étamines hors des épillets, la fécondation est accomplie lorsque les anthères sortent des glumelles. Le nombre de fleurs fécondées dépend de la nutrition azotée et d'une évapotranspiration pas trop élevée (Soltner, 1988).

d) b) La phase épiaison:

Cette phase est caractérisée par le grossissement du grain, l'accumulation de l'amidon et les pertes de l'humidité des graines qui marque la fin de la maturation (Soltner, 1988). Cette phase de maturation dure en moyenne 45 jours.

Les graines vont progressivement se remplir et passer par différents stades :

d.1. Maturité laiteuse :

Ce stade est caractérisé par la migration des substances de réserves vers le grain et la formation des enveloppes. Le grain est de couleur vert clair, d'un contenu laiteux et atteint sa dimension définitive (Soltner, 1988).

d.2. Maturité pâteuse :

Durant cette phase les réserves migrent depuis les parties verts jusqu'aux grains. La teneur en amidon augmente et le taux d'humidité diminue. Quand le blé set mûr le végétal est sec et les graines des épis sont chargées de réserves (Soltner, 1988).

d.3. Maturité complète :

Après le stade pâteux, le grain mûrit, se déshydrate. Il prend une couleur jaune, durcit et devient brillant. Ce stade est sensible aux conditions climatiques et à la condition e récolte (Soltner, 1988).

3.2. Les exigences du blé

3.2.1. Le sol

L'alimentation hydrique d'une plante ou d'un couvert végétal est gouvernée par les relations sol-plante fondées sur les caractéristiques du sol et des plantes (Oliosio *et al.*, 2006). Le sol est le support de la végétation, son garde-manger et son réservoir en eau (Girard *et al.*, 2005). En effet, le sol agit par l'intermédiaire de ses propriétés physiques, chimiques et biologiques. Il intervient par sa composition en éléments minéraux, en matière organique et par sa structure, et jouent un rôle important dans la nutrition du végétal, déterminant ainsi l'espérance du rendement en grain. La plante, par son système racinaire en croissance, se comporte comme un ensemble de capteurs souterrains répartis spatialement jouant le rôle de surface d'échange avec le sol, et d'un système de transport de l'eau jusqu'au collet, à la surface du sol. Les réserves en eau du sol sont définies par la réserve utile, calculée sur la profondeur maximale d'enracinement (Oliosio *et al.*, 2006). La profondeur du profil du sol joue le rôle de réservoir d'eau. En absence d'obstacles, le blé colonise intensément et profondément les sols (Nicoullaud, 1995). Le sol constitue donc pour le végétal une retenue d'éléments nutritifs dont le niveau de disponibilité marque le rayon de développement racinaire (Meartens et Clauzel, 1989; Bonnefoy, 2007). Cependant, le blé s'accommode bien à la terre argilo-calcaire ou limoneuse à limono-argileuse, qui assure aux racines fasciculées du blé une grande surface de contact (Soltner, 2000). Par contre les sols, légers et acides, ne sont pas recommandés pour le blé dur (Novak *et al.*, 2006).

3.2.2. L'eau

L'eau est un facteur de l'environnement qui influence la quasi-totalité des réactions physiologiques des végétaux. La littérature sur les recherches traitant les relations entre l'eau et la physiologie des plantes est riche. Les grandeurs liées au contenu en eau des tissus indiquent que l'eau est le principal constituants des végétaux, avec 60% à 80% de leur poids de matière fraîche (Duthil, 1973; Catell, 2006). L'eau constitue le véhicule des éléments nutritifs et assure les réactions métaboliques. Cet élément est indispensable à la croissance et au développement de la plante. En effet, l'eau et l'état d'hydratation des tissus des végétaux interviennent pour la production de matière sèche. La réalisation des phases végétatives chez

la culture du blé nécessite des besoins en eau. Ils sont exprimés par l'évapotranspiration réelle (ETR) qui est la somme de la quantité d'eau transpiration (T) par le végétal et celle évaporée du sol (Es). Doorenbos et Pruitt (1975) définissent les besoins en eau d'une culture par la hauteur d'eau exprimée en millimètre (mm) nécessaire pour compenser l'évapotranspiration d'une culture donnée en bon état sanitaire, cultivée sur un champ de conditions climatiques données, régie par des conditions de sols, d'eau et de fertilité non limitantes pour assurer un rendement cultural optimal. L'évapotranspiration actuelle (ETA) de la culture est définie comme la fraction de l'évapotranspiration de référence (ET0), elle est estimée par le produit du coefficient cultural (kc) et l'évapotranspiration potentielle (ET0), $ETA = kc \times ET0$ (Allen *et al*, 1998). L'expression du potentiel de production des géotypes de blé dur est liée à la quantité d'eau consommée par la culture au cours des phases végétatives (Chennafi *et al*, 2006b). Les besoins en eau de la culture varient de 450 à 650 mm (Baldy, 1974; FAO, 2010). Sur les hauts plateaux Sétifiens, la culture du blé dur a besoin de 672 mm au cours de son cycle de développement. Les besoins en eau décadaires sont 46 mm du stade de fin du tallage au stade de début de la montaison (mars-avril). Ils s'élèvent à 103 mm à la phase gonflement épiaison (Chennafi *et al*, 2008b). En milieu méditerranéen semi-aride, les besoins en eau du blé s'accroissent en arrière saison, période critique de rareté de l'eau. Sur les hauts plateaux Sétifiens, seule la période d'hiver s'échappe au déficit pluviométrique. En effet, l'arrière saison coïncide avec les exigences les plus importantes, à un moment où l'eau est rare (Kelkoul, 2000 ; Chennafi *et al*, 2008c). De nombreuses études soulignent l'effet pénalisant du manque d'eau au cours du stade épiaison au stade grain laiteux pâteux. Un manque d'eau lors de la phase de reproduction engendre une chute importante du rendement. Toutefois, les techniques culturales appropriées relatives à la préparation de lit de semence, pour créer une structure favorable à la germination et la levée de la plantule, et améliorer la disponibilité de l'humidité du sol, permettent une bonne implantation de la culture et réduisent des effets des stress au cours du cycle végétatif. De ce fait, la gestion des pratiques culturales est recommandée en milieu où l'évaporation est intense. Dans ce contexte, Molden et Oweis (2007) révèlent sous climat aride, au moins 90% des précipitations sont perdues par évaporation direct du sol, laissant seulement 10% disponible pour la transpiration.

3.2.3. Les températures

Le développement de la plante se réalise sur des étapes distinctes durant lesquelles se forment les composantes constitutives du rendement (Acevedo, 1989). Le rendement dans un environnement donné est directement et indirectement influencé par des facteurs morphologiques, physiologiques, et environnementaux (Prasad *et al.*, 2007). Le froid, la

sécheresse et les fortes températures limitent la croissance et le développement des différentes composantes au cours des phases végétatives (Evans et Wardlaw, 1976). La température est la caractéristique environnementale qui contrôle le développement de la plante, elle conditionne à tout moment la physiologie du blé. Une température supérieure à 0°C est exigée pour la germination, le gel printanier affecte la formation de l'épi (Bouzerzour, 1998 ; Tahir *et al.* 1998). La germination du blé n'a lieu qu'au dessus de 0-3°C, température caractéristique du zéro de végétation (Eliard, 1974). La variabilité et l'interaction des éléments environnementaux sont à l'origine d'un rendement qui se caractérise par une basse héritabilité et une interaction génotype-environnement élevée (Jackson *et al.*, 1996). Sur les Hauts Plateaux Sétifiens, les gelées sont à craindre pendant la formation de l'épi, pour les génotypes précoces (Bouzerzour et Benmahammed, 1994). La température est d'une manière générale déterminante dans la croissance et le développement de l'apex de la plante. Elle affecte la valeur du rapport du poids sec de la matière sèche aérienne sur celui de la matière sèche racinaire. Elle intervient dans la régulation l'ouverture des stomates qui intervient entre 20 et 30°C (Hazmoune, 2006). Sous conditions optimales une somme de température de 150°C est nécessaire pour accomplir la phase semis - levée, 500°C pour la phase levée- fin tallage et 850°C pour la phase épiaison – maturité physiologique (Soltner, 1985).

3.2.4. LaLumière

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

4. Variétés des céréales cultivées en Algérie

Les variétés locales traditionnelles Hedba 3, MBB, O.Zenati 368, Bidi 17, etc. sont maintenues depuis leur sélection bien avant 1961 jusqu'à nos jours et ce malgré leur faible potentiel de production, mais avec un rendement plus ou moins stable quelle que soit l'année (Table II).

Tableau II : Evolution des variétés cultivées et caractérisées en Algérie aux périodes indiquées (Laumont et Erroux, 1961 ; IDGC, 1974 ; ITGC, 1995)

1961	1974	1995
Bidi 17	Bidi 17	Bidi 17
Hedba 3	Hedba 3	Hedba 3
MBB 8037	MBB 8037	MBB 8037
O.Zenati 368	O.Zenati 368	O.Zenati 368
Adjini 9	T Polo/ZB	T Polo/ZB
Adjini 19	Inrat 69	Inrat 69
Biskri AC2	Cocorit 71	Cocorit 71
Boghar 8025	MT Pellier	MtPellier
Labeter 8024	Jori c 69	Ziban
Mahmoudi 8041		Capeiti 8
Mekki 16-470		Gloire Mt G.
Langlois		Mexicali
Tessalah 274		Guemgoum
Tlemcen 297		Sahel 77
Saba		Vitron
Zena/Bout.		Waha

5. Critères de sélection de blé dans les régions semi arides

Les programmes de sélection du blé à travers le monde ont réalisé des gains génétiques considérables dans l'amélioration des rendements sans recourir aux outils de sélection physiologiques (Rajaram et Ginkel, 1996). Les sélectionneurs et les physiologistes admettent que les succès futurs passeront à travers une grande intégration d'une recherche multidisciplinaire (Jackson *et al*, 1996). Le modèle proposé par Passioura en 1977 est une vue appropriée pour identifier les caractéristiques qui peuvent limiter le rendement du blé aux environnements à contrainte hydrique. Ce modèle est basé sur le rendement grain, et non pas sur les critères de protection ou de survie longtemps usités sous des conditions de sécheresse dans le passé, en grande partie sans succès. Passioura (1977) considère que le rendement grain est fonction de la quantité d'eau utilisée par la récolte, la façon dont l'eau est utilisée par la récolte pour le développement de la biomasse et l'indice de récolte. Au CIMMYT, des recherches ont montré l'interrelation de plusieurs caractéristiques physiologiques, incluant la conductance stomatique et la capacité photosynthétique, sur une série historiques de cultivars dans un environnement considéré à haut potentiel de production (Fischer *et al*, 1998). Certains travaux ont montré qu'une variation faible de température de la couverture végétale, quand elle est mesurée sous des climats chauds est fortement associée au rendement (Reynolds *et al*, 1994). De plus, les caractéristiques de la sélection physiologique pour la tolérance à la sécheresse ont été introduites dans plusieurs programmes de sélection de

blé en Australie, telles que l'efficacité de la transpiration, la vigueur précoce et le tallage réduit (Richards *et al.*, 1996). Actuellement, au CIMMYT les techniques de la sélection physiologique ont un rôle complémentaire dans la sélection du blé (Reynolds *et al.*, 1998). On peut citer les caractéristiques physiologiques qui peuvent avoir des implications sur le potentiel du rendement par exemple les translocations des sucres solubles des tiges vers le grain et la capacité pour maintenir aussi longtemps la feuille verte durant toute la période de remplissage (Jenner et Rathjen, 1975).

6. Importance des céréales

6.1. Importance alimentaire

Les blés constituent la première ressource alimentaire de l'humanité, et la principale source de protéines. Ils fournissent également une ressource privilégiée pour l'alimentation animale et de multiples applications industrielles. La presque totalité de la nutrition de la population mondiale est fournie par les aliments en grains dont 95% sont produits par les principales cultures céréalières (Bonjean et Picard, 1991).

6.2. Importance économique

6.2.1 Dans le monde

Les superficies cultivées en blés dans le monde dont 70% sont localisées dans les pays du bassin méditerranéen. La Turquie, la Syrie, la Grèce, l'Italie, l'Espagne, et les pays d'Afrique nord, sont en effet, parmi les principaux producteurs (Monneveux, 2002). Le blé dur occupe 8 à 10% du total des terres réservées aux blés dur et tendre, dans le monde (ICE, 2011). Selon les premières prévisions de la FAO, la production de blé en 2016 s'établirait à 723 millions de tonnes, soit une baisse de 1,4% (10 millions de tonnes) par rapport au volume record rentré en 2015.

6.2.2. En Algérie

Depuis l'indépendance, les différentes politiques et interventions de l'état dans le secteur agricole avaient pour but d'améliorer le niveau de production des céréales en Algérie, et du blé dur en particulier. Les céréales sont les cultures annuelles les plus importantes pour l'agriculture algérienne (Bourras, 2001).

D'après les statistiques du Ministère de l'agriculture (1992), les céréales occupent annuellement presque 50% en moyenne de la superficie agricole utile (SAU), et représentent près de 60% des apports énergétiques (calories) de la ration algérienne moyenne ; 70% des protéines totales et 88% de protéines végétales. La production nationale des céréales demeure insuffisante et couvre moins de 25 à 30% des besoins nationaux. Parmi toutes les espèces

céréalières, le blé représente la production alimentaire la plus importante pour une grande partie de la population algérienne, pour cela, l'état est toujours intervenu dans le marché pour assurer à tous les citoyens un accès équitable à *cet aliment*. Des importations massives de graines de céréales principalement le blé dur sont annuellement opérées par le gouvernement. En ce sens il a eu à mobiliser annuellement près de 2.5 milliards de \$ pour assurer les importations alimentaires, dont un tiers sert à couvrir les importations céréalières. Il est utile de rappeler que cette enveloppe représente plus de 25% des importations totales. L'Algérie est devenue le premier importateur dans le monde, puisque ses importations annuelles représentent 50% des disponibilités totales du marché mondial (OAIC, 2000 in BOURRAS. 2001)

7. Répartition des céréales en Algérie

La superficie occupée par le blé dur est, en moyenne, de 1,7 millions d'hectares, durant la période 2014-2015 (FAO, 2016). La majeure partie de ces emblavures se fait dans les régions de Sidi Bel Abbés, Tiaret, Sétif et El Eulma. Ces grandes régions céréalières sont situées dans leur majorité sur les hauts plateaux. Ceux-ci sont caractérisés par des hivers froids, un régime pluviométrique irrégulier, des gelées printanières et des vents chauds desséchants (Belaid., 1996; Djekoun *et al*, 2002).

On distingue trois zones céréalières en fonction des quantités de pluie reçues au cours de l'année et des quantités de céréales produites (Chehat., 2005).

7.1. Une zone à hautes potentialités (Z1)

On y trouve une pluviométrie moyenne supérieure à 500 mm/an, avec des rendements moyens de 20qx/ha (plaines de l'Algérois et Mitidja, bassin des Issers, vallées de la Soummam et de l'Oued El Kébir, vallée de la Seybouse...). Cette zone couvre une SAU de 400 000 ha dont moins de 20% sont consacrés aux céréales.

7.2. Une zone à moyennes potentialités (Z2)

Caractérisée par une pluviométrie supérieure comprise entre 400 et 500 mm/an, mais sujette à des crises climatiques élevées, les rendements peuvent varier de 5 à 15qx/ha (coteaux de Tlemcen, vallées du Chélif, massif de Médéa...). La zone englobe une SAU de 1 600 000 ha dont moins de la moitié est réservée aux céréales.

7.3. Une zone à basses potentialités (Z3)

Caractérisée par un climat semi-aride et située dans les hauts plateaux de l'Est et de l'Ouest et dans le Sud du Massif des Aurès. La moyenne des précipitations est inférieure à 350 mm par an. Ici, les rendements en grains sont le plus souvent inférieurs à 8qx/ha. La

SAU de la zone atteint 4,5 millions d'ha dont près de la moitié est emblavée chaque année en céréales.

8. Production des céréales en Algérie

Le climat de l'Algérie est très variable, passant de l'humide à l'hyper aride qui caractérise 80% du territoire. Sous ces conditions, l'agriculture se pratique sur la frange localisée dans la partie nord du pays et qui s'étend sur une superficie de 8,5 millions d'hectares. Sur 2,7 millions d'hectares de cette superficie se pratique la céréaliculture (Tableau III). Ce climat de type méditerranéen est très contraignant pour la production végétale en générale et celle des céréales en particulier. Ceci est surtout vrai, pour les hauts plateaux qui représentent une importante zone de production des céréales, conduites en pluviale (Feliachi, 2000 ; Bouzerzour *et al.*, 2002; Chennafi *et al.*, 2008a).

Tableau III : Variation des superficies, productions et rendements des céréales de la période 1880-2004 (Madr, 2006 ; Faostat, 2008).

Décennies	Superficie (10 ⁶ ha)	Production (10 ⁶ q)	Rendement (q ha)
1880-1889	2.7	14.6	5.4
1890-1899	2.7	15.3	5.6
1900-1909	2.9	19.1	6.7
1910-1919	2.9	19.2	6.7
1920-1929	3.0	15.7	5.3
1930-1939	3.1	18.2	5.8
1940-1949	2.7	13.6	5.0
1950-1959	3.2	20.7	6.4
1960-1969	2.7	15.6	5.8
1970-1979	3.0	18.6	6.3
1980-1989	2.7	19.5	7.3
1990-1999	2.5	23.1	9.1
1999-2000	1.1	9.3	8.8
2000-2001	2.4	25.4	10.6
2001-2002	1.8	19.5	10.6
2002-2003	2.9	42.6	14.7
2003-2004	3.0	40.3	13.4
Moyenne	2.7	20.6	7.8

9. Evolution des importations algériennes totales des céréales et de blé

Au cours des 20 dernières années, les importations toutes céréales confondues de l'Algérie, ont été conditionnées par l'évolution de la population, de la production nationale de céréales et de l'évolution du pouvoir d'achat. Il ya 20 ans, la population algérienne était de 18 millions d'habitants, elle est aujourd'hui estimée à 30 millions, toute la production de céréale était 1.8 millions de tonnes (moyenne de 1979/79/80) dont 1.2 millions de tonnes de blés (tendre et dur). Actuellement, elle de 3 millions de tonnes (moyenne de 1996/97/98) dont 2 millions de tonnes de blés (tendre et dur). Dans le même temps, les importations sont passées de 1.5 millions de tonnes (moyennes des campagnes 1978/79/80) à 4.9 millions de tonnes (moyennes des campagnes 1996/97/98) dont 3.7 millions de tonnes concernant le blé (tendre et dur) (Cotton, 2000) (Tableau IV).

Tableau IV : Evolution des importations algériennes de céréales et de blé tendre (Cotton, 2000).

		Importations céréales et produits dérivés (x1000 tonnes)
Moyenne	78/80	1300
Moyenne	80/83	2030
Moyenne	83/86	2500
Moyenne	86/89	6900
Moyenne	89/92	5600
Moyenne	92/95	6500
Moyenne	95/98	4900

Chapitre II
Stresse
Hydrique

1. Notion de stress hydrique

L'eau a un rôle fondamental dans les vies des plantes, dans la mesure où elle conditionne leurs activités physiologiques et métaboliques. Elle est le vecteur des éléments nutritifs de la plante (Riou, 1993). L'eau est la ressource naturelle qui limite le plus les rendements en agriculture (Boyer, 1982). Au niveau des hautes plaines semi-arides d'Algérie, la sécheresse est souvent le facteur principal qui affecte la production du blé (Larbi & al, 1998).

Selon les définitions, le stress chez les plantes apparaît avec des significations différentes en biologie, qui convergent principalement en attribuant le stress à n'importe quel facteur environnemental défavorable pour une plante (Levitt, 1982). Tsimilli-Michael *et al.*, (1998) considèrent que le stress a une signification relative, avec un contrôle comme état de référence, ils considèrent le stress comme une déviation du contrôle à une contrainte.

Selon Jones *et al.*, (1989), un stress désigne à la fois l'action d'un agent agresseur et les réactions qu'il entraîne dans l'organisme agressé, une force qui tend à inhiber les systèmes normaux.

D'autre part, 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).

2. Le stress hydrique définition

Le stress hydrique est l'un des stress environnementaux les plus importants, affectant la productivité agricole autour du monde (Boyer, 1982). Il occupe et continuera d'occuper une très grande place dans les chroniques agro-économiques. C'est un problème sérieux dans beaucoup d'environnements arides et semi-arides, où les précipitations changent d'année en année et où les plantes sont soumises à des périodes plus ou moins longues de déficit hydrique (Boyer, 1982).

Il existe de nombreuses définitions du stress hydrique. En agriculture, il est défini comme un déficit marqué et ce compte tenu des précipitations qui réduisent significativement les productions agricoles par rapport à la normale pour une région de grande étendue (Mckay, 1985 in Bootsma *et al.*, 1996). En effet, on assiste à un stress hydrique lorsque la demande en eau dépasse la quantité disponible pendant une certaine période ou lorsque sa mauvaise qualité en limite l'usage (Madhava Rao *et al.*, 2006).

Les termes de sécheresse, stress hydrique, déficit hydrique sont largement utilisés dans la littérature avec plusieurs significations possibles.

Le terme "sécheresse" peut recouvrir plusieurs situations différentes selon que l'on se positionne en tant que météorologiste, agronome ou biologiste moléculaire (Passioura 2007). De manière générale, il s'agit d'un phénomène climatique défini comme un

Manque d'eau au cours d'une période prolongée qui concerne exclusivement des plantes localisées en plein champ (Wood 2005). D'un point de vue écologique, une sécheresse interfèrera défavorablement avec le fonctionnement des écosystèmes, alors qu'en agriculture, une sécheresse signifie que la disponibilité en eau du sol n'est pas suffisante pour pourvoir aux besoins de la culture implantée (Passioura 1996 ; Pereira *et al.* 2007).

Le terme de « stress » est introduit à partir d'un modèle mécanique et défini comme une force (Cauchy, 1821 cité par Kranner *et al.* 2010). Lorsque ce stress engendre une

Modification de l'entité sur lequel il s'exerce, le terme de contrainte est alors employé. La différenciation entre les termes de contrainte et de stress provient de l'utilisation de vocabulaire physique et technique pour des systèmes biologiques. Levitt (1980) définit la notion de "stress" comme un facteur de l'environnement potentiellement défavorable à un organisme vivant et la notion de résistance comme la capacité de cet organisme à survivre à ce facteur de l'environnement. Outre la survie de la plante, il est nécessaire de prendre en compte le maintien du niveau des rendements pour les plantes cultivées. Ainsi, cela permet de faire la différence entre ce qui est appelé résistance à un stress et la tolérance à ce même stress, objectif des sélections pour les cultures à usage agricole. Avec cette dernière définition, la notion de "stress hydrique" prend déjà en compte la réaction de la plante (Bray 1997). Dans ce cas, la notion de stress correspond à un état physiologique modifié par des facteurs qui tendent à altérer l'équilibre initial (Gaspar *et al.* 2002). Pour résumer, il apparaît que le terme de stress est utilisé à la fois pour décrire le facteur qui induit une réaction des plantes et la réponse pouvant servir de signal à une cascade de réponses physiologiques (Gaspar *et al.* 2002).

Un déficit hydrique est le résultat d'une diminution temporaire de la disponibilité en eau pour les plantes (Chaves & Oliveira 2004). Sinclair et Ludlow (1986) décrivent trois phases se déroulant au cours de la diminution de l'eau disponible. Au cours d'une première phase, la transpiration et photosynthèse se maintiennent comme pour les plantes irriguées à la capacité au champ jusqu'à ce que la teneur en eau soit réduite au point où l'absorption de l'eau ne permet plus de satisfaire l'évapotranspiration. Puis, à partir de ce seuil, environ 50% de l'eau disponible, la transpiration et la photosynthèse sont réduites en deçà du niveau potentiel. Pour finir, les plantes entrent dans la troisième phase lorsque les stomates sont complètement fermés. Les plantes sont en état de survie pour une période variable en fonction de leur degré

de tolérance, de la vitesse de la diminution de l'eau disponible. Au cours de la deuxième phase, les réponses physiologiques de la plante sont variables et sont fonction de facteurs de l'environnement et de la plante elle-même (Blum 1996). Ainsi, le signal du "déficit hydrique" est perçu par les plantes en fonction de leur capacité à y faire face.

3. Mécanismes d'adaptation des plantes au stress hydrique

Pour lutter contre le manque d'eau, les plantes développent plusieurs stratégies adaptatives qui varient en fonction de l'espèce et des conditions du milieu (esquive, évitement et tolérance) (Turner, 1986 a). La résistance d'une plante à une contrainte hydrique peut être définie, du point de vue physiologique, par sa capacité à survivre et à s'accroître et du point de vue agronomique, par l'obtention d'un rendement plus élevé que celui des plantes sensibles (Madhava Rao *et al.*, 2006). La résistance globale d'une plante au stress hydrique apparaît comme le résultat de nombreuses modifications phénologiques, anatomiques, morphologiques, physiologiques, biochimiques et moléculaires qui interagissent pour permettre le maintien de la croissance, du développement et de production (Hsissou, 1994).

3.1. Adaptation phénologique

Pour éviter les périodes difficiles pour la croissance et le développement, certaines variétés accomplissent leur cycle de développement avant l'installation de stress hydrique. La précocité constitue donc un important mécanisme d'évitement au stress hydrique de fin de cycle (Ben Naceur *et al.*, 1999). Dans ces conditions, les paramètres phénologiques d'adaptation ou paramètres de précocité définissent le calage du cycle vis-à-vis des contraintes environnementales (Ben Naceur *et al.*, 1999). La précocité assure une meilleure efficacité de l'utilisation de l'eau. En effet, en produisant la biomasse la plus élevée, les génotypes à croissance rapide et à maturité précoce utilisent mieux l'eau disponible et ils sont moins exposés aux stress environnementaux que les génotypes tardifs (Bajji, 1999). Le rendement en grains est positivement corrélé à la précocité d'épiaison (Gonzalez *et al.*, 1999). En effet, les variétés qui ont une vitesse de croissance élevée ont la capacité de mieux utiliser les sources nutritives à la fin du cycle de développement lorsque celles-ci deviennent limitant (Poorter, 1989). La précocité à l'épiaison peut donc être utilisée comme critère de sélection pour améliorer la production dans les zones sèches. C'est l'un des traits les plus importants dans l'adaptation des plantes au stress hydrique (Ben Salem *et al.*, 1997).

3.2. Adaptation morphologique

L'effet du stress hydrique peut se traduire, selon la stratégie adaptative de chaque espèce ou génotype, par des modifications morphologiques pour augmenter l'absorption d'eau et pour diminuer la transpiration et la compétition entre les organes pour les assimilés. Ces modifications affectent la partie aérienne ou souterraine (Bajji, 1999).

3.2.1 Au niveau de la plante

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). Chez le blé, l'enroulement des feuilles chez certaines variétés peut être considéré comme un indicateur de perte de turgescence en même temps qu'un caractère d'évitement de la déshydratation, il entraîne une diminution de 40 à 60 % de la transpiration (Amokrane *et al*, 2002). La longueur des barbes est un paramètre morphologique qui semble également étroitement lié à la tolérance au stress hydrique (Hadjichristodoulou, 1985). La hauteur de la plante apparaît comme un critère de sélection important particulièrement dans les zones arides, ceci s'expliquerait par le fait qu'une paille haute s'accompagne souvent d'un système racinaire profond ce qui conférerait à la plante une capacité d'extraction de l'eau supérieure (Bagga *et al.*, 1970). Les plantes à enracinement superficielle et peu dense souffrent plus du déficit hydrique que ceux à enracinement profond (El hassani et Persoons, 1994).

3.2.2 Au niveau structurel

Une des principales modifications structurelles observées sur des plantes ayant subi un stress hydrique, concerne l'altération des propriétés physico-chimiques des parois cellulaires (Dixon et Paiva, 1995). Ces changements peuvent être induits par des modifications au niveau des enzymes impliquées dans la biosynthèse des monolignols ou dans leur assemblage dans la paroi. L'augmentation de l'expression de ces gènes peut être reliée à l'arrêt de la croissance et à l'épaississement de la paroi (Dixon et Paiva, 1995).

Un autre composant majeur de la paroi correspond aux composés issus de la polymérisation des sucres (cellulose et hémicellulose). Xu *et al.*, (1996) ont mis en évidence des modifications au niveau de l'hémicellulose via, notamment, la modulation de l'expression d'une famille multigénique appelée XET (xyloglucane endo-trans-glucanase). Les XET effectuent des coupures internes dans les polymères de xyloglucanes, pour ensuite lier les fragments générés à d'autres chaînes de xyloglucanes (Xu *et al.*, 1996). Braam *et al.*, (1997) ont proposé l'idée qu'à l'instar des gènes impliqués dans la lignification, les XET pourraient intervenir dans l'altération des propriétés (exemple: extensibilité) de la paroi lors des stress abiotiques et notamment hydriques.

3.3. Adaptation physiologique

La stratégie de la tolérance est mise en œuvre par les plantes grâce à l'abaissement du potentiel hydrique qui maintient la turgescence (Sorrells *et al.*, 2000). Les mécanismes intervenant dans la tolérance assurent l'hydratation cellulaire et diminuent la perte en eau en maintenant un statut hydrique favorable au développement foliaire. La réduction des pertes en eau par la fermeture stomatique est un moyen d'adaptation des plantes au stress. Cette diminution de la transpiration engendre une réduction de la photosynthèse. Les géotypes qui ont la capacité photosynthétique intrinsèque la moins affectée par le stress présentent une efficacité de l'utilisation de l'eau élevée et une plus grande capacité de survie (Araus *et al.*, 2002).

L'adaptation à des milieux aux régimes hydriques variables est en partie associée à l'ajustement osmotique (Richards *et al.*, 1997). L'ajustement osmotique constitue le processus majeur permettant à la cellule de maintenir sa turgescence sous contrainte hydrique (Zhang *et al.*, 1999). L'ajustement osmotique est réalisé grâce à une accumulation des solutés conduisant à un maintien du potentiel de turgescence. Les solutés responsables de la régulation osmotique sont essentiellement des acides organiques, des acides aminés (proline, glycinebétaine), des sucres solubles et certains constituants inorganiques (Richards *et al.*, 1997).

4. les variables caractéristiques d'un déficit hydrique

Connaître le déficit hydrique subi par une culture est essentiel pour en analyser l'impact. Malheureusement, il n'existe pas actuellement de variable universelle facilement accessible caractérisant l'état hydrique d'un couvert. (Jérémie, 2007) Cette caractérisation peut être abordée sous trois angles auxquels correspondent des variables spécifiques :

4.1. Mesures de l'état hydrique de la plante basées sur l'état énergétique de l'eau dans les tissus

- a) Potentiel hydrique
- b) Potentiel osmotique
- c) Potentiel de turgescence

4.2. Mesures de l'état hydrique de la plante basées sur le contenu en eau des tissus

- a) Teneur en eau des tissus
- b) Teneur en eau relative des tissus

4.3. Mesures des flux d'eau au sein de la plante

- a) Conductance stomatique
- b) Flux de sève (Jérémie, 2007)

Ces variables apportent des informations de natures différentes complémentaires pour avoir une image de l'intensité du déficit hydrique subi et de la réponse de la plante. L'état énergétique de l'eau permet de prévoir les mouvements d'eau dans le continuum sol-plante-atmosphère. Le contenu en eau des tissus est bien relié à l'activité métabolique au niveau cellulaire. Quant aux variables mesurant les flux d'eau, elles sont des indicateurs de la perception précoce du déficit hydrique par la plante. La plupart de ces variables est reliée quantitativement à l'état hydrique du sol. A l'origine de cette relation, il y a une signalétique hormonale racinaire. Le dessèchement du sol induit la production et la décompartmentation d'acide abscissique dans les apex racinaires. Cette hormone migre vers les parties aériennes avec le flux xylémien. L'acide abscissique contenu dans la sève xylémique est perçu par les parties aériennes comme un signal de déficit hydrique. La réponse de la plante, notamment en terme de réduction de la conductance stomatique et de l'expansion foliaire est proportionnelle à la concentration en acide abscissique de la sève xylémique. Cette chaîne de réponse est à l'origine de la relation étroite entre la réponse de la plante et le déficit hydrique lors des premières phases de dessèchement du sol. Par la suite, l'impact du dessèchement du sol sur l'état hydrique de la plante explique ces relations pour des niveaux de déficit hydrique plus importants. (Jérémie, 2007)

L'état hydrique du sol apparaît donc comme un bon indicateur du déficit hydrique subi par la plante. Deux variables permettent de caractériser cet état hydrique du sol perçu par les racines. La première est le potentiel hydrique de la plante en fin de nuit ou potentiel hydrique de base. A ce moment de la journée, il n'y a plus de flux d'eau dans la plante depuis plusieurs heures. Cette dernière est en équilibre énergétique en tous ses points avec le potentiel hydrique moyen du sol. Ce potentiel représente donc une intégration de l'état énergétique du sol perçu par la plante. Sachant qu'il existe une relation exponentielle décroissante entre le potentiel hydrique du sol et sa teneur en eau, le potentiel hydrique de base est donc un indicateur du déficit hydrique subi par la plante. La seconde variable est la quantité d'eau

disponible dans la zone de sol explorée par les racines. Cette dernière peut être exprimée en valeur absolue, généralement en mm d'eau ce qui permet de s'affranchir d'une surface de référence. On utilise cette expression lorsqu'on veut indiquer la quantité d'eau que le sol peut fournir pendant tout ou partie du cycle de la plante. On parle alors de la réserve hydrique du sol ou de la réserve utile. On considère généralement que la plante n'est pas capable d'extraire l'eau du sol si le potentiel hydrique de ce dernier est inférieur à $-1,6$ MPa. Toutefois, cette manière d'exprimer l'eau du sol disponible ne permet pas d'avoir une idée du niveau de déficit hydrique perçu instantanément par la plante parce que sa valeur dépend de la profondeur d'enracinement. Pour pallier cet inconvénient, on peut exprimer cette quantité d'eau disponible relativement à la quantité maximale que le sol peut physiquement contenir. On parle alors d'état de la réserve hydrique ou de fraction d'eau transpirable du sol. Le potentiel de base est une variable intéressante quand le volume de sol exploré par les racines est hétérogène ou difficile à caractériser (texture, profondeur, charge en cailloux). Elle nécessite toutefois un équipement spécifique et sa mesure est lourde. Elle est donc difficilement utilisable en routine. Pour la quantité d'eau disponible, elle peut également être mesurée avec des prélèvements de sol, mais il est surtout possible de simuler cette variable à partir des données météorologiques et du calcul d'un bilan hydrique du sol. Cette possibilité est très utilisée dans la pratique agricole. Ces deux variables ont été largement utilisées pour établir des relations quantitatives robustes entre le niveau de déficit hydrique et les fonctions essentielles de la plante comme la transpiration, la photosynthèse, l'expansion des tissus ou la production d'organes. Ces relations ont permis de comparer la sensibilité relative des processus, mais aussi celle entre espèces ou entre génotypes d'une même espèce. Elles ont également permis d'explorer le comportement des plantes face à des situations variées de déficit hydrique grâce à l'utilisation de modèles de simulations du fonctionnement des couverts végétaux intégrant les réponses de la plante au déficit hydrique. (Jérémie, 2007)

Chapitre III

Matériel et

Méthodes

1. Localisation des sites expérimentaux

L'étude a été conduite à une ferme privée au village Chania, commune de Belimour dans la wilaya de Bordj-Bou-Argeridj en Algérie. Les coordonnées géographiques sont respectivement : Latitude : 35,96 et longitude : 4,91 et altitude GPS 1032 mètres.

La zone se caractérise par un climat méditerranéen chaud et sec ainsi qu'un hiver froid selon la classification de Köppen-Geiger. Sur l'année, la température moyenne à Bordj-Bou-Argeridj est de 15.8°C et les précipitations sont en moyenne de 358.6 mm.

2. Mise en place de l'essai

L'essai a été mis en place au cours de la saison 2015-2016. Il est constitué de sept géotypes de blé dur de divers origines (local et introduit); le but étant de tester le comportement et les performances de ces géotypes sur champ vis-à-vis les variations climatiques enregistrées durant l'expérimentation (effet du stress hydrique surtout) sur le site.

Le matériel végétal est semé en un dispositif de bloc randomisé avec trois répétitions, chaque bloc comporte des micro-parcelles constituées de deux lignes pour chaque variété ensemencées sur une longueur d'1 m et espacées entre elles de 20 cm (interligne). L'espace entre la micro-parcelle est de 40 cm.

Le précédent cultural est une jachère non travaillée et le sol du site expérimental est de type argileux.

Les travaux effectués ont consisté en un labour profond 25/30cm avec une pioche et une machette au mois de novembre suivi d'un passage avec la houe pour réduire et affiner plus la couche arable. Un amendement humifère été apporté pour fertilisé le sol mais aucun épandage d'engrais n'a eu lieu.

Le semis a été réalisé le 21/12/2016, et l'essai a été mené en plein champ, sous condition real . La lutte contre les adventices est faite grâce à un désherbage manuel.

La récolte des variétés a été effectuée le 12-06-2016.

Les données climatiques durant la période de l'expérimentation, sont obtenues à partir de la station météorologique de Bordj Bou Argeridj.

3. Matériels végétales

L'expérimentation mise en place au cours de la saison 2015-2016 est constituée de 07 variétés différentes de blés dur, trois issus de sélection CIMMYT/ICARDA et quatre variétés locales. Les principales caractéristiques de ces génotypes sont les suivantes :

Waha : Est une sélection locale faite à l'intérieure du matériel introduit de l'ICARDA. Elle se caractérise par sa précocité, ce qui la rend sensible au gel tardif, très productive avec une stabilité du rendement élevée et tolérance à la sécheresse (Mziani *et al.* 1993 ;Nachit, 1994). C'est une variété qui réussite à échapper aux stress de fin de cycle (Abassene, 1997). Elle présente un épi demi-lâche à compact, roussâtre, la paille est courte et demie pleine. Le grain est moyen, clair ambré à roux. Le PMG est moyen. Le tallage est moyen à fort avec une très bonne productivité. Elle est modérément tolérante aux rouilles, à la fusariose et à la septoriose, sensible au piétin-échaudage. Elle est adaptée aux hauts plateaux et aux plaines intérieures.(Bouthiba et Debaeke., 2001).

Mexicali : est une variété CIMMYT, elle est caractérisée par sa précocité et par son grain allongé, qui le rend légèrement sensible à la moucheture et au mitadinage. Elle est très productive avec une stabilité du rendement élevée, adaptée aux Hauts plateaux et zones sahariennes.(Ait –kaki S., 2008).

Oued Zenati : est une sélection locale faite à l'intérieure du matériel introduit de l'ITGC (Station de Guelma/1936.). C'est une variété tardive, avec un rendement moyenne. Adapté aux plaines intérieures, son épi est blanc, compact à barbes noirs et longues, sa paille est haute et pleine, le grain est ambré, gros et peu allongé, le PMG est élevé. C'est une variété tardive dont le tallage est moyen, tolérante à la septoriose sensible aux rouilles brunes et jaunes et à la fusariose.(Bouthiba et Debaeke., 2001).

Polonicum : est une sélection locale, elle est caractérisée par sa tardivité de type hiver. Son grain est jaune terne, gros et allongé, avec un rendement moyenne. adaptée aux Plaines intérieur et hauts plateaux.(Ait –kaki S., 2008).

Hoggar : Est une variété du sud de l'Espagne, sélection (ITGC de Tiaret/1986), C'est une variété dont l'épi est demi-lâche et blanc. Le grain moyen est roux, le PMG est élevé. La paille ainsi que le tallage sont moyen. Elle est peu sensible à l'helminthosporiose et moyennement tolérante aux rouilles, tolérantes à la verse. Elle est adaptée aux Hauts Plateaux et les zones Sahariennes.(Ait –kaki S., 2008).

Bousselem: Sélectionné localement, à partir de CIMMYT/ICARDA, c'est une variété haute de paille, présentant des épis blancs, barbe noire-grise, demi-lâche, long et robuste et hauteur de la plante moyenne de 90 à 100 cm, elle se caractérise par une résistance aux maladies cryptogamiques, mais le traitement des semences aux fongicides est recommandé aussi une résistance au froid, à la verse, à la sécheresse (Baghem.O., 2012).

Altar: est une variété CIMMYT mexico 1992.

Tableau V : Récapitulatif des variétés utiliser.

N°	Variété	Origine
1	Oued Zenati	locale ITGC 1936
2	Altar	CIMMYT, mexico 1992
3	Polonicum	Locale
4	Waha	sélection de l'ICARDA (Syrie) ; très bonne productivité ; paille courtelancée en Algérie en 1986
5	Méxicali	CIMMYT lancée en 1975
6	Hoggar (Vitron)	du sud de l'Espagne, sélection (ITGC de Tiaret) semi-naine, haute productivité
7	Bousselem	Sélectionné localement, à partir de CIMMYT/ICARDA

4. Profil cultural

Réaliser au mois de mai

4.1. Absence de la semelle de labour

Lorsque l'infiltration des racines des mauvaises herbes est profonde, cela signifie l'absence d'une semelle de labour.



Figure 02 : Infiltration des racines.

4.2. Présence du calcaire

Nous devrions ajoutés de l'acide chlorhydrique au sol pour voir si le sol contient du calcaire, il y aura le phénomène d'effervescence. Une effervescence intense signifie l'existence d'un pourcentage élevé en calcaire.



Figure 03 : Effervescence du calcaire.

4.3. Plasticité

le test est basé sur le principe de mélanger une petite quantité du sol entre les doigts de la main (pétrissage par l'eau), durant cette opération le sol a claqué (dégagé un son) donc le sol contient de l'argile.



Figure 04 : Test de plasticité (Originale).

4.4. Test d'élasticité

Le principe du test est d'enrouler le sol mouillé entre les deux mains et formé avec in cylindre en suit un croisant. La figure ci-dessous nous montre la présence d'un taux assez élevé en argile.



Figure 05 : Appréciation du taux d'argile (test d'élasticité).

4.5. Absence de la croute de battance

D'après la figure ci-dessous, le sol ne présente pas une croûte de battance.



Figure 06 : la Crouete de battance.

5. Mesures et analyses effectuées

5.1. Paramètre morphologiques

5.1.1. Hauteur du plant

La moyenne arithmétique de 3 mesures prises de chaque micro parcelle (au milieu) a servi à apprécier l'hauteur moyenne du plant de blé barbe incluse

5.2. Paramètre agronomiques

5.2.1. Levée et l'épiaison

Les dates de la levée sont notées pour chaque génotype, à l'apparition de 50% des plants levés ou épiés.

5.2.2. Nombre d'épi /m²

On a compté le nombre d'épis par 50 cm linier et a l'aide de la règle de trois on le ramène en m².

5.2.3. Nombre de grain par épi

Après la récolte on ramène les épis au labo puis on fait un battage manuel d'épi pour récupérer les grains contenues dans chaque épi puis on les compte.

5.2.4. Nombre de grain par m²

Est estimé par la multiplication du nombre de grains par épi sur le nombre d'épis par m².

5.2.5. Poids de mille grains (PMG)

Est estimé par la détermination du poids moyen de 250 graines de chaque génotype, en suite on le convertie pour trouve le poids de mille graines en utilisant la règle de trois.

5.2.6. Rendements en grains (quintaux par hectare)

Est estimé par la relation suivantes :

$$RDT = NE/m^2 \times NG/\text{épi} \times PMG / 1000$$

5.3. Paramètre physiologiques

5.3.1. Température du couvert végétal

A l'aide d'un thermomètre infrarouges laser (**tecpel513**) on a mesuré la température de chaque variété en vison la feuille drapeaux, l'unité est en C°.



Figure 07 : thermomètre infrarouge laser

5.3.2. Teneur en Chlorophylle (TC)

A l'aide d'un chlorophylle Mètre (**SPAD-502**) on a mesuré la teneur en chlorophylle au stade d'épiaison, sur les feuilles drapeaux (au milieu de la feuille). L'unité est en SPAD.



Figure 08 : chlorophylles mètre

5.3.3. Dosage de la chlorophylle au laboratoire

Les teneurs moyennes en chlorophylle (a) , (b) et (a+b) sont déterminées par la méthode de Rao et le blanc (1965), donc :

- Coupez les feuilles de 07 variétés de blé de façon grossière avec une paire de ciseaux (3 répétitions de chaque variété).
- Peser 0.5g à l'aide d'une balance.
- Placez les feuilles coupées dans un mortier.
- Ajouter 20 ml d'acétone 80%.
- Broyer avec carbonate de calcium plusieurs fois (qui facilite le broyage) jusqu'à ce que le solvant prenne une teinte verte marquée.
- Filtrer le broyat sur papier filtre à l'aide d'un entonnoir sur les tubes à essais.
- Lecture en spectrophotomètre dans la longueur d'onde 645 nm et 663 nm et le témoin acétone.

Le calcul de la qualité de chlorophylle est obtenu par la formule suivante :

$$\text{Chl a} = 12.7(\text{DO663}) - 2.69(\text{DO645})$$

$$\text{Chl b} = 22.9(\text{DO645}) - 4.86(\text{DO663})$$

$$\text{Chla+b} = 8.02(\text{DO645}) + 20.20(\text{DO663})$$

5.3.4. Dosage de la proline

La technique de dosage de la proline utilisée est celle de Troll et Lindsley (1955) simplifiée est mise au point par Dreier et Gorrington cité par Monneveux et Nemmar (1986). 100 mg de matière végétale fraîche, prélevée sur la dernière feuille à l'épiaison, sont pesée juste après le prélèvement, 2 ml de méthanol à 40% sont ajoutés à l'échantillon et l'ensemble est porté à 85°C dans un bain – marie pendant 1 heure. Après refroidissement, 1 ml est prélevé auquel est ajouté 1 ml d'acide acétique (CH₃ COOH), 25 ml de ninhydrine (H₉ H₆ O₄) et 1 ml de mélange (120 ml d'eau distillée + 300 ml d'acide acétique + 80 ml d'acide orthophosphorique de densité 1.7), le tout est mis à bouillir durant 30 min au bain – marie, la solution vire au rouge, après refroidissement, 5 ml de toluène sont rajoutés à la solution qui est agitée, deux phases se séparent (une phase supérieure à la couleur rouge contient la proline et une phase inférieure transparente sans proline). Après l'agitation on mesure la phase coloré est effectuée à l'aide d'un spectrophotomètre à 528 nm.

Concentration en proline ($\mu\text{g/ g MF}$) = $X \cdot 2.1000 / (\text{MF} \cdot 115.13)$

MF : Masse de matière fraîche(g)

Masse molaire de proline pure = 115.13

X : quantité de proline de chaque échantillon

$y = 5,3155x - 0,0139$

5.4. Analyses statistique

Réalisée par les logiciels suivants

5.4.1. Costate

A été utilisés pour les analyses de variance et la comparaison de moyennes. Costat Version 6.4 (1998-2008) est un programme facile à utiliser pour la manipulation des données et l'analyse statistique (ANOVA).

5.4.2. Statistica

A été utiliser pour la création de table de matrice et voire les corrélations entre les paramètres mesurés version 8.0 (2007).

5.4.3. Excel 2013

Pour la rédaction des tableaux et créations de diagrammes, courbes et les histogrammes.

Chapitre IV

Résultats et

Discussions

1. Résultats

1.2. Températures et pluviométrie

1.2.1 Les températures

Les températures moyennes de la saison (2015/16) du site expérimental est de 12.94 C°, Le mois de décembre était plus frais 9.24C° puis elle augmente progressivement jusqu'à 21.1C° en mois mai ; ou elle coïncide avec le stade d'épiassent du blé. (Tableau VI)

1.2.2 La pluviométrie

La quantité de pluie enregistrée durant les cinq mois de la saison (2015/16) est de 152.38mm. Mais cette abondance pluviométrique décroît en deçà de la moyenne à partir du mois de avril jusqu'à la fin du cycle, coïncidant avec la période de floraison et de remplissage du grain. (Tableau VI)

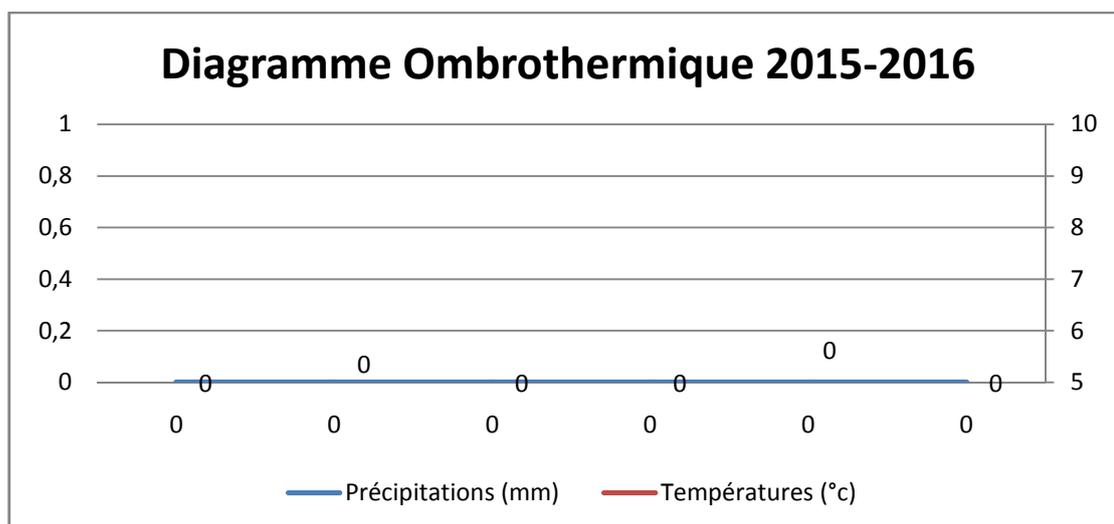


Figure 09 : la variation de la température et pluviométrie durant le cycle culturale.

La saison 2015/2016 été caractérisé par deux périodes sèches, la première s'étend du mois décembre jusqu'à janvier, la seconde période débute de mois avril et se poursuit à la fin de cycle culturel. La période humide a coïncidé avec les mois d'hiver et s'étale de fin janvier au début avril ce qui favorise la germination de notre semences (Figure 09).

Tableau VI : la variation de la température et pluviométrie durant le cycle culturale.

Mois	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai
Précipitations (mm)	0	14,98	26,41	50,78	37,6	22,61
Températures (°c)	9,24	9,6	9,5	11	17,2	21,1

1.3. Comportement phénologique de culture

1.3.1. Levée

Les variétés tardives (locales) ont été plus précoces à la levée que les variétés introduites. Oued zenati et Polonicum ont levé respectivement 22 et 24 jours après semis. La levée des variétés introduites à lieu un jour en plus en moyenne 27,72. (Tableau VII)

1.3.2. Epiaison

La moyenne de L'épiaison de 50 % des variétés à était relativement enregistrée après 137 jours du semi. Hoggar et Altar sont les plus précoces avec 133 et 134 jours respectivement. Les variétés locales Oued zenati et Polonicum sont les variétés les plus tardives avec 140 et 146 jours respectivement. L'analyse de variance a montré une différence significative et 4 groupes homogènes de moyenne sont observés. (figure 10) (Tableau VII)

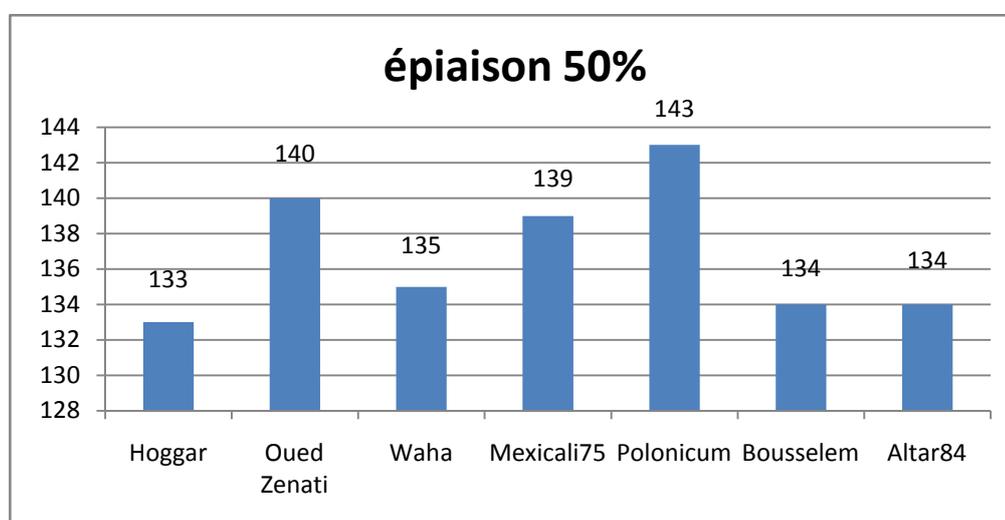


Figure 10 :L'épiaison a 50%

Tableau VII : les caractéristiques phénologique (levée et épiaison)

	Levée (jours) 50%	épiaison (jours) 50%
Hoggar	27	133
OuedZenati	28	143
Waha	28	135
Mexicali	27	139
Polonicum	28	143
Bousselem	27	134
Altar	29	134
Moyenne	27,72	137,29

1.4. Comportement morphologique

1.4.1. Hauteur (barbe incluse)

Les sept variétés semées présentent une hauteur moyenne de 61,80 cm, avec un maximum de 84,66 cm et 81,33 cm pour les variétés locales Oued Zenati et Polonicum respectivement, et un minimum pour la variété Mexicali75 (57,66cm). (Figure 11)

L'anova révèle la présence d'une différence significative entre les hauteurs des génotypes, et mis en évidence quatre groupes homogène.

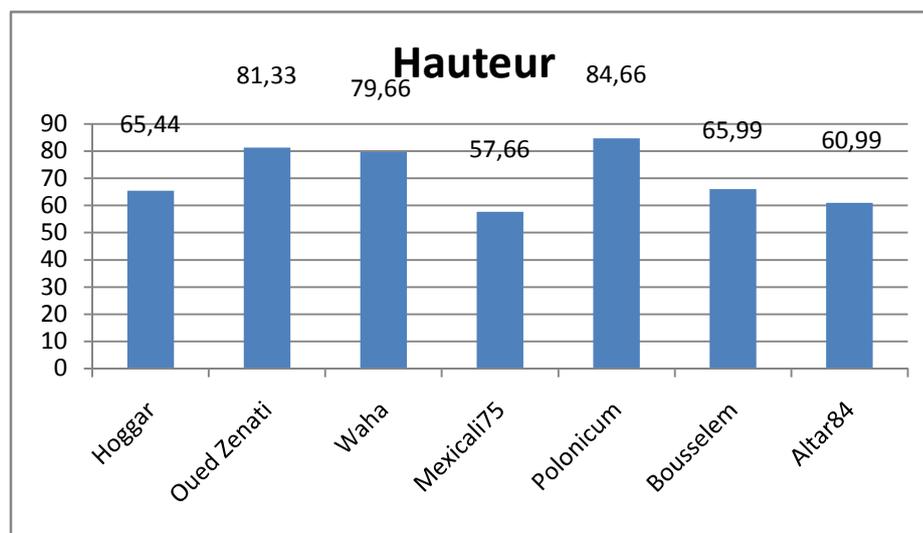


Figure 11 : la hauteur

1.5. Comportement physiologiques

1.5.1. Température du couvert végétal (feuille drapeau)

La température varie de 22,33 C° pour Polonicum à 26,66 C° pour Altar. La moyenne de température du couvert végétal est de 24,71 C°. L'analyse de variance (anova) a montré un résultat non significatif entre les variétés. (Figure 12) (Tableau VIII)

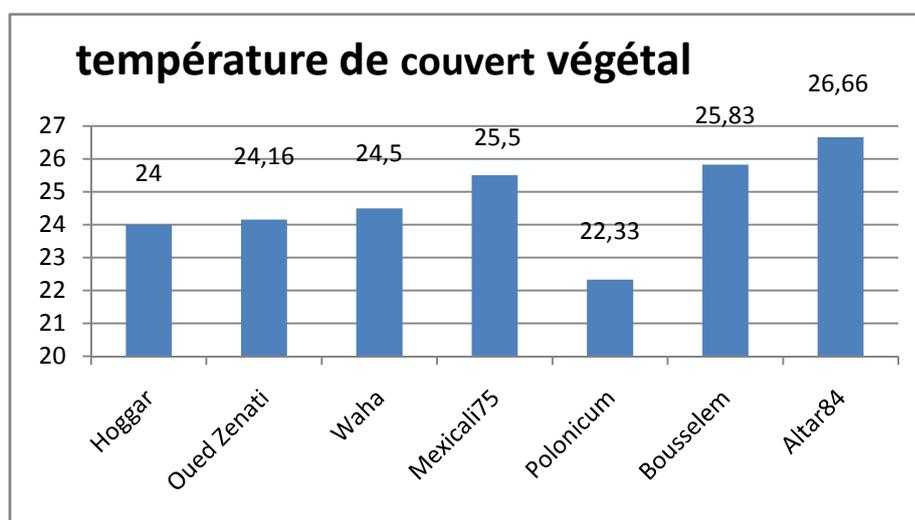


Figure 12 : Température de couvert végétal

1.5.2. Teneur en chlorophylle

Avec la chlorophylle mètre on a obtenu une moyenne de la teneur en chlorophylle de 42,31 unité SPAD. Altar et Polonicum ont les teneurs les plus faibles avec 39,30 et 39,41 unités SPAD respectivement et les teneurs les plus élevées sont pour Waha et Oued Zenati avec respectivement 46,29 et 48,42 unité SPAD. L'analyse de variance a montré un résultat non significative (Figure 13) (tableau VIII).

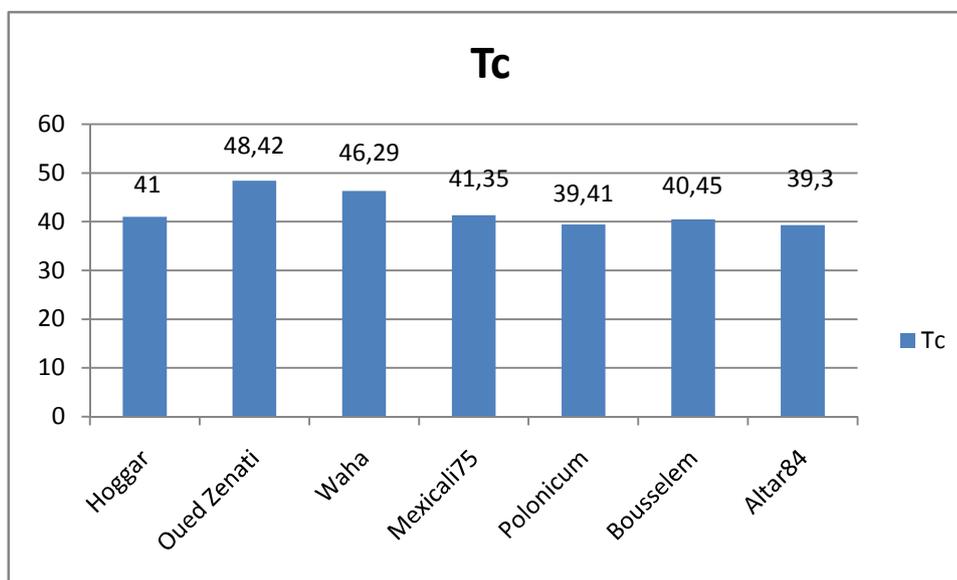


Figure 13 : Teneur de chlorophylle en SPAD

1.5.3. Concentration de chlorophylle (a)

Au laboratoire on a dosé la chlorophylle (a) de chaque variété et les résultats indiquent qu'elle, varie de 1,84 mg pour Waha à 6,32 mg pour Altar 84. La moyenne de la chlorophylle (a) est de 3,09 mg. L'analyse de variance a montré une différence significative

entre les géotypes et le test de comparaison des moyennes a classé la variété Altar en 1^{er} groupe (a) et tous les autres en 2^{ème} groupe (b). (Figure 14) (Tableau VIII)

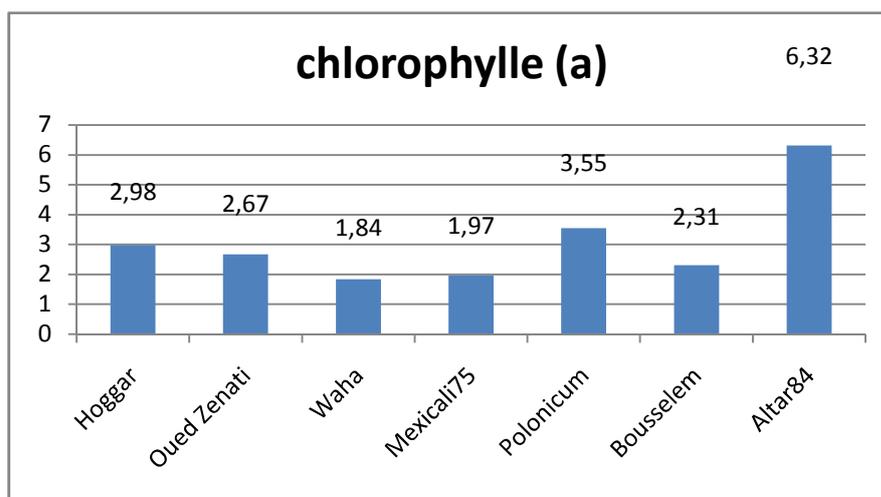


Figure 14 : Chlorophylle (a)

1.5.4. Concentration de chlorophylle (b)

L'analyse de variance n'a pas révélé de différences significatives entre les variétés pour la concentration en chlorophylle (b). La moyenne générale est de 3,44 mg. Altar a la valeur maximale (5,62 mg) et la valeur minimale est pour Hoggar (2,32). Le test LSD a montré la présence de 03 groupes homogènes. (Figure 15) (Tableau VIII)

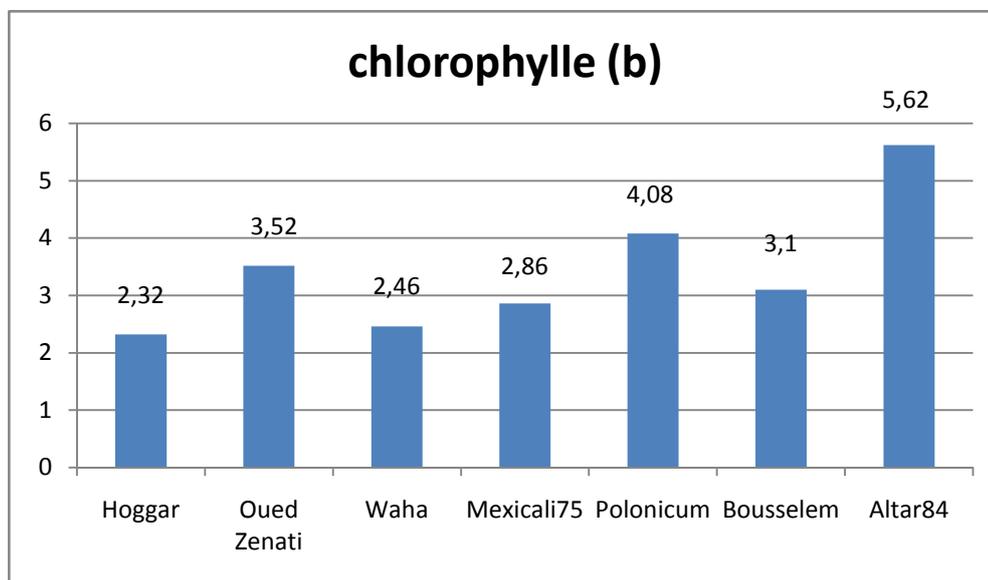


Figure 15 : Chlorophylle (b)

1.5.5. Concentration de chlorophylle (ab)

14,57 mg est la valeur maximale enregistrée par la variété Altar et 4,82 mg est la valeur minimale trouvée chez la variété Waha. La moyenne de la chlorophylle (ab) est de 7,52

mg, L'analyse de variance a montré une différence significative entre les géotypes avec l'apparition de 02 groupes homogènes. (Figure 16) (Tableau VIII).

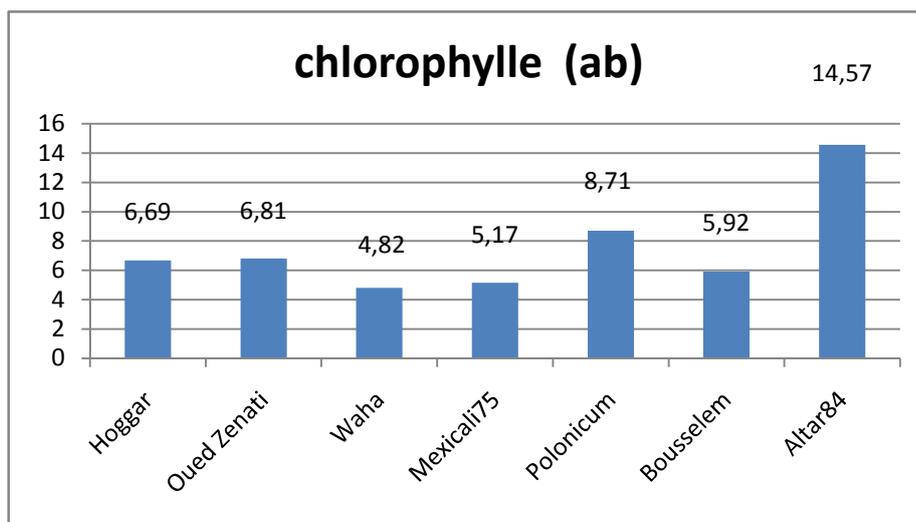


Figure 16 : Chlorophylle (ab)

1.5.6. Concentration de la proline :

Les taux de proline estimés varient entre 2.83 μg pour Altar la moins tolérante et 7.9 μg pour Hoggar la plus tolérante au stress hydrique, et la moyenne générale est de 5.93 μg . Il n'ya pas de différences significative entre les variétés. (Figure 17) (Tableau VIII).

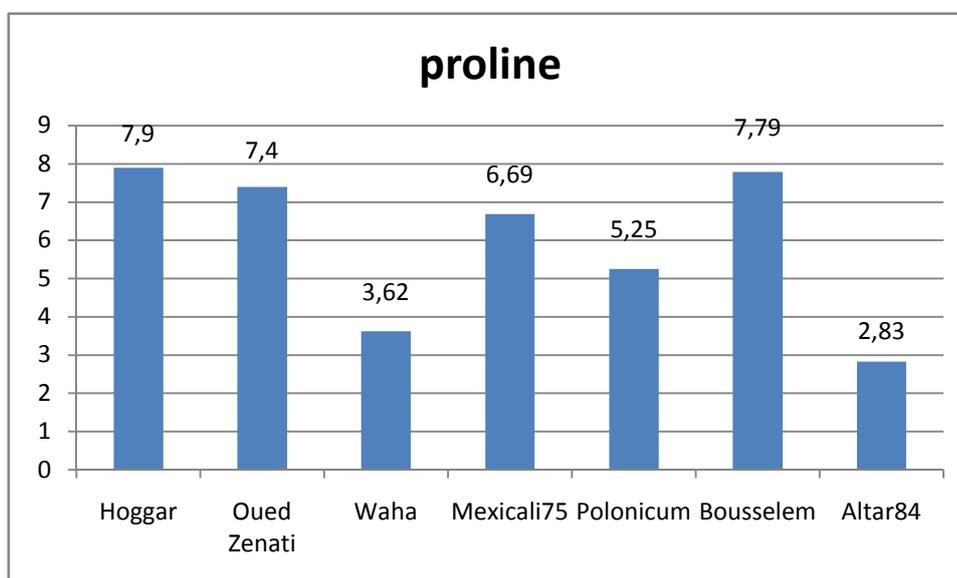


Figure 17 : La proline

Tableau VIII : valeur moyennes des paramètres physiologique mesuré.

Genotypes	C°	TC	chloro a	chloro b	chlo a b	proline/ µg
Hoggar	24(a)	41(a)	2.98(a)	2.32(b)	6.69(b)	7.9(a)
OuedZenati	24.16(a)	48.42(a)	2.67(a)	3.52(ab)	6.81(b)	7.4(a)
Waha	24.5 (a)	46.29(a)	1.84(a)	2.64(b)	4.82(b)	3.62(a)
Mexicali75	25.5(a)	41.35(a)	1.97(a)	2.86(b)	5.17(b)	6.69(a)
Polonicum	22.33(a)	39,41(a)	3.55(a)	4.08(ab)	8.71(b)	5.25(a)
Bousselem	25.83(a)	40,45(a)	2.31(a)	3.10(b)	5.92(b)	7.79(a)
Altar84	26.66(a)	39.30(a)	6.32(a)	5.62(a)	14.57(a)	2.83(a)
Moyenne	24.71	42.32	3.09	3.45	7.53	5.93
Min	22.33	39.30	1.84	2.32	4.82	2.83
Max	26.66	48.42	6.32	5.62	14.57	7.9
PPDS (LSD) 5%	5.24	9.41	2.68	2.35	5.86	6.5

1.6. Évaluation des composantes du rendement

1.6.1. Rendement

La moyenne du rendement est de 19,95 qx/ha, elle varie entre une valeur maximale de 32,02qx /ha (Waha) et une valeur minimale pour la variété Mexicali75 avec 11,83 qx/ha. Test de comparaison des moyennes met la présence de cinq groupes homogènes (a, ab, abc, bc, c) en termes de rendement en grain. ANOVA (Figure 18) (tableau IX)

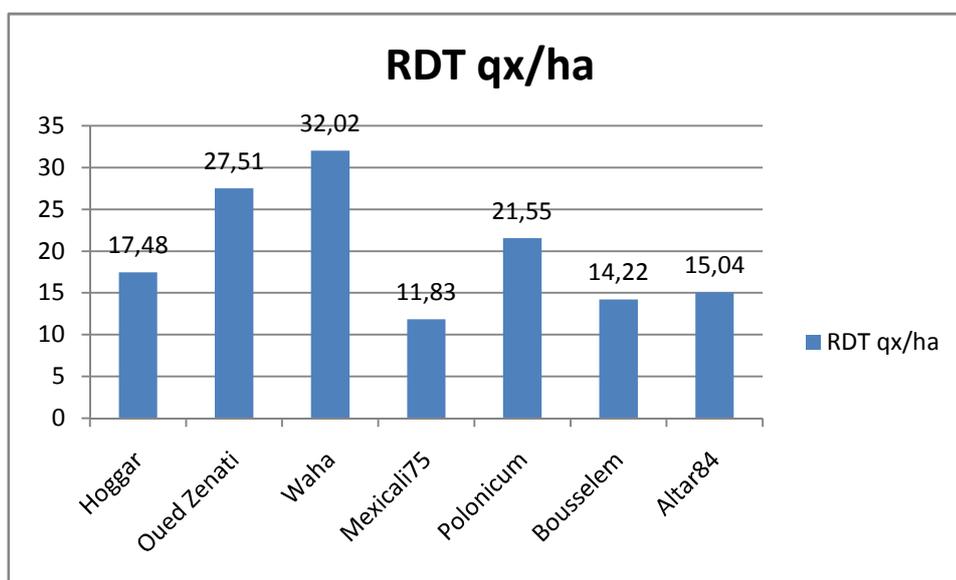


Figure 18 : Rendement des variétés.

1.6.2. Nombre d'épis au mètre carré (NE/m²)

Le nombre moyen d'épis par m² est de 125,39 épis/m². L'analyse de variance fait ressortir une différence entre les génotypes. Mexicali75 produit moins d'épis (75 épis/m²), tandis que, Polonicum a le meilleur peuplement épis avec 182,22 épis/m. (Figure 19) (Tableau IX)

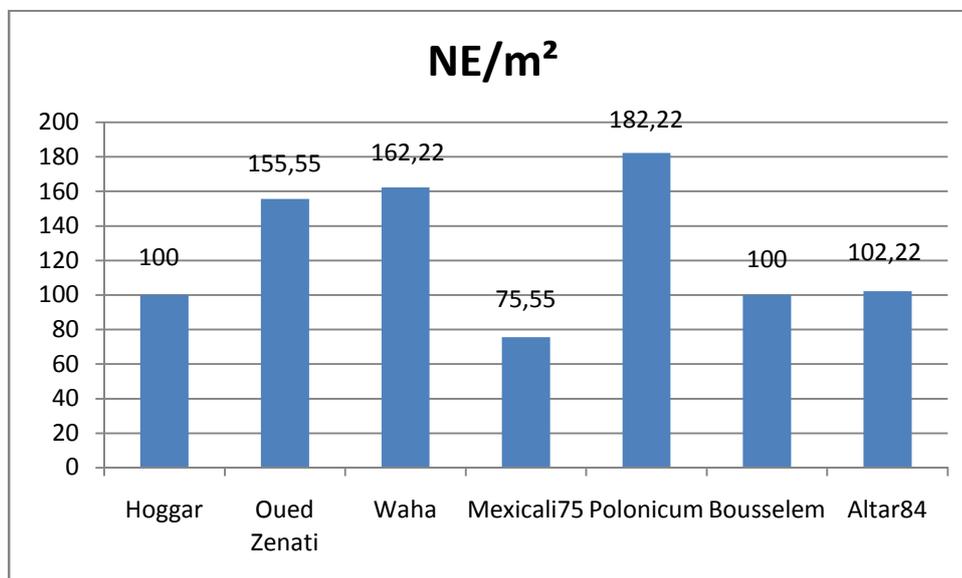


Figure 19 : Nombre d'épis par mètre carré

1.6.3. Fertilité ou le nombre de grains par épi (NG/E)

Le nombre de grains par épi des sept génotypes varie de 32,33 pour Bousselem à 45 pour waha, la moyenne est de 38,8 grains par épi. L'analyse de variance n'a pas révélé de différences significatives. (Figure 20) (Tableau IX)

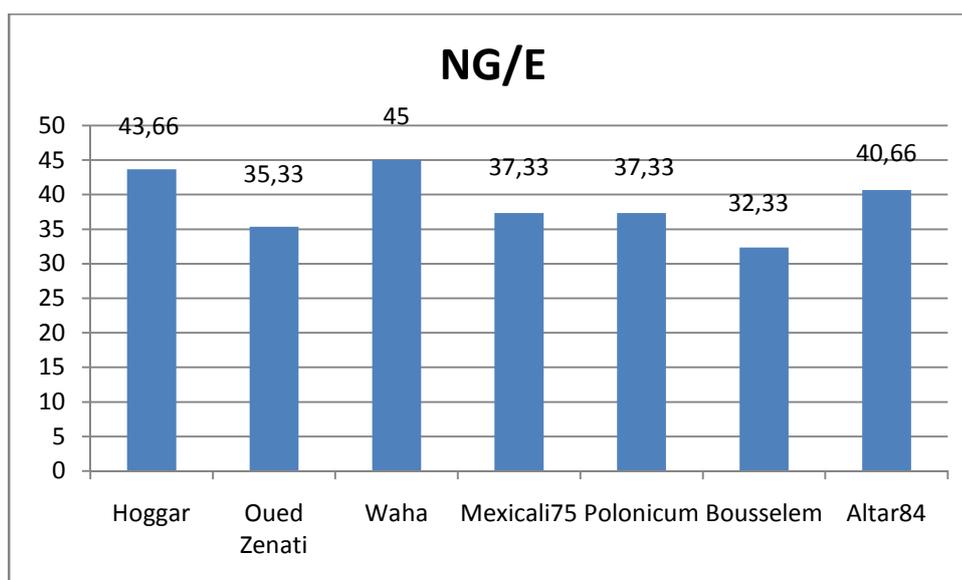


Figure 20 : Nombre de grains par épi.

1.6.4. Poids de mille graines PMG

L'analyse statistique a montré des différences hautement significative et le test de comparaison des moyenne a classé chaque variété dans groupe homogène (07 groupes), Le PMG des sept variétés varie de 30,2 g chez Polonicum à 50 g pour oued Zenati. Leur moyenne est 41,71 g. (Figure 21) (tableau IX)

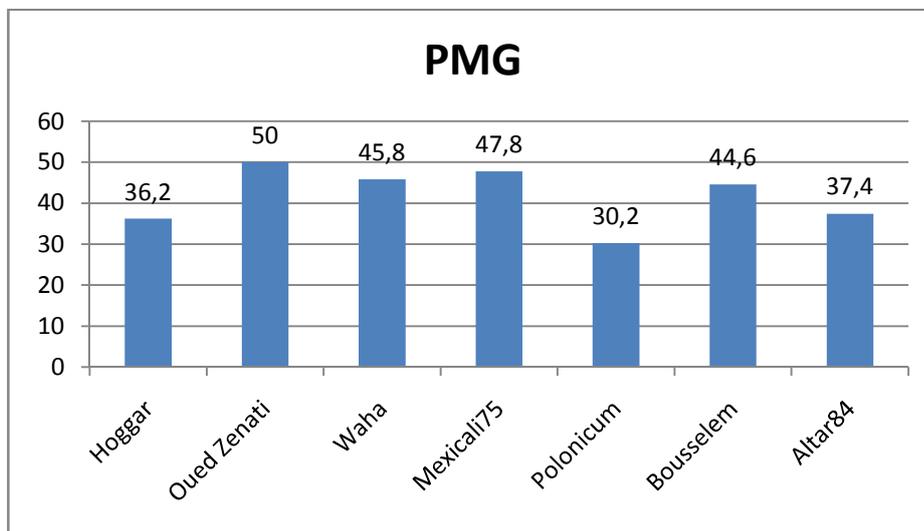


Figure 21 : Poids de mille grains.

1.6.5. Nombre de grains par mètre carré (NG/m²)

La variété Polonicum a le nombre maximum de 7137,69 grains/m², alors que la variété Mexicali75 a le nombre minimum 2475,45 grains/m². La moyenne générale est 4878,59 ; L'analyse de variance a montré des différences non significative, et LSD indique la présence de trois groupes homogènes (tableau IX) (Figure 22).

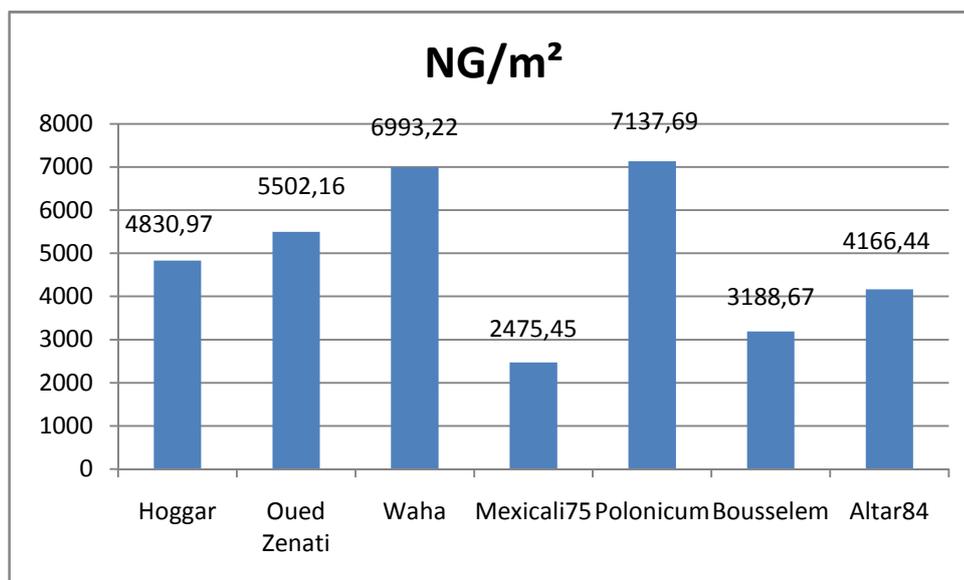


Figure 22 : Nombre de grains par mètre carré.

Tableau IX : valeur moyennes des composantes de rendement.

Genotypes	RDT (q/ha)	NE/m ²	NG/E	PMG (g)	NG/m ²
Hoggar	17,48	100 (bc)	43.66(a)	36,2	4830.97(ab)
OuedZenati	27,51	155.55 (ab)	35.33(a)	50 (a)	5502.16(ab)
Waha	32,02 (a)	162.22 (ab)	45(a)	45,8 (c)	6993.22(a)
Mexicali75	11,83 (c)	75.55 (c)	37.33(a)	47,8 (b)	2475.45(b)
Polonicum	21,55	182.22(a)	37.33(a)	30,2 (g)	7137.69(a)
Bousselem	14,22	100 (bc)	32,33(a)	44,6 (d)	3188.67(b)
Altar84	15,04	102.22(bc)	40.66(a)	37,4 (e)	4166.44(ab)

2. Discussion

2.1. Le rendement et ces composants

2.1.1. Hauteur

Hanson *et al.* (1985) font remarquer que l'augmentation de la biomasse aérienne au stade épiaison peut venir d'une haute paille, comme c'est le cas des variétés anciennes. La hauteur associée à une meilleure répartition de la matière sèche produite conduit le plus souvent à l'amélioration du nombre de grains produits/m² et du rendement.

Dans notre cas, la hauteur est hautement corrélée au rendement positivement ($r = 0.835$) (Figure 23), avec le nombre de grains/m² ($r = 0,894$) et le nombre d'épis / m² ($r = 0,980$). Une corrélation négative avec la température du couvert végétale est enregistrée ($r = -0,775$), mais y a pas de corrélation avec PMG comme (Moumeni, 2013) a mentionner dans son cas ($r = 0,50$).

Semcheddine (2008) cite qu'en dépit d'une meilleure hauteur et d'une bonne production de biomasse, le rendement en grains de Oued Zenati et Polonicum demeure inférieur. Puisque on note une relation positive entre la production de biomasse et le rendement ($r = 0,63$) d'une part, et la hauteur et le rendement ($r = 0,11$) d'autre part.

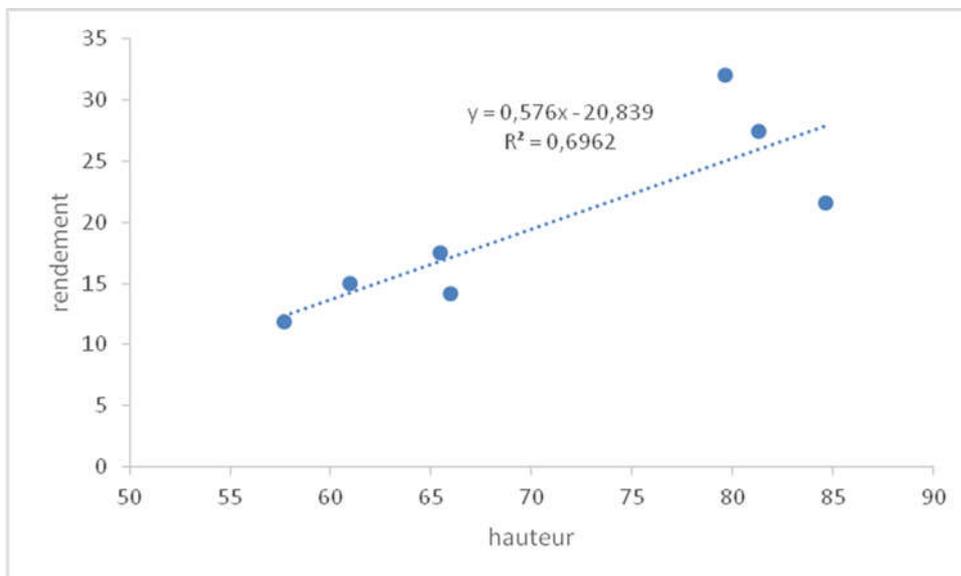


Figure 23 : Relation entre rendement en grains et la hauteur.

2.1.2 Fertilité

L'itinéraire de formation du rendement suit une cinétique qui débute par la formation des épis, suivi des sites des graines par épi. Il se termine par le remplissage des grains. Les stress précoces affectent la formation des épis et les sites des grains par épi. Alors que les stress les plus tardifs affectent beaucoup plus le poids individuel de grain et le nombre de grains formés par unité de surface ensemencée (Fischer, 1985).

L'effet de compensation entre composante du rendement rend souvent l'effet des stress moins visible, ainsi une forte réduction des épis produits par m² et compensée par une augmentation de la fertilité des épis voire par celle du poids du grain, de même une réduction des grains produits par m² est compensée par une augmentation du poids individuel du grain (Wardlaw, 2002 ; Bahlouli *et al.*, 2005).

Le rendement en grains intègre deux composantes majeures, le nombre de grains /m² et le poids moyen du grain (Slafer et Rawson, 1994). Dans notre essai, on constate que le rendement est corrélé avec le nombre de grains /épi ($r= 0,364$) (Figure 24). alors que (Moumeni, 2013) a trouvé que le rendement n'est pas corrélé au nombre de grains/épi ($r =0,61$).

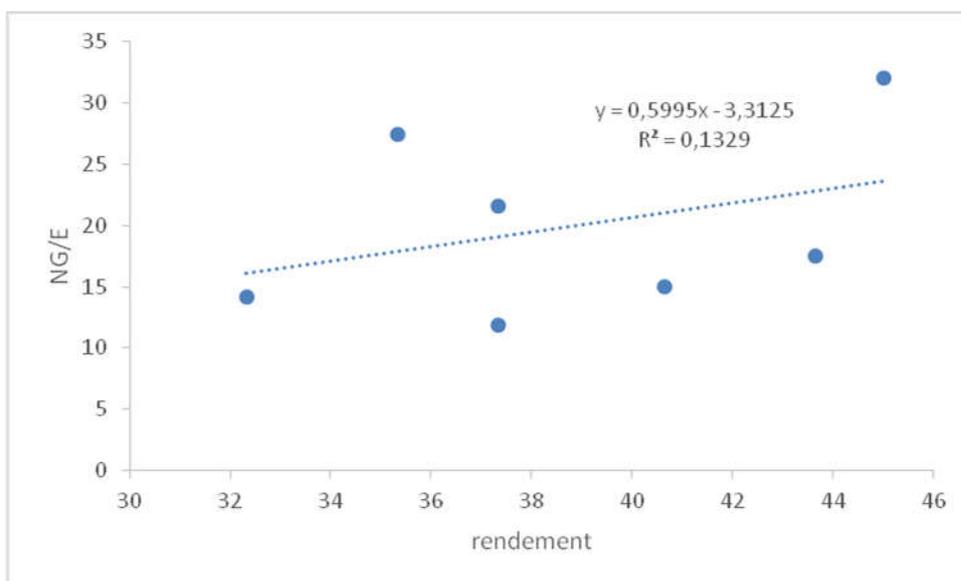


Figure 24 : relation entre le rendement et le nombre de grains / épi.

Le stress hydrique peut réduire le potentiel de toutes les composantes du rendement, particulièrement le nombre d'épis fertiles par unité de surface ainsi que le nombre de grains par épi (Giunta *et al.*, 1993). Cependant la moyenne de génotypes locaux (37,49) est inférieure à celle des génotypes introduits (40,55 grains / épi).

2.1.3. Nombre d'épi par m²

Les travaux sur le tallage épi et sa contribution à l'élaboration du rendement grain chez les génotypes de blé dur en conditions méditerranéennes ne sont pas nombreux. La compréhension de cette contribution peut aider à la sélection des génotypes adaptés et hautement productifs. (Elhani *et al*, 2007). Une faible association est enregistrée par (Moumeni, 2013) entre le rendement grain et le nombre d'épis par m² ($r = 0,07$), alors que dans notre essai, on a enregistrée une corrélation positive avec le rendement ($r = 0,823$) (Figure 25).

Moragues *et al*, (2006) notent que les génotypes évoluant dans les régions froides et humides produisent plus de talles par rapport aux génotypes des régions plus sèches (comparaison faite entre les variétés de la rive nord et sud de la méditerranée).

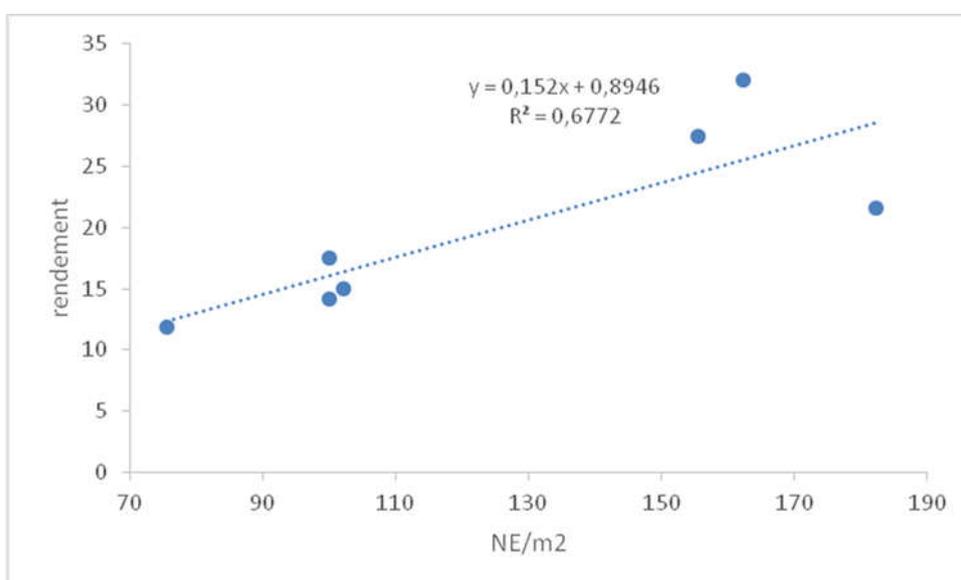


Figure 25 : relation entre le rendement et nombre d'épi /m².

Les génotypes locaux affichent le meilleur rendement avec une moyenne de production (24.53 Qx/ha) supérieur a celui des génotypes introduits (14,78 Qx/ha) et même des génotypes sélectionner localement. Ceci peut s'expliquer par le faite que les génotypes locaux produisent plus d'épis /m² d'une moyenne de 168,88 épis/m² qui est supérieur a celui du génotype introduits (92,59 épis/m²) et sélectionner localement (131.11 Epis/m²). (Figure 26)

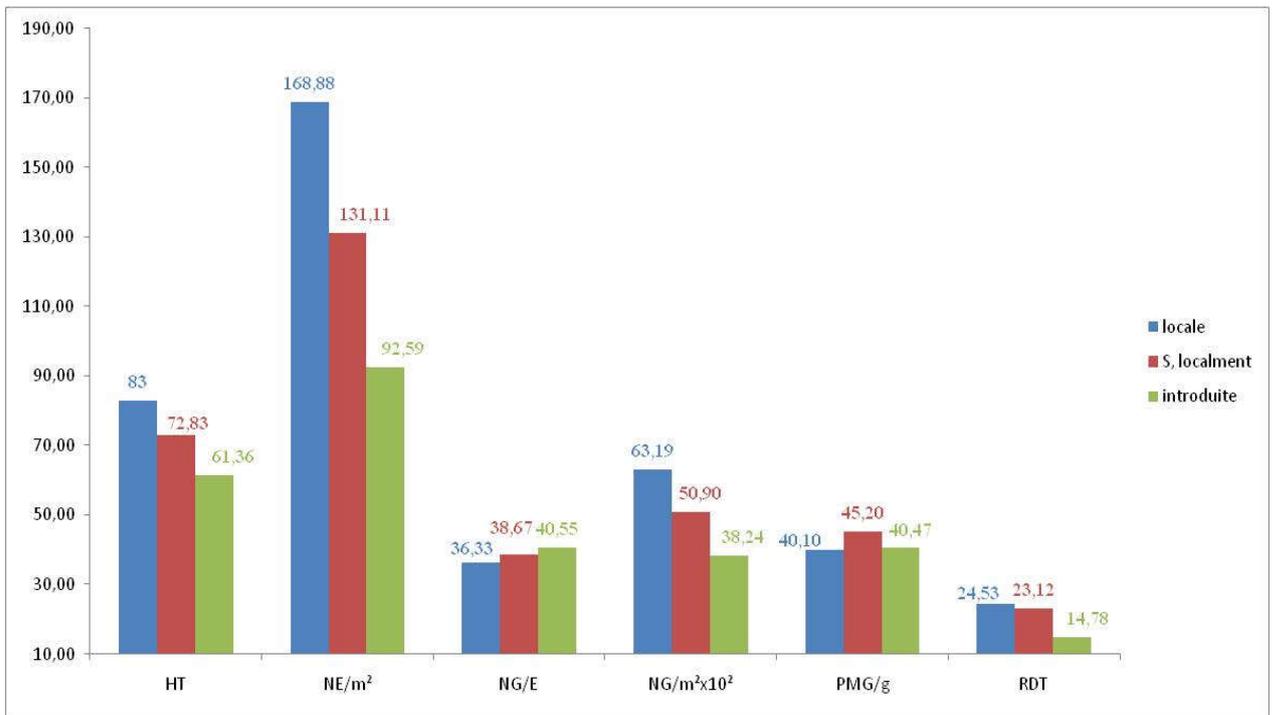


Figure 26 : la différence entre les composant de rendement entre variétés introduites, locales et sélectionner localement.

Conclusion

Le déficit hydrique est le principal facteur environnemental, responsable des faibles rendements et leurs irrégularités chez le blé dur. Cependant, l'impact de ce stress abiotique sur la productivité de cette espèce, est tributaire de son intensité et le temps de sa persévérance.

La plupart des travaux effectués sur le blé dur dans le cadre d'adaptation et tolérance au stress hydrique, se sont donnés pendant longtemps pour objectif primordial, l'augmentation de la productivité par une approche basée sur les performances physiologique, phénologique et agronomiques.

Les caractéristiques du génotype recherché sont la tolérance au stress hydrique et la stabilité de la production, l'adaptation et la capacité génotypique de production supérieure à la moyenne.

L'analyse comparative de quelques paramètres morphologiques et quelques composantes du rendement montre que les variétés locales ont en moyenne une meilleure productivité (24,53 Qx/ha) par rapport aux variétés introduites (14,78 Qx/ha) et aussi les variétés sélectionnées localement (23,12 Qx/ha).

Le cultivar Waha s'est classé le meilleur avec un rendement grains de 32,02 Qx/ha et un nombre de grains par épi égal à 45.

Le blé dur manifeste effectivement des traits d'adaptation morpho-physiologiques en condition de contrainte hydrique. Ces indicateurs d'adaptation peuvent être utilisés comme critères de sélection et d'amélioration du rendement de blé dur dans les régions méditerranéennes.

Dans le cadre d'un travail futur, il serait souhaitable :

D'établir une stratégie de sélection des variétés productives et résistantes aux multiples conditions climatiques, tout en continuant d'étudier les caractères phénologiques, morpho-physiologiques et agronomiques qui restent importants dans la caractérisation variétale du blé.

La compréhension approfondie des mécanismes physiologiques et génétiques impliqués dans la résistance.

Réaliser l'expérimentation avec présence de parcelle témoins.

Référence bibliographique

Abbassenne F., 1997. Etude génétique de la durée des phases de développement et leur influence sur le rendement et ses composantes chez le blé dur (*Triticum durum Desf.*). Thèse magister, INA Alger, 81p.

Acevedo, E., 1989. Assessing crop and plant attributes for cereal improvements. In: Srivastava, J.P., Porceddu, E., Acevedo, E., Varma, S. Eds. Drought Tolerance in Winter Cereals. Willey, Chichester, UK, pp. 303–320.

Acevedo E., Varma S.(éd).John Wiley and sons.UK: 191 -200 p.

Ait Kaki S., 2008. Contribution à l'étude de l'interaction génotype x milieu, pour la qualité technologiques chez le blé dur en Algérie .Thèse doctorat, Université de Annaba, 174 p.

Allen R.G.; Pereira , L.S. ; Raes, D. and Smith, M. 1998. Crop evapotranspiration Guidelines for computing crop water requirements. Irrigation and drainage paper, no 56. Rome : Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Amokrane A., 2001. Caractérisation des variétés locales, Syriennes et européennes de blé dur évaluées Constantine, numéro spécial, Pp 33 – 38.

Amokrane A., Bouzerzour H., Benmahammed A. et Djekoun A. 2002. Caractérisation des variétés locales, syriennes et européennes de blé dur évaluées en zone semi-aride d'altitude. Sciences et Technologie, Université Mentouri Constantine. Numéro spécial D, 33-38.

Araus J. L., Slafer G.A., Reynolds M. P. et Royo, C. 2002. Plant breeding and water relations in C3 cereals. What should we breed for? *Annals of Botany*. 89: 925-940.

Auriau P., Doussinault G., Jahier J., Lecomte C., Pierre J., Pluchard P., Rousset M., Saur L. et Trottet M. 1992. Le blé tendre. In : Gallais A. et Bannerot H. (Eds.), Amélioration des espèces végétales cultivées. Ed. INRA, Paris, pp. 22- 38.

Bagga A.K., Ruwal K.N. et Asana R. D. 1970. Comparison of some Indian and semi-dwarf Mexican wheat to unirrigated cultivation.*Indian J.agric.Sci.* 40: 421- 427 p.

Baghem O., 2012. Effet des Techniques Culturelles sur la Biodiversité Faunistique des céréales dans la zone Semi-aride. Thèse de Magister, Université de Sétif, 75 p.

Bahlouli F., Bouzerzour H., Benmahammed A. 2005. Contribution des hydrates de carbone de la tige au rendement du blé dur (*Triticum durum Desf.*) sous climat méditerranéen. *Annales de l'INA (sous presse)*.

Bajji M. 1999. Étude des mécanismes de résistance au stress hydrique chez le blé dur : caractérisation de cultivars différant par leurs niveaux de résistance à la sécheresse et de variants somaclonaux sélectionnés In vitro. Thèse de doctorat. Univ. Louvain.

Baldy, C., 1974. Contribution à l'étude fréquentielle des conditions climatiques et de leurs influences sur la production des principales zones céréalières d'Algérie. Versailles : Inra, Département de bioclimatologie ; ministère de l'Agriculture.

BELAID D., 1986. Aspect de la céréaliculture algérienne, Ed- O.P.U, 217p.

BELAID D., 1987. Etude de la fertilisation azotée et phosphatée d'une variété de blé dur (Hedba3) en conditions de déficit hydrique, Mémoire de magistère. I.N.A 108p.

Belaid D., 1996. Aspect de la céréaliculture, Algérien. Office des publications universitaires. Alger. 208p.

Ben Naceur M., Gharbi M. S. et 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 p.

Ben Salem M., Boussen H. et Slama A. 1997. Évaluation de la résistance à la contrainte hydrique et calorique d'une collection de blé dur : recherche de paramètres précoces de sélection. Sixièmes Journées scientifiques du réseau Biotech.-Génie Génétique des plantes, Agence francophone pour l'enseignement supérieur et la recherche (AUPELF / U R E F). Orsay. Sécheresse. 2 : 75- 83 p.

Blum A. 1996. Crop responses to drought and the interpretation of adaptation. *Plant Growth Regulation* **20**: 135-148.

Bonjean A., Picard E., 1991. Les céréales à paille. Origine-histoire-économie-sélection. Ligugé; Poitiers : Aubin imprimeur. 36p.

Bonnefoy, M ., 2007. Blé dur : implantation et choix des variétés. *Edi. Tec&Doc, 234p.*

Bootsma A., Boisvert J. B., Dejong R. et Baier W. 1996. La sécheresse et l'agriculture canadienne. *Sécheresse: 277 - 285 p*

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, 176 p.

Bourras L, 2001. Effet du stress hydrique sur les composantes du rendement de quelques genotypes de blé dur – Thèse de Magistère – INA El Harrach.

Bouthiba A., Debaeke P ., 2001. Besoins en eau de différente variété de blé dur en condition semi-arides. LRBN, Laboratoire de Recherche Bioressources Naturelles, Faculté des sciences agronomiques et biologiques, Université Hassiba Benbouali, BP151, Chlef (Algérie), Email: bouthiba_aek62@yahoo.fr Relations eau-production agricole p188-195.

Bouzerzour ,H. et Benmahammed,A., 2009. Variation in Early Growth, Canopy Temperature, Translocation and Yield of Four Durum Wheat (*Triticum durum Desf.*) Genotypes under Semi Arid Conditions. Jordan. *Journal of Agricultural Sciences, Volume 5, No.2.*

Bouzerzour, H. ; Tamrabet, L. et Kribaa, M., 2002. Réponse de deux graminées fourragères, l'orge et l'avoine, aux apports d'eau usée et de boue résiduaire. In: Proceedings Séminaire International : Biologie et Environnement, Université Mentouri, Constantine, Algérie. 71p.

Bouzerzour, H. et Benmahammed, A., 1994. Environmental factors limiting barley grain yield in the high plateaus of eastern Algeria. *Rachis, 12 : 11 -14.*

Bouzerzour, H., 1998. La sélection pour le rendement en grain, la précocité la biomasse aérienne et l'indice de récolte chez l'orge (*Hordeum vulgare.L*) en zone semisariside Thèse d'état université Mentouri Constantine :165p.

Boyer , J.S. Plant 1982. productivity and environnement. *Science* 218: 473-216.

Boyer J. S. 1982. Plant productivity and environment. *Sci, New series.* 218: 443 - 448 p

Braam J., Sistrunk M., Polisensky D. H., Xu W., Purugganan M. M., Antosiewicz D. M., Campbell P. et Johnson K. A .1997. Plant responses to environmental stress: regulation and functions of the Arabidopsis TCH genes. *Planta. 203 : 35 - 41p.*

Bray EA. 1997. Plant responses to water deficit. *Trends in Plant Science* **2**(2): 48-54.

Catell ,F., 2006. Fonctionnement hydrique et physiologique de la plante. In: Tiercelin J.R.et Vidal A. *Traité d'irrigation, 147-161. 2e Ed. Lavoisier. Paris, 1265 p*

CeccarelliS . , GrandoS . , Hamblin 1992. Relationships between barley grain yield measured in low and high yielding environments. *Euphytica 64 : 49-58.*

- Chaves MM, Oliveira MM. 2004.** Mechanisms underlying plant resilience to water deficits: prospects for water-saving agriculture. *Journal Experimental of Botany* **55**(407): 2365- 2384.
- Cehat F., 2005.** Les politiques céréalières en Algérie. Rapport Annuel. Agri-Med. Agriculture, pêche, alimentation et développement rural durable dans la région Méditerranéenne, CIHEAM 2006.
- Cehat F., 2007.** Analyse macroéconomique des filières, la filière blés en Algérie. Projet PAMLIM « Perspectives agricoles et agroalimentaires Maghrébines Libéralisation et Mondialisation » Alger.
- Chellali B., 2007.** Marché mondial des céréales : L'Algérie assure sa sécurité alimentaire. <http://www.lemaghreb.dz.com/admin/folder01/une.pdf>.
- Chennafi, H. ; Aïdaoui, A. ; Bouzerzour, H. and Saci, A., 2006b.** Yield response of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) cultivar Waha to deficit irrigation under semi-arid growth conditions. *Asian J. Plant Sci.*, **5** , 854-860.
- Chennafi, H. ; Bouzerzour, H. ; Aïdaoui, A. et Chenafi, A., 2008c.** Positionnement des exigences en eau de la culture du blé dur avec l'avènement du déficit climatique en milieu semi-aride des Hautes Plaines Sétitiennes (Algérie). In: Proceedings of the 5th International Conference on Land Degradation. Valenzano, Bari, Italy, 18-22 September 2008, pp: 59-62.
- Chennafi, H. ; Bouzerzour, H. ; Saci A. ; Chenafi A 2008a.** La pratique des façons culturales sur la culture du blé dur (*Triticum durum* Desf.) en environnement semi-aride. In: Proceedings of the 5th International Conference on Land Degradation. Valenzano, Bari, Italy, 18-22 September 2008, p: 63-67.
- Chennafi, H. ; Bouzerzour, H. ; Saci, A. ; Chenafi, A. et Laïb, M.A. 2008b.** Amélioration de l'agriculture pluviale en environnement semi-aride. In: Proceedings du séminaire national sur les contraintes à la production du blé dur en Algérie. Université Chlef, le 29 et 30 novembre 2008, p: 62-68.
- CIC, 2012.** Remontée de la Filière Céréales pour une meilleure sécurité alimentaire Communication de Mr KEHAL Nouredine DG de l'OAIC Réunion du C.I.C.
- CIC, 2015.** Un peu moins de blé qu'attendu (CIC) la France Agricole 25.06.15
- CIC., 2000.** Rapport annuel du Conseil International des Céréales "CIC" pour l'année 2000.
- Cotton B, 2000.** 20 ans d'exportation de blé français vers l'Algérie – Symposium blé 2000 – Enjeux et stratégies – Alger 7-9 fév 2000.
- COUVREUR F ., 1981.** La culture du blé se raisonne . Cultivar juin, pp 39-41.
- Dakheell A.J., Nadji., Mahalazkshmi V., Peacock 1993.** Morphophysiological traits associated with adaptation of Durum wheat to harsh Mediterranean environments. *Aspects of Applied Biology*. 34 : 297-307.
- Dixon R. et Paiva N. L. 1995.** Stress - induced phenylpropanoid metabolism. *The plant cell* .7: 1085 - 1097p.
- Doorenbos, J. and Pruitt, W. O.; 1975.** Guidelines for predicting crop water requirements; FAO Irrigation and Drainage Paper No. 24. FAO, Rome, Italy; 1977.
- Doussinault G., Kaan F., Lecomte C. et Monneveux P. 1992.** Les céréales à paille : présentation générale. In : Gallais A. et Bannerot H. (Eds.), Amélioration des espèces végétales cultivées. Ed. INRA, Paris, pp. 13-21.
- Duthil, J., 1973.** La fertilisation phosphatée des sols calcaires. *An Agro, INA Vol VI n°2*, pp.
- El hassani T.A. et Persoons E. 1994.** Agronomie moderne. Bases physiologiques et agronomiques de la production végétale. (éd). AUPELF-UREF: 544 p.
- Elhani ,S.; V. Martos; Y. Rharrabti; C. Royo; L.F. Garcia del Moral; 2007.** Contribution of main stem and tillers to durum wheat (*Triticum turgidum* L. var. durum) grain yield and its components grown in Mediterranean environments ; *Field Crops Research* 103 (2007) 25–35.

- Eliard, J.L. 1974.** Manuel d'agriculture générale. Bases de la production végétale. Ed. Baillière, Paris, 344 p
- Evans, L.T. and Wardlaw, I.F., 1976.** Aspect of comparative physiology in grain yield in cereal .*Adv. Agri.* 28: 301 -359.
- FAO state 2008. www.FAOstate.com.
- FAO state 2010.** www.FAOstate.com.
- FAO STAT., 2016.** Céréales / DONNÉES ET BILANS /> Campagne 2014/15 / Perspectives 2015 /16.
- Feillet P. 2000.** Le grain de blé composition et utilisation. Ed. INRA, Paris, 308 p.
- Feliachi, K., 2000.** Programme de développement de la céréaliculture en Algérie. In proc . symposium blé 2000 , enjeux et stratégie Algérie 21 -27.
- Fellah A., Bouzerzour H., Benmahammed A. et Djekoun A. 2002.** Selection pour améliorer la tolérance aux stress abiotiques chez le blé dur (*Triticum durum*, Desf.). *Actes IAV*, 22: 161-168.
- Fischer R. A., Rees D., Sayre K. D., Lu Z. M., Condon A. G. et Jackson, P.A. ; Byth, D.E. ; Fischer, K.S. and Johnston. R.P. 1996.** Genotype x environment interactions in progeny from a barley cross: II. Variation in grain yield, yield components and dry matter production among lines with similar times to anthesis. *Field Crops Research* 37: 11-23.
- Fischer R. A., Rees D., Sayre K. D., Lu Z. M., Condon A. G. et Larqué-Saavedra A. 1998.** Wheat yield progress is associated with higher stomatal conductance and photosynthetic rate, and cooler canopies. *Crop Science.*, 38: 1467-1475.
- Fischer RA, 1985.** Number of kernels in wheat crops and the influence of solar radiation and temperature. *J. Agr. Sci. Camb.* 105: 447-461.
- Fischer, R.A., Maurer, R., 1978.** Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield response. *Aust. J. Agric. Res.* 29, 897-912.
- Gaspar T, Franck T, Bisbis B, Kevers C, Jouve L, Hausman JF, Dommes J. 2002.** Concepts in plant stress physiology. Application to plant tissue cultures. *Plant Growth Regulation* 37(3): 263-285.
- GATE P., BOUTHIER A., CASABIANCA H. & DELEENS E., 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). Les colloques. 64p. INRA . Paris.
- Girard, M.C.; Walter, C.; Rémy J.C. ; Berthelin J. et Morel, J.L., 2005.** Sols et Environnement, Eds., Dunod, Paris, 816 p.
- Giunta, F., Motzo, R., Deidda, M. 1993.** Effect of drought on yield and yield components of durum wheat and triticale in a Mediterranean environment. *Field Crops Res.* 33, 399-409.
- Gonzalez A., Martin I. et Ayerbe L. 1999.** Barley yield in water stress conditions. The influence of precocity, osmotic adjustment and stomatal conductance. *Field Crop Research.* 62: 23 -34 p.
- Hadjichistodoulou A. 1985.** Stability performance of cereals in low rainfall areas as related to adaptive traits. In: drought tolerance in winter cereals.
- Hanson AD., May AM., Grumet R., Bode J., Jamiesson GC., Rhodes D. 1985.** Betaine synthesis in chenopods: localization in chloroplast. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 82, 3678-3682
- Hazoune, T., 2006.** le semis profond comme palliatif à la sécheresse. Rôle du coléoptile dans la levée et conséquences sur les composantes du rendement .Thèse d'état Uni. Constantine, 138p.

- Henry Y. et De Buyser J. 2001.** L'origine des blés. In : Belin. Pour la science (Ed.). De la graine à la plante. Ed. Belin, Paris, pp. 69-72.
- Hsissou D. 1994.** Sélection In vitro et caractérisation de mutants de blé dur tolérants à la sécheresse. Thèse de doctorat. Univ. Catholique de Louvain
- ICE., 2011.** https://www.theice.com/publicdocs/futures_canada /ICE Durum Wheat white paper.pdf
- IDGC 1974.** Les Principales Caractéristiques des Variétés de Céréales Cultivées en Algérie. MARA projet Céréales. IDGC, Alger.
- ITGC 1995.** Les Principales Variétés de Céréales Cultivées en Algérie. ITCG, Alger.
- Jackson P., Robertson M., Cooper M. et Hammer G. 1996.** The role of physiological understanding in plan
- Jenner C. F. et Rathjen, A. J. 1975.** Factors regulating the accumulation of starch in ripening wheat grain. *Austr. J. Plant Physiol.*, 2: 311-322.
- Jérémie Lecoœur, 2007.** influence d'un déficit hydrique sur le fonctionnement d'un couvert végétal cultivé Montpellier SupAgro, lecoeur@supagro.inra.fr Le 1 5.1 2. 2007.
- Jing R.L., Chang X.P. 2003.** "Genetic diversity in wheat (*Triticum aestivum*) germplasm resources with drought resistance", *Acta of Botanic Boreal-Occ Sin.* 23, pp. 410-416.
- JONARD P., 1952.** Les céréales. Larousse agricole. Ed. Paris. Pp15-198.
- Jones H.G., Flowers T.J. et Jones M.B. 1989.** Plants under stress. Univ. Cambridge.
- Kasuga M., Liu Q., Miura S., 1999.** "Improving plant drought, salt, and freezing tolerance by gene transfer of a single-inducible transcription factor". *Natural Biotechnology* 17, pp.287- 291. 35,299-319.
- Kelkouli, M., 2000.** Utilisation rationnel de l'eau et technique de récolte des eaux de pluie. Rap .annuelle du projet OFWH in WANA.ITGC /ICARDA.32p.
- Kranner I, Minibayeva FV, Beckett RP, Seal CE. 2010.** What is stress? Concepts, definitions and applications in seed science. *New Phytologist* 188(3): 655-673.
- Larbi, A., Mekliche, A., Abed, R., Badis, M. 1998.** Effet du déficit hydrique sur la production de deux variétés de blé dur (*Triticum turgidum* L. var. durum) en région semi-aride. *CIHEAM - Options Méditerranéennes* 295-297.
- Larqué-Saavedra A. 1998.** Wheat yield progress is associated with higher stomatal conductance and photosynthetic rate, and cooler canopies. *Crop Science.*, 38: 1467-1475. t breeding, from a breeding perspective. *Field Crops Research.*, 49: 11-37.
- Laumont, P. et Erroux, J. 1961.** Inventaires des blés durs rencontrés et cultivés en Algérie. *Mémoires de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord*, 5 : 96.
- Lery .F, 1982.** L'agriculture au Maghreb ou pour une agronomie méditerranéenne. Ed. Maisonneuve et Larose, Paris, 338 p.
- Levitt J. 1980.** Responses of plants to environmental stresses. Volume II. Water, Radiation, Salt, and other stresses. *New York: Academic Press.*
- Levitt J. 1982.** Responses of plants to environmental stresses. Academic Press. New York San Francisco – London: 607p

- 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: 1-14p.
- 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
- 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: 1-14p.
- MADR. Ministère de l'agriculture, 2006.** Statistiques agricoles, superficies et productions. Direction des Statistiques Agricoles et des Enquêtes Economiques. Séries B01, 2006-. www.minagri.dz
- Martin PREVEL P ., 1984.** L'analyse végétal dans le contrôle de l'alimentation des plantes tempérées et tropicales pp 653-667
- MAUME L et DULAC J., 1936.** Echantillonnage rationnel de la plante en vue des analyses chimiques comparatives, C.R.A.cd Agric Franc 26, pp906-913.
- Mazouz L, 2006.** Etude de la contribution des paramètres phénomorphologique dans l'adaptation du blé dur (*Triticum durum* Desf.) dans l'étagé bioclimatique semi- aride. Mémoire de Magistère .Départ. Agronomie .Université Hadj Lakhdar, Batna.
- MEKLCHE A., 1983.** Contribution à l'établissement de la fertilisation azotée du blé d'hiver dans le haut Chélif. Mémoire de magistère. I.N.A. Alger .81p.
- Meziani L., Bamoun A., Hamou N ., Brinis L. & Mounneux P., 1993.** Essai de définition des caractères d'adaptation de blé dur des différentes zones agroclimatiques de l'Algérie. In : Tolérance à la sécheresse des céréales en zone méditerranéennes. Diversité et amélioration variétales. P . Monneveux and M. Bensalem (eds) .Les colloques ,64. INRA. Paris 191-203 .
- Molden, D. and Oweis, T. (Coordinating Leading Authors), 2007.** Pathways for Increasing water productivity. In: Molden, D. (Edi.), Water for Food, Water for Life: A review
- Monneveux P., 2002.** Bilan d'activités du laboratoire sur le thème : amélioration de la tolérance a la sécheresse du blé sur. UER de génétique et amélioration des plantes, ENSA - INRA Montpellier. 36p
- Monneveux, P. et Nemmar, M. 1986.** Contribution à l'étude de la résistance à la sécheresse chez le blé tendre (*T. aestivum* L.) et chez le blé dur (*T. durum* Desf). Etude de l'accumulation de la proline au cours du cycle de développement. Agronomie, 6(6) : 583-590.
- Moragues, M., Garcí'a del M oral, L.F., Moralejo, M., Royo, C., 2006.** Yield formation strategies of durum wheat landraces with distinct pattern of dispersal within the Mediterranean basin: II. Biomass production and allocation. Field Crop. Res, 95: 194-205.
- Moumeni Lyes, 2013.** Quantification de la contrainte hydrique chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.) en milieu semi-aride Université Ferhat Abbas Sétif p 42-48.
- Nachit M.M., 1994.** Germplasm program céréals : productivity and yield stability. In : Cérail improvement Program Annual Report .ICARDA ,Alpos, Syria .116p.
- Nicoullaud, B. 1995.** Etude de l'enracinement du blé tendre d'hiver et du maïs dans les sol argilo limoneuse de petite Beauce . Rév. étude et gestion des sols 2,3 pp183-200 .
- Novak, S., Kockmann, F et Villard, A., 2006.** Adapter la stratégie culturale au type de sol Pers Agri n°322:14-17.
- Oliosio A., 2006.** Spatialisation des transferts sol-végétation-atmosphère de l'échelle de la parcelle à celle du paysage agricole en combinant modèles de fonctionnement de la végétation et du sol, modèles de transfert radiatif et systèmes de mesure de télédétection. Mémoire de HDR, spécialité "Physique de l'Environnement (Sciences de l'eau, Télédétection)", Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse, Avignon (FRA), 330 pp.

- Passioura J. 2007.** The drought environment: physical, biological and agricultural perspectives. *Journal Experimental of Botany* 58(2): 113-117.
- Passioura J. B. 1996.** Drought and drought tolerance » Plant growth regulation, 20: 79- 83.
- Passioura JB. 1977.** Grain yield, harvest index and water use of wheat. *Journal of the Australian Institute of Agricultural Science* 43: 117-120.
- Pereira JS, Chaves M-M, Caldeira M-C, Correia AV 2007.** Water availability and productivity. In: James I.L. Morison MDM ed. *Plant Growth and Climate Change*, 118-145.
- Poorter H. 1989.** Interspecific variation in relative growth rate: on ecological consequences. In: Causes and consequences of variation in growth rate and productivity of higher plants.
- Prasad, B.; Carver, B.F. ; Stone, M.L. ; Babar, M.A. ; Raun, W.R. and Klat A.R.,2007.** Genetic Analysis of Indirect Selection for Winter Wheat Grain Yield Using Spectral Reflectance Indices. *Crop science*, vol. (47): 1716-1425.
- Rajaram S. et Van Ginkel M. 1996.** Yield potential debate: germplasm vs. methodology, or both. In M.P.Reynolds, S. Rajaram& A. McNab, eds. *Increasing Yield Potential in Wheat: Breaking the Barriers*. Workshop Proc., Cd. Obregon, Mexico, 28-30 Mar. 1996. Mexico, DF, CIMMYT.
- Rao D.N., and Le blanc B.F., 1965.** Effects of sulfur dioxide on the Lichens alga, with reference to chlorophyll. *Bryologie*, 69; 69-75.
- Reynolds M. P., Acevedo E., Sayre K. D. et Fischer R. A. 1994.** Yield potential in modern wheat varieties: its association with a less competitive ideotype. *Field Crops Research.*, 37: 149-160.
- Reynolds M. P., Singh R. P., Ibrahim A., Ageeb O. A. A., Larqué-Saavedra A. et Quick J.S, 1998.** Evaluating physiological traits to complement empirical selection for wheat in warm environments. *Euphytica*, 100: 84-95.
- Richards R. A. 1996.** Defining selection criteria to improve yield under drought. *Plant Grow. Reg.*, 20: 157-166.
- Richards R. A., Rebtzke G. J., Van Herwaarden A. F., Dugganb B. L., Condon A. 1997.** Improving yield in rainfed environments through physiological plant breeding. *Dryland Agriculture*, 36: 254-66.
- RIOU, C , 1993.** L'eau et la production végétale. *Secheresse*, 4: 75 - 83.
- Robert D, Gate P, François C, 1993.** Les stades du blé – Brochure de l'ITCF.
- SARDA, x. , VANSUYT, G., TOUSCH, D. , CASSEDELBART, F. , et LAMAZE, T.,1992.** Les signaux racinaires de la regulation stomatique. In " tolerance a la secheresse des cereales en zones mediteranneenes ". *Ed. INRA. Paris. 1993. 75 - 79.*
- Semcheddine N., 2008.** Utilisation de la discrimination isotopique du carbone comme critère de sélection du blé dur en relation avec le bilan hydrique. Mémoire de Magister, Département d'Agronomie, Université FERHAT ABBAS. SETIF, 101 p.
- Sinclair TR, Ludlow MM, 1986.** Influence of soil water supply on the plant water balance of four tropical grain legumes. *Australian Journal Plant Physiology* 13: 329-341.
- Slafer , G.A., Rawson, H. 1994.** Sensitivity of wheat phasic development to major environmental factors: a re-examination of some assumptions made by physiologist and modellers. *Aust. J. Plant Physiol.* 21, 393-426.
- Soltner, 1988.** Les grandes productions végétales. Les collections sciences et The role of proline accumulation in halophytes. *Planta*, 120, pp.
- Soltner, 1988.** Les grandes productions végétales. Les collections sciences et techniques agricoles, *Ed. 16ème éditions 464P.*

- Soltner,D., 1985.** Les grandes productions végétale, céréale , plantes et prairies sarclées Edition ; *collection science et technique agricole. 471P.*
- Soltner,D., 2000.** Phytotechnie générale : les bases de la production végétales. Tome 1 : le sol et son amélioration. Sciences et techniques agricoles, 22ième édition, 467 p.
- Sorrells M. E., Diab A. et Nachit M. 2000.** Comparative genetics of drought tolerance. Options méditerranéennes série A (Séminaires méditerranéens), 40: 19 1-201.
- Tahir,M.; Ketata, H. and Amiri, A.,1998.** breedin of wheat (*Triticum aestivum L.*) for thermal stress tolerance for continental Mediterranean environments . In proceeding for of the 9th international wheat genetic symposium .Vol.4 : 95-97.
- Tahir,M.; Ketata, H. and Amiri, A.,1998.** breedin of wheat (*Triticum aestivum L.*) for thermal stress tolerance for continental Mediterranean environments . In proceeding for of the 9th international wheat genetic symposium .Vol.4 : 95-97.
- Troll et Lindsley 1955.** simplifiée et mise au point par Dreir et Goring (1974) et citée par Monneveux et Nemmar (1986).
- Tsimilli-Michael M. M., Pêcheux R. J. et Strasser. 1998.** Vitality and stress adaptation of the symbionts of coral reef and temperate foraminifers probed in hospite by the fluorescence kinetics O-J-I-P. Archs. Sci. Genève.51: 205 - 240 p.
- Turner N. C, 1986a.** Adaptation to water deficit: a changing perspective. *Australian Journal of Plant Physiology* .13: 175- 90 p.
- Wardlaw IF, 2002.** Interaction between drought and chronic high temperature during kernel filling in wheat in a controlled environment. *Annals of Botany*, 90, 469-476.
- Wood AJ 2005.** Eco-physiological adaptations to limited water environments. In: Jenks MA, Hasegawa PM eds. *Plant abiotic stress: Blackwell Publishing Ltd.*
- Xu W., Campbell P., Vargeese A. K. et Braam J. 1996.** The Arabidopsis XET-related gene family: environmental and hormonal regulation of expression. *Plant Journal*. 9: 879 - 889 p.
- Zhang J., Nguyen H.T. et Blum A. 1999.** Genetic analysis of osmotic adjustment in crop plants. *J. Exp. Bot*, 50: 291-302.

Annexe

Résultat d'Anova chlorophylle a

ANOVA
2016-06-05 10:12:05
Using: C:\Users\nour\Desktop\BBA.dt
.AOV Filename: 1WRB.AOV - 1 way Randomized Blocks
Y column: 4) chloro a
1st Factor: 1) G notype
Blocks: 2) Bloc
Keep If:

Rows of data with missing values removed: 0
Rows which remain: 21

Source	df	Type III SS	MS	F	P
Blocks	2	15.52983419	7.7649171	3.4110746	.0672 ns
Main Effects					
G notype	6	42.66725965	7.1112099	3.1239056	.0441 *
Error	12	27.31661289	2.2763844<-		
Total	20	85.51370673			

Résultat d'Anova chlorophylle ab

ANOVA
2016-06-05 10:09:54
Using: C:\Users\nour\Desktop\BBA.dt
.AOV Filename: 1WRB.AOV - 1 way Randomized Blocks
Y column: 6) chlo a b
1st Factor: 1) G notype
Blocks: 2) Bloc
Keep If:

Rows of data with missing values removed: 0
Rows which remain: 21

Source	df	Type III SS	MS	F	P
Blocks	2	57.5501242	28.775062	2.6472039	.1116 ns
Main Effects					
G notype	6	203.2544405	33.87574	3.1164483	.0444 *
Error	12	130.4397975	10.869983<-		
Total	20	391.2443622			

Résultat d'Anova chlorophylle b

ANOVA
2016-06-05 10:11:10
Using: C:\Users\nour\Desktop\BBA.dt
.AOV Filename: 1WRB.AOV - 1 way Randomized Blocks
Y column: 5) chloro b
1st Factor: 1) G notype
Blocks: 2) Bloc
Keep If:

Rows of data with missing values removed: 0
Rows which remain: 21

Source	df	Type III SS	MS	F	P
Blocks	2	2.142885174	1.0714426	0.6134189	.5576 ns
Main Effects					
G notype	6	22.5937966	3.7656328	2.1558882	.1213 ns
Error	12	20.96008153	1.7466735<-		
Total	20	45.69676331			

Résultat d' Anova épiaison 50%

ANOVA
 2016-06-15 13:51:35
 Using: C:\Users\H'sino\Desktop\BBA.dt
 .AOV Filename: 1WRB.AOV - 1 Way Randomized Blocks
 Y Column: 14) % piaison
 1st Factor: 1) G notype
 Blocks: 2) Bloc
 Keep If:

Rows of data with missing values removed: 0
 Rows which remain: 21

Source	df	Type III SS	MS	F	P
Blocks	2	7.714285714	3.8571429	1	.3966 ns
Main Effects					
G notype	6	260.5714286	43.428571	11.259259	.0003 ***
Error	12	46.28571429	3.8571429<-		
Total	20	314.5714286			

Résultat d'Anova hauteur d'épi

ANOVA
 2016-06-12 10:11:52
 Using: C:\Users\Accro_Informatique\Desktop\Anova BBA 2.dt
 .AOV Filename: 1WRB.AOV - 1 Way Randomized Blocks
 Y Column: 7) hauteur 34
 1st Factor: 1) Genotype
 Blocks: 2) Bloc
 Keep If:

Rows of data with missing values removed: 0
 Rows which remain: 21

Source	df	Type III SS	MS	F	P
Blocks	2	803.0653238	401.53266	3.8685694	.0505 ns
Main Effects					
Genotype	6	2106.141314	351.02355	3.381939	.0344 *
Error	12	1245.522943	103.79358<-		
Total	20	4154.729581			

Résultat d'Anova nombre d'épis par mètre carrée

ANOVA
 2016-06-04 10:10:31
 Using: C:\Users\H'sino\Desktop\anova 2016.dt
 .AOV Filename: 1WRB.AOV - 1 Way Randomized Blocks
 Y Column: 5) NE m
 1st Factor: 1) genotype
 Blocks: 2) bloc
 Keep If:

Rows of data with missing values removed: 0
 Rows which remain: 21

Source	df	Type III SS	MS	F	P
Blocks	2	33908.99475	16954.497	10.736207	.0021 **
Main Effects					
genotype	6	29417.98921	4902.9982	3.1047576	.0449 *
Error	12	18950.26454	1579.1887<-		
Total	20	82277.24851			

Résultat d'Anova nombre de grains par épi

ANOVA
 2016-06-15 10:55:47
 Using: C:\Users\H'sino\Desktop\BBA 22222.dt
 .AOV Filename: 1WRB.AOV - 1 Way Randomized Blocks
 Y Column: 10) NG E
 1st Factor: 1) G notype
 Blocks: 2) Bloc
 Keep If:

Rows of data with missing values removed: 0
 Rows which remain: 21

Source	df	Type III SS	MS	F	P
Blocks	2	8.666666667	4.3333333	0.043722	.9574 ns
Main Effects					
G notype	6	371.2380952	61.873016	0.6242793	.7085 ns
Error	12	1189.333333	99.111111<-		
Total	20	1569.238095			

Résultat d'Anova nombre de grains par mètre carrée

ANOVA
 2016-06-15 10:55:14
 Using: C:\Users\H'sino\Desktop\BBA 22222.dt
 .AOV Filename: 1WRB.AOV - 1 Way Randomized Blocks
 Y Column: 11) NG m2
 1st Factor: 1) G notype
 Blocks: 2) Bloc
 Keep If:

Rows of data with missing values removed: 1
 Rows which remain: 20

Source	df	Type III SS	MS	F	P
Blocks	2	60464236.15	30232118	8.3741967	.0062 **
Main Effects					
G notype	6	63329512.86	10554919	2.9236776	.0588 ns
Error	11	39711665.5	3610151.4<-		
Total	19	156916274			

Résultat d'Anova poids de mille grains PMG

ANOVA
 2016-06-16 08:34:46
 Using: C:\Users\H'sino\Desktop\BBA-finale.dt
 .AOV Filename: 1WRB.AOV - 1 Way Randomized Blocks
 Y Column: 13) PMG g
 1st Factor: 1) G notype
 Blocks: 2) Bloc
 Keep If:

Rows of data with missing values removed: 0
 Rows which remain: 21

Source	df	Type III SS	MS	F	P
Blocks	2	0	0	0	1 ns
Main Effects					
G notype	6	936.9257143	156.15429	1.3186e16	.0000 ***
Error	12	1.42109e-13	1.184e-14<-		
Total	20	936.9257143			

Résultat d'Anova dosage proline

ANOVA
2016-06-16 08:23:12
Using: C:\Users\H'sino\Desktop\BBA-finale.dt
.AOV Filename: 1WRB.AOV - 1 way Randomized Blocks
Y Column: 8) Pr ug
1st Factor: 1) G notype
Blocks: 2) Bloc
Keep If:

Rows of data with missing values removed: 0
Rows which remain: 21

Source	df	Type III SS	MS	F	P
Blocks	2	68.46312056	34.23156	2.5625826	.1184 ns
Main Effects					
G notype	6	76.53778902	12.756298	0.9549395	.4934 ns
Error	12	160.2987245	13.358227<-		
Total	20	305.2996341			

Résultat d'Anova rendement en grains Qx/ha

ANOVA
2016-06-16 08:35:39
Using: C:\Users\H'sino\Desktop\BBA-finale.dt
.AOV Filename: 1WRB.AOV - 1 way Randomized Blocks
Y Column: 14) RDT q ha
1st Factor: 1) G notype
Blocks: 2) Bloc
Keep If:

Rows of data with missing values removed: 0
Rows which remain: 21

Source	df	Type III SS	MS	F	P
Blocks	2	836.0754114	418.03771	7.6093155	.0073 **
Main Effects					
G notype	6	1003.499161	167.24986	3.0443592	.0477 *
Error	12	659.251475	54.937623<-		

Résultat d'Anova chlorophylle totale en SPAD

ANOVA
 2016-06-04 10:15:54
 Using: C:\Users\H'sino\Desktop\anova 2016.dt
 .AOV Filename: 1WRB.AOV - 1 way Randomized Blocks
 Y Column: 3) TC
 1st Factor: 1) genotype
 Blocks: 2) bloc
 Keep If:

Rows of data with missing values removed: 0
 Rows which remain: 21

Source	df	Type III SS	MS	F	P
Blocks	2	19.19222857	9.5961143	0.3425411	.7167 ns
Main Effects genotype	6	230.0507238	38.341787	1.3686412	.3024 ns
Error	12	336.1739048	28.014492<-		
Total	20	585.4168571			

Résultat d'Anova température du couvert végétale

ANOVA
 2016-06-04 10:14:40
 Using: C:\Users\H'sino\Desktop\anova 2016.dt
 .AOV Filename: 1WRB.AOV - 1 way Randomized Blocks
 Y Column: 4) C
 1st Factor: 1) genotype
 Blocks: 2) bloc
 Keep If:

Rows of data with missing values removed: 0
 Rows which remain: 21

Source	df	Type III SS	MS	F	P
Blocks	2	103.3571429	51.678571	5.945218	.0161 *
Main Effects genotype	6	36.61904762	6.1031746	0.7021228	.6539 ns
Error	12	104.3095238	8.6924603<-		
Total	20	244.2857143			

	TC / SPAD	température /C°	NE/m²	proline/ µg	chloro a /mg	chloro b /mg	chlo a b /mg	hateur /cm	NG/E	ng/m2	PMG / g	RDT /q/ha
TC / SPAD	1,000											
température /C°	-0,189	1,000										
NE/m²	0,262	-0,736	1,000									
proline/ µg	0,153	-0,197	-0,285	1,000								
chloro a/mg	-0,620	0,305	-0,078	-0,555	1,000		*					
chloro b /mg	-0,421	0,293	0,091	-0,615	0,902	1,000						
chlo a b /mg	-0,591	0,307	-0,046	-0,575	0,997	0,934	1,000					
hateur /cm	0,341	-0,775	0,980	-0,101	-0,217	-0,048	-0,188	1,000				
NG/E	-0,010	-0,106	0,101	-0,494	0,124	-0,148	0,075	0,014	1,000			
ng/m2	0,148	-0,741	0,937	-0,379	-0,009	0,023	-0,003	0,894	0,422	1,000		
PMG / g	0,753	0,414	-0,223	0,259	-0,544	-0,366	-0,518	-0,124	-0,249	-0,367	1,000	
RDT /q/ha	0,554	-0,488	0,823	-0,264	-0,283	-0,186	-0,268	0,835	0,364	0,834	0,193	1,000

Résumé

Le blé dur est considéré comme une culture stratégique en Algérie. Toutefois, la croissance de cette culture et l'amélioration de son rendement sont limités par le manque d'eau et la température irrégulière. Le rendement constitue l'un des caractères les plus sensibles aux effets engendrés par un stress hydrique.

Le travail présenté traite les effets du déficit hydrique sur sept génotypes de blé dur, deux sont locale et deux autres sélectionnés localement et les trois restantes sont introduites, vis-à-vis le comportement morphologique, physiologique et agronomique sur champ en région semi-aride.

L'étude a montré que le comportement morphologique, agronomique et physiologique des génotypes locaux est différent par rapport aux génotypes introduite d'une part par leur variance génétique et d'autre part par leur origine, La chose qui nous aide à mieux valoriser les cultivars et voire leur adaptation.

Mots clés : Blé dur (*Triticum durum* Desf), stress hydrique, variété locale, variété introduite, adaptation, rendement

المخلص :

يعتبر القمح الصلب زراعة إستراتيجية في الجزائر. ومع ذلك، فإن نمو هذه زراعة وتحسين مرد وديتها محدودة بسبب الإجهاد المائي ودرجة الحرارة الغير منتظمة. المردود هو واحد من أكثر الخصائص حساسية للآثار الناجمة عن النقص المائي.

العمل المقدم يتناول آثار الإجهاد المائي على سبعة أنماط جينية اثنان منهم محلية واثنين آخرين محسنة محليا و الثلاثة المتبقية أجنبية من الجانب البنيوي، الفسيولوجي و الزراعي في في الحقل منطقة شبه جافة. أظهرت الدراسة أن السلوك البنيوي، الفسيولوجي و الزراعي للأنماط الجينية المحلية مختلف عن الدخيلة، من جهة اختلاف النمط الوراثي و من جهة أخرى اختلاف أصلها الشيء الذي يساعدنا في تقييم أصناف القمح الصلب و معاينة تأقلمها

Abstract

The *durum* wheat is one of the strategic agriculture in Algeria; however the development of this farming and improving its profitability is limited because of the scarcity of the water and the irregular temperature. The incoming is one of the sensitive characteristics caused by water scarcity.

In our thesis we will try to study the impact of the water scarcity on seven genetic types both are local and two other selected locally and the remaining three are introduced from the structural, physiological and agricultural sides on the ground.

The studies shows that the structural, physiological and agricultural attitudes for the local genetic structures are different from those of the extraneous from the genetic patterns and from its origins the thing that help us to evaluate the types of the durum wheat and view its adaptation.

Key-words: durum wheat, water scarcity, structural, physiologic, agricultural,