

N° de d'ordre :N°

de série :

République Algérienne Démocratique et Populaire

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère d'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Université Echahid Hamma Lakhdar - El Oued

جامعة الشهيد حمزة لخضر الوادي

Faculté des Science de la Nature et de la Vie

كلية علوم الطبيعة والحياة

Département de Biologie

قسم البيولوجيا



MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique en Sciences
biologiques

Spécialité : **Biodiversité et Physiologie Végétale**

THEME

**Etude comparative de la biodiversité chez
deux espaces de blé *Triticum durum et
Triticum aestivum (Constantine)***

(variétés sélectionnées et variétés anciens)

Présentés Par :

M^{me} SALEMI Soundes

Devant le jury composé de :

Président : M^r LAICHE.K M.M.A. Université d'El Oued.

Promoteur : M^r BELLAHBIBE A. M.M.A. Université d'El Oued.

Examineurs : M^r ELLAOUAJ H. M.M.A. Université d'El Oued.

- Année universitaire 2017/2018 -

Dédicace

A mes très chers parents pour leurs amours et soutien

A mon époux pour ma patience

A mes deux perles précieuses Hana et Jawad

A ma chère sœur Latifa

A toute la famille

Soundes

Remerciements

Bien qu'une thèse soit un travail individuel. Nombreuses sont les personnes qui ont rendu possible la réalisation de ce travail et que je tiens à remercier dans ces petits mots.

Je voudrais remercier mon directeur de thèse M^{er} BELLAHBIB Abdelhamid, enseignant l'université de HAMMA Lakhdar d'El Oued, pour sa confiance, sa patience et pour le temps qu'il m'a accordé tout au long de cette année.

Je remercie spécialement Dr Abdelkader DENBELKACEM, Directeur de recherche INRAA qui j'ai eu la chance de pouvoir travailler. Sa rigueur, et très nombreuses connaissances m'ont permis de progresser et ont répondu à plusieurs de mes préoccupations, ce qui s'est avéré une expérience très enrichissante.

Je tiens remercier le membre du jury :

Monsieur ELAICHEKhaled, qui m'a fait l'honneur de présider ce jury

Monsieur LAARAJ Hssen de m'avoir honoré en acceptant de faire partie de ce juré.

Je tiens aussi à remercier toutes les personnes qui ont contribué à ce travail de près ou de loin

Résumé

L'objectif visé par ce travail consiste en la caractérisation de 08 variétés de blé (blé dur et blé tendre) en vue l'identifier les paramètres morpho-phenologiques .Une expérimentation ; un essai aux champs

Dans notre essai mené aux champs afin de comparer la productivité et la performance des variétés étudiées dans les conditions semis arides. Plusieurs mesures ont été réalisées sur les plans phenologiques, morphologique et physiologique. Les résultats ont montré une déférence significative entre l'ensemble des génotypes, doc une variabilité génétique importante. Les variétés Waha et Akamoukhe contrairement au djenahkhetifa et mahon demias sont plus précoce. Les génotype waha et ben mabrouk avec an nombre de telle épis élevés. Les génotypes belliouni et djenahkhetifa se distinguent par une longueur des barbes, longueur d'épis, et hauteur des plantes et une surface foliaire très élevé. Les variétés waha ,cirta , hidhab , akamoukhe est caractérisé par un taux de chlorophylle plus élevé .

Mots clé : trait agro-morphologique – triticum durum – triticum aestivum L – diversité génétique

Abstract

The aim of this work is to characterize à_ genotypes of weat(drumweat and soft weat) in ordre to identifty the morpho-phenological , physiological.this experiments a triel in the field

In the trial conducted in the field to compare the productivity and performance of the varities studied under arid sowing conditions. The results showed a significant difference between all the genotypes, so , a high genetic variability . The Waha and Akamoukhegenotype ,unlik the djenahkhetifa et mahondemias genotype , is the earliest . The belliouni and djenahkhetifa genotypes ,are distinguished by very important length of barbs , length of spiiks , plant height and important leaf area . The waha ,cirta, hidhab ,akamoukhe genotypes is caractrized by high rate of chlorophyll.

Key words : agronomic morphologique traits -triticum durum – triticumastivum L-genetic diversity

الهدف المراد من هذا العمل ' بتمثل في 8 أصناف من القمح (القمح الصلب و القمح اللين) من اجل تحديد العوامل الفيزيولوجية ' المرفولوجية , تجربة في الحقل

التجربة التي علي مستوى الحقل من اجل مقارنة القدرة الإنتاجية للأصناف المدروسة تحت ظروف مناخية شبه جافة ' عدة قياسات تم انجازها للصفات الفيزيولوجية و المرفولوجية , أظهرت النتائج وجود تباين بين اغلب الأصناف المدروسة ' إذن وجود تنوع وراثي مهم , الأنماط Waha و Akamoukhes مبكرة على عكس djenhkhetif و mahon demia

الأنماط belliouni et djenhkhetifa تتميز بطول السفاة ' طول السنبله ' طول النيات و عرض ورقي كبير

أما الأنماط waha ,cirta, hidhab ,akamoukhe تتميز بكمية كلوروفيل عالية جد

الكلمات المفتاحية : الصفات المرفولوجية الزراعية , القمح الصلب , القمح اللين , التنوع الجيني

Table des matières

Dédicaces	
Index des tableaux	
Index des figures	
Index des annexes	
Listes des abréviations	
Introduction générale	01
<i>PREMIERE PARTIE : Etude bibliographique</i>	
<i>Chapitre I : IMPORTANCE DU BLE</i>	
1-Production et importance du blé.....	03
1-1 A l'échelle mondiale	03
1-2A l'échelle de nationale	04
2-Evolution des importations et de la consommation céréalière.....	06
3-Problématique de la production de céréales en Algérie.....	07
<i>Chapitre II : LE BLE</i>	
1- Origine et histoire du blé.....	09
2-Architecture végétale de la plante	10
3-Le cycle de développement.....	11
3-1La période végétative.....	11
3-1-1La phase germination-levée.....	11
3-1-2La phase levée – tallage.....	12
3-2La période reproductrice	12
3-2-1La phase montaison –gonflement.....	13
3-2-2La phase épiaison-floraison.....	13
3-3 La période de formation et de maturation du grain.....	13
3-3-1Grossissement du grain.....	13
3-3-2Maturation du grain	14

Chapitre III :LA VARIABILITE GENETIQUE

1- Concept de biodiversité et étude de la variabilité génétique.....	16
1-1Ressources phytogénétiques du blé.....	17
2-Moyens d'analyse de la variabilité génétique	19
2-1 Les paramètres phénotypiques.....	19
2-1-1Analyse et exploitation des caractères d'adaptation	20

DEUXIEME PARTIE : ETUDE EXPERIMENTAL

Chapitre IV : Matériels et Méthodes

1-Le matériel végétal.....	23
2-Expérimentation.....	24
2-1Présentation de la région d'étude	24
2-2Mise en place de l'essai	25
2-3Analyses climatiques (pluviométrie et température).....	26
2-3-1Pluviométrie.....	26
2-3-2Température	27
3- Paramètres et mesures	28
3-1 Paramètre physiologique	28
3-1-1 Teneur relative en eau	28
3-1-2 Température de couvert.....	28
3-1-3 Mesure de la chlorophylle (unité SPAD).....	29
3-2 Paramètre phénologique.....	29
3-3 Paramètre agronomique	29
3-3-1 Le nombre de talles herbacées (NTH).....	29
3-3-2 Le nombre de talles épis (NTE)	30
3-4 Paramètre morphologique.....	30
3-4-1 Hauteur de la plante en cm	30
3-4-2 La surface foliaire cm ² (SF).....	30

3-4-3 Longueur des épis sans barbes.....	30
3-4-4 Longueur des barbes	30
Chapitre V : Résultats et discussion	
1- Caractère agro-morpho-physiologique de blé.....	31
1-1 Paramètres phenologiques.....	31
1-1-1 Durée semis – tallages.....	31
1-1-2 Durée semis – épiaison	31
1-2 Caractères agronomiques.....	33
1-2-1 Nombre de talles herbacées(NTH).....	33
1-2-2 Nombre de talles épis (NTE).....	33
1-3 Paramètres morphologiques.....	34
1-3-1 Surface foliaire de la feuille étendard	34
1-3-2 La hauteur de la plante	35
1-3-3 Longueur de barbes	36
1-3-4 Longueur de l'épi.....	37
1-4 Paramètre physiologique	39
1-4-1 Le taux de chlorophylle.....	39
1-4-2 La température relative.....	40
1-4-3 La teneur en eau.....	41
Conclusion générale.....	44
Références bibliographiques	46
Annexes.....	53

Liste de tableaux

Tableau 01 : Rendement de principaux producteurs du blé (CIC, 2016).....	06
Tableau02 : Stades de développement des céréales : échelle de Feekes , (1954) et de zadoks et al (1974).....	16
Tableau 03: Nom et caractérisation des génotypes utilisés dans l'étude.....	23
Tableau 04 : donnés pluviométriques de Constantine pour le campagne de la station IMITOS 2017/2018 et la moyenne normale sur 25 ans ONM	26
Tableau 05 : Températures moyennes mensuelles , minimas et maximas et fréquences des gelées ayant prévalues à Constantine durant la campagne (2017 / 2018).....	28
Tableau 06: Valeur moyennes, maximale et minimales des caractères étudiés.....	43

Liste de figures

Figure 01 : Représentation schématique de l'histoire évolutive des espèces de triticum aegilops	04
Figure 02 : Evolution de la production mondiale de blé (dur et tendre) (CIC,2016).....	05
Figure 03 : Les superficies emblavées et récoltées en blé dur (MADRP, 2015)	07
Figure 04 : Le rendement blé dur ces cinq dernières années (MADRP, 2015).....	07
Figure 05 : Evolution des importations algériennes de blé (dur et tendre) source : élaboration propre à partir de données collectées à l'OAIC (Ammar, 2014).....	08
Figure 06 : Le cycle de développement de blé.....	15
Figure 07 : Dispositif de l'expérimentation.....	25
Figure 08 : Histogramme de pluviométrie de la campagne 2017 /2018 et de la moyenne de 25 ans.....	26
Figure 09 : Nombre de jour du semis au tallage.....	31
Figure 10 : Nombre de jours semis à l'épiaison.....	32
Figure 11 :Nombre de talle herbacée et nombre de talles épis.....	34
Figure 12 : Surface de la feuille étendard de 8 variétés.....	34
Figure 12 : Hauteur de la plante chez l'ensemble de variétés étudiées.....	35
Figure 14 :La longueur de barbe.....	36
Figure 17 :Longueur d'épi chez l'ensemble de variété étudiées.....	37
Figure 15 :Epi de blé dur Beliouni.....	38
Figure 16 :Epi de blé tendre.....	39
Figure 18 : Le taux de chlorophylle	39
Figure 19 : Moyenne de température de couvert.....	41
Figure 20 : Moyenne de teneur relative en eau de 08 variétés.....	42

Liste de annexes

ANNEXES 01 : Résultat de l'ANOVA de la comparaison entre les variétés étudiées pour le NTH et NTE et NTE/NTH	53
ANNEXES 02: Résultat de l'ANOVA de la comparaison entre les variétés étudiées pour les paramètres physiologiques	53
ANNEXES 03: Résultat de l'ANOVA de la comparaison entre les variétés étudiées pour les paramètres morphologiques	53

Liste des abréviations

CIC : Conseil internationales des céréales.

CIMMYT : *Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo.*

DDL : Degré de liberté. ET : Ecart type.

Fig. : Figure.

g : Gramme.

ha : Hectare.

ICARDA : *international center for agricultural research in the dray areas.*

INRA : Institue national de la recherche agronomique.

ITGC : Institue national des grandes cultures.

Jrs : Jours.

mm/an : Millimètre par an.

Qx : Quintaux.

Qx/ha : Quintaux par hectare.

T°MOY : Température moyenne.

V : Variétés.

Introduction générale

INTRODUCTION GENERALE

En Algérie, les céréales en général et le blé (dur et tendre) en particulier constituent la principale base du régime alimentaire pour les consommateurs. Elles fournissent plus de 60 % de l'apport calorique et 75 à 80% de l'apport protéique de la ration alimentaire (Feliachi K., 2000). Le secteur des céréales occupe une place vitale en termes socio-économique et parfois politique. Sur le marché mondial, l'Algérie demeure toujours parmi les grands importateurs de céréales en particulier le blé dur et le blé tendre du fait de la faible capacité de la filière nationale à satisfaire les besoins de consommation croissants de la population, en effet, la production locale de céréales ne couvre qu'un peu plus de 30% des besoins du pays (Ammar et al, 2014).

L'Algérie est reconnue comme étant un centre de diversité pour plusieurs espèces céréalières dont le blé dur (*triticum durum Desf*) , le blé tendre (*triticum vulgare Host*), le blé de Pologne (*t. polonicum L*) qui se présente à l'état spontané parmi les cultures de blé et le plus souvent dans les mélanges de variétés de blé dur , blé poularde (*t. turgidum L*), l'orge (*Hordeum vulgare L*) , l'avoine (*avena sativa L.* , *A. fatua* , *A. ventricosa* et *A. sterilis L.*) (Adamou et al, 2005) .Le matériel génétique qui subsiste encore jusqu'à nos jours est disponible dans des collections de l'institut technique des grandes cultures (ITGC) à différentes stations ; certaines variétés algériennes sont aussi disponibles dans les banques de gènes internationales (France , USA , ICARDA , Russie , CIMMYT). Actuellement l'exploitation des ressources existantes paraît insuffisante par rapport à la diversité écologique du pays et aux exigences d'une agriculture moderne. En effet, les grandes variétés des sols et des climats du pays et particulièrement l'importance des zones arides et semi-arides nous incite à la recherche de génotypes adaptés.

En l'absence d'une telle collection convenablement caractérisée phénotypiquement et génotypiquement, il est difficilement concevable de développer un programme de sélection végétale du blé qui puisse répondre aux besoins d'un pays soumis à des conditions climatiques aussi diverses. Afin de contribuer à l'amélioration et à la gestion de cette ressource génétique, une caractérisation adéquate de différentes accessions de blé dur cultivé en Algérie a été menée au cours de cette étude. Les principaux objectifs du présent travail sont :

Introduction générale

- Evaluation de huit variétés de blé quatre variétés blé dur et quatre variétés de blé tendre cultivées en Algérie, sur la base des caractères agro-morphologique. On analyse et de on compare les comportements et leurs composantes dans le but d'améliorer nos connaissances afin d'identifier les cultivars les plus intéressants et les plus prometteurs. Ce type d'étude de diversité génétique permet aussi d'évaluer la variabilité existante entre les cultivars et d'extraire les caractères les plus discriminants et les plus importants qui peuvent être utiles pour la classification et la caractérisation des cultivars du blé
- **Le chapitre 1** :est unerevue de la littérature sur le blé, sa répartition géographique, son importance, une présentation des ressources génétiques de blé dur et blé tendre ainsi les différents types utilisés pour l'analyse de la variabilité génétique, à savoir : phénotypiques, morphologiques et physiologiques.
- **Le chapitre 2** : détaille les principales méthodologies utilisées en passant par la description du matérielvégétal, le dispositif expérimental ainsi que les techniques utilisées pour l'analyse de diversité phénotypique.
- **Le chapitre 3** : présente les résultats obtenus et leurs discussions

Chapitre I : Importance du blé

1- Production et importance du blé

1-1 A l'échelle mondiale

Depuis longtemps, les céréales, notamment le blé est devenu un produit de première nécessité à l'échelle mondiale. Son importance dépasse le rôle traditionnel considéré comme aliment, il a aujourd'hui un rôle social, économique et politique dans la plupart des pays dans le monde.

La production mondiale de blé (blé dur et blé tendre) s'inscrit sur une pente croissante au cours de la dernière décennie et progresse de 14%. Qui plus est, les trois dernières années ont enregistré trois records de production consécutifs (figure 02) expliqué par les efforts déployés en matière de techniques culturales et de sélection génétique, ce qui conduit à une amélioration significative des rendements (CIC ; 2016)

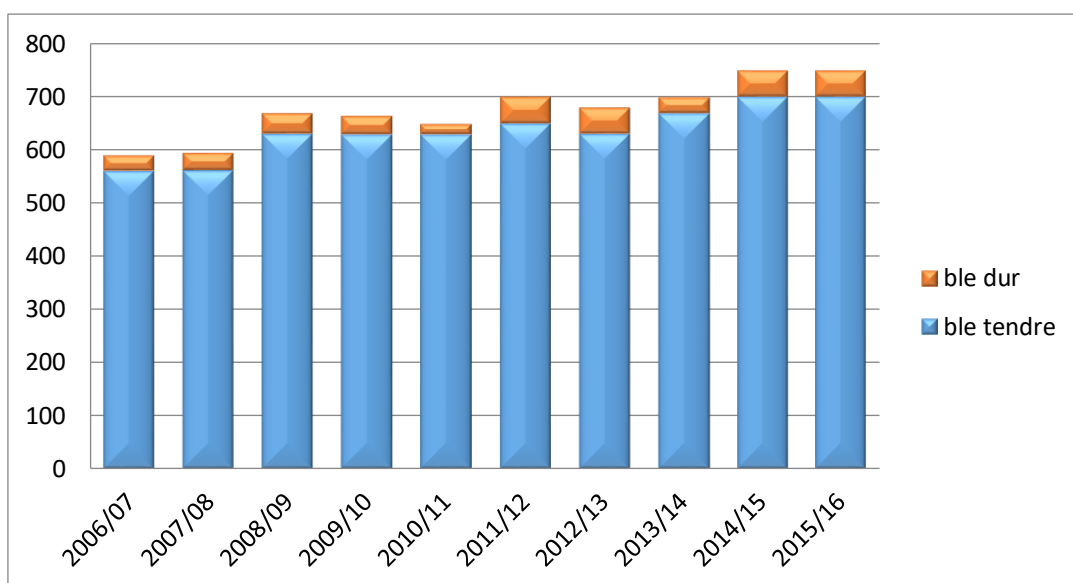


Figure 01 : Evolution de la production mondiale de blé (dur et tendre) (CIC,2016)

En termes d'échanges commerciaux des céréales (import /export), l'Afrique s'accapare le quart des échanges mondiaux, dont plus de la moitié (55%) est destinée aux pays du nord (Algérie, Maroc, Tunisie). Les fournisseurs de ce continent sont essentiellement l'Union Européenne, les Etats-Unis et le Canada. L'Algérie l'un des pays du Maghreb ou la consommation des céréales notamment le blé demeure une base essentielle de l'alimentation, affiche une consommation élevée de blé avec une moyenne de consommation céréalière de 8 millions de tonnes par an dont plus de 5,5 millions tonnes de consommation de blé (Ammar ,2014).

Etude bibliographique

Les deux pays les plus peuplés du monde, à savoir la Chine et l'Inde, sont ceux, après l'Union Européenne, dont les productions sont de 24% pour la Chine et de 14% pour l'Inde.

Celles-ci ont progressé de manière constante au cours des dix dernières années (tableau 01). L'autosuffisance alimentaire a longtemps été un objectif pour les autorités Chinoises, tandis que les autorités Indiennes visent à éradiquer la pauvreté. Ainsi, la surface dédiée au blé en Inde a fortement progressé sur la période. Pour la Chine, on constate une hausse des surfaces et une amélioration concomitante des rendements.

Tableau 01 : Rendement de principaux producteurs du blé (CIC, 2016)

(Mt)	Moy.06-08	Moy. 13-15	Var
total monde	630,0	721,0	+91,1
UE	131,2	125,3	+21,1
Inde	74,6	92,8	+18,2
Chine	110,1	125,7	+15,6
Australie	15,3	24,3	+9,1
Ukraine	17,9	24,8	+7,0
Canada	24,6	31,0	+6,4
Russie	52,7	57,3	+4,6
Pakistan	22,0	24,8	+2,8
Turquie	16,7	17,8	+1,2
Iran	13,3	13,8	+0,5
Kazakhstan	14,0	13,6	-0,3
Etats - Unis	57,7	56,4	-1,3
Argentine	13,1	11,2	-1,9

Blé tendre et blé dur – source CIC.

1-2A l'échelle de nationale

La population algérienne est caractérisée par un mode alimentaire basé essentiellement sur la consommation des céréales sous toutes ses formes (pain, pâte, alimentaires, couscous, galettes de pain, etc.). Malgré l'amélioration des productions des céréales en général et du blé en particulier, les secteurs agricoles sont souvent incapables de faire face à la croissance de la demande en blé. Cette croissance de demande est liée essentiellement aux changements des habitudes alimentaires et à l'élévation des niveaux de vie. Avec plus de 203 kg /personne par an, l'agriculture algérienne est structurellement inapte à satisfaire une demande de plus en plus importante (Bousard et al ; 2011)

Etude bibliographique

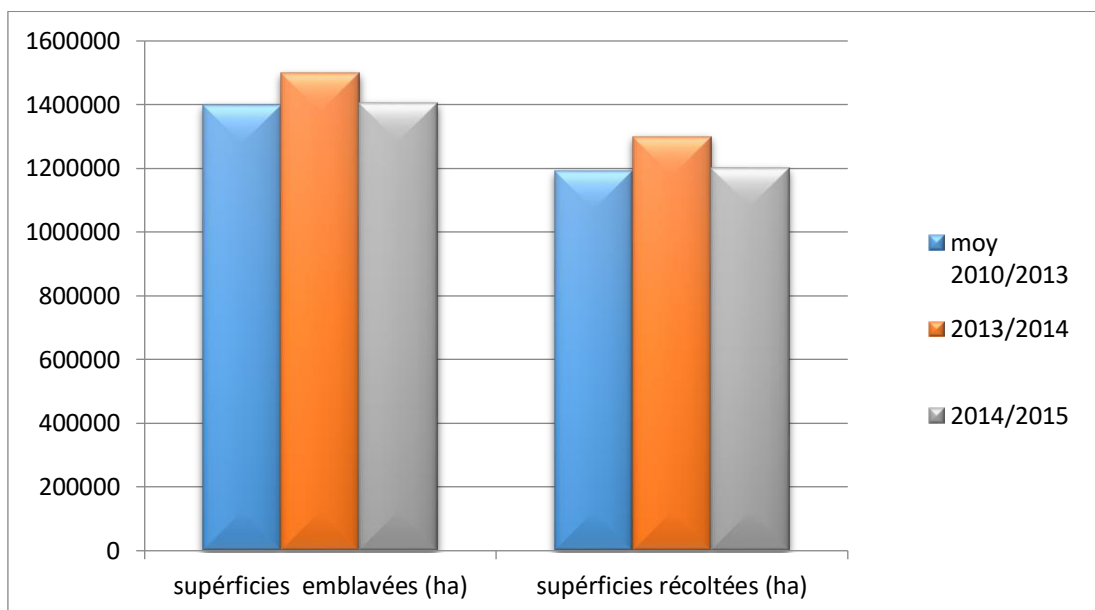


Figure 02 : Les superficies emblavées et récoltées en blé dur (MADRP, 2015)

Les superficies emblavées et récoltées en blé dur ont connu une augmentation de 2,4% et 10,05% respectivement en 2014 /2015 comparativement à la campagne 2013/2014 (figure 02)

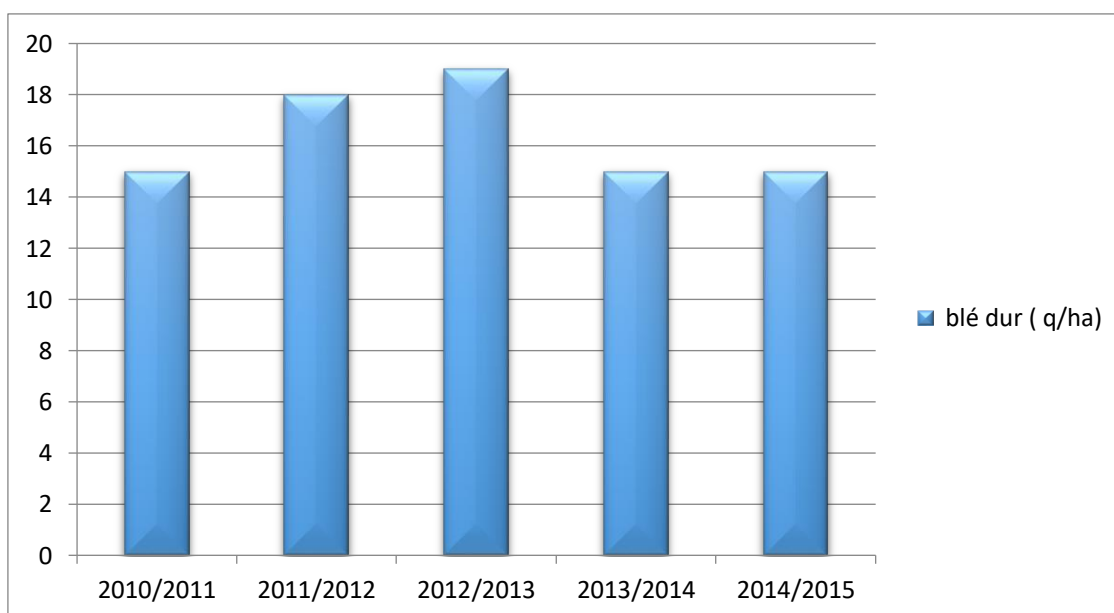


Figure 03 : Le rendement blé dur ces cinq dernières années (MADRP, 2015)

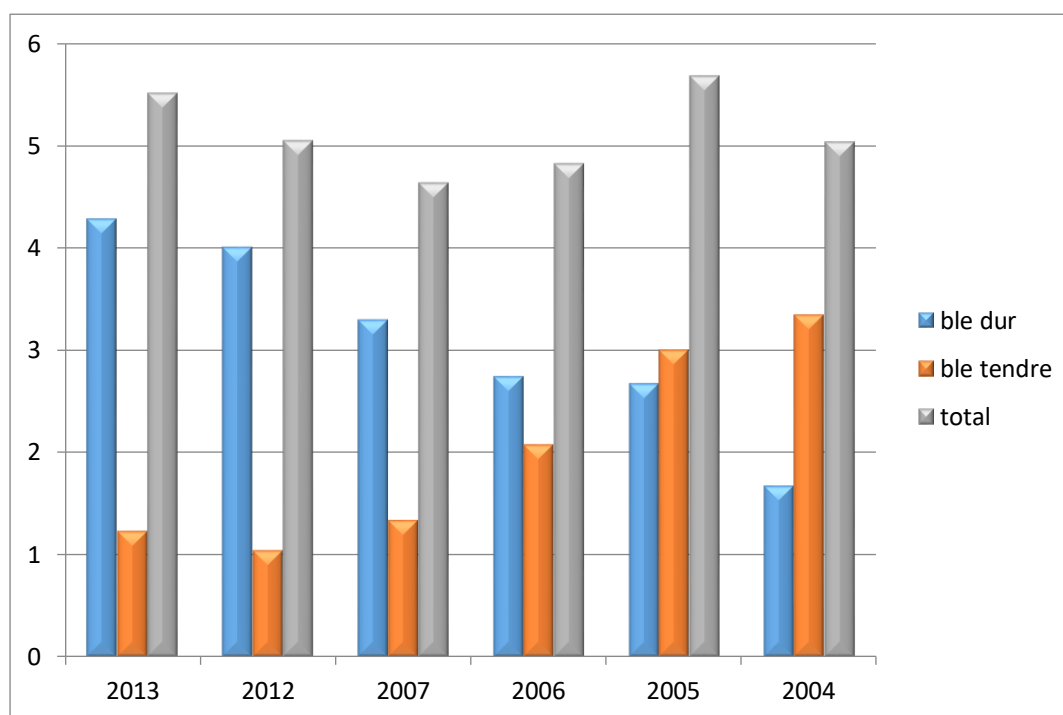
Les rendements en blé dur ont diminué de 1,2% en 2014/2015 (soit 15,4 q/ha) par rapport à la campagne précédente (soit 15,6q /ha). Depuis la production record qui a été enregistrée lors de la campagne 2008-2009 ou il a été moissonné 61,2 millions DA. Cette dernière a chuté à

Etude bibliographique

36 millions de q en 2015 (figure .04). Les céréales restent en grande partie tributaire des conditions climatiques qui n'ont pas été très favorables notamment en période critique qui s'étale entre le mois d'avril et le mois de mai.

Par ailleurs, devant cette tendance à la baisse de la production céréalière et l'impératif de réduire les volumes d'importation, notamment du blé dur et blé tendre, les pouvoirs publics ambitionnent progressivement la production céréalière pour la porter à 70 millions de quintaux en 2019. Cette progression devrait se réaliser à travers notamment, l'extension des surfaces irriguées, l'intégration de la fertilisation, des semences certifiées et du renforcement de la mécanisation.

Figure 04: Evolution des importations algériennes de blé (dur et tendre) source : élaboration propre à partir de données collectées à l'OAIC (Ammar, 2014)



2- Evolution des importations et de la consommation céréalière en Algérie

Algérie est l'un des plus importants pays importateurs de céréales avec une moyenne d'importation qui atteint 10 millions de tonnes, et le blé représente la moitié des importations.

La consommation annuelle par habitant de céréale, bien qu'elle reste importante, a connu un recul ces dernières 40 années, (figure .05) passant de 250 kg/an par habitant dans les années 70 à environ de 203 kg/an par habitant, la consommation animale des céréales est assurée

Etude bibliographique

essentiellement par l'orge et le maïs utilisés pour la fabrication des aliments de bétail et de ses dérivés, les besoins de l'Algérie en céréales sont estimés à environ 8 millions de tonnes par an. L'Algérie est l'un des premiers importateurs de blé au monde, notamment du blé tendre, la demande locale reste importante. Dans les filières stratégiques telles que les céréales, l'augmentation de la production et des rendements est une priorité pour les pouvoirs publics afin de répondre à la demande croissante. Dans cette optique le défi pour la production algérienne de céréales est de hisser le rendement à l'hectare à, au moins, 30 quintaux /ha durant les cinq prochaines années contre 18 Qx/ha en moyenne actuellement et 6 Qx/ha en 1962 (Ammar, 2014).

3- Problématique de la production de céréales en Algérie

La céréaliculture en Algérie est pratiquée essentiellement dans les zones semi – aride, occupe des superficies de l'ordre de 2.900.000 à 3.500.000 hectares, dont le un tiers se situe dans les zones dont la pluviométrie > 450mm/an (Ammar, 2014).

Les pratiques actuelles de notre agriculture se caractérisent par :

- *Une faible performance* : les niveaux de rendement obtenus sont fluctuants et suivent d'assez près les courbes des précipitations avec des pics qui peuvent atteindre 50qx/ha et des creux de 5 Qx/ha.

- *Une forte dégradation de la ressource foncière* : un taux très élevée d'érosion, 45% de la superficie des zones telliennes, soit 12 million d'hectares sont menacés par l'érosion (Ammar, 2014).

Les causes sont multiples :

- Nature originelle des sols : faible teneur en matière organique <2%
- Aléas climatiques : épisodes pluvieux, concentrés et violents favorisant de forts ruissellements et une forte érosion.
- Pratiques agricoles non appropriées : labours intensifs et grossiers exposent la matière organique à une minéralisation rapide.
- Absence de stratégie de fertilisation.
- Semis tardif qui exposerait les derniers stades de la culture aux mois les plus chauds et secs

Etude bibliographique

Ces pratiques sont contraires aux exigences d'une agriculture durable, et par conséquent : l'adoption d'une stratégie d'optimisation, de valorisation et de protection des ressources naturelles foncières et hydriques doit s'imposer comme une *préoccupation nationale forte* (Ammar , 2014).

Les conditions climatiques

La céréaliculture est, en effet, exposée tout le long de son cycle de développement à une série de contraintes hydriques et thermiques. Le stress hydrique est toujours accompagné et agit en interaction avec d'autres stress abiotiques tels que les basses et hautes températures et l'excès de luminosité (Mahfouf ,2001).

En effet le stress hydrique est considéré comme le facteur le plus important limitant la production des céréales. C'est l'un des tout premiers facteurs de limitation des rendements et c'est la première contrainte abiotique qui entraîne des différences non seulement entre les rendements moyen et potentiel mais aussi entre les différentes campagnes céréalières (Mahfouf ,2001) .

L'autre contrainte est représentée d'abord par les basses températures caractéristique des climats de type méditerranée imposent un hiver très froid et pluvieux (Mahfouf ,2001) Les dégâts de gel tardif sont très fréquents sur les céréales, rendant l'adaptation des variétés précoces trop risquée (Bouzerzour et Benmahamed, 2004). La température journalière intervient à divers moments de la vie du blé de la germination jusqu'à la maturité. Selon (Gate ,1995) les conditions thermiques les plus nuisibles sont donc des températures excessives et persistantes entre la floraison et le stade grain laiteux.

De même que l'intensité lumineuse agit directement sur l'intensité de la photosynthèse sur la résistance des tiges à la verse et sur le rendement. La diminution de la durée d'éclairement, réduit la hauteur de la plante, alors qu'une insuffisance d'éclairement retarde la floraison et donc l'épiaison (Jardat A (1986))

Chapitre II : le blé

1- Origine et histoire du blé

Le blé est une céréale autogame appartenant au groupe des angiospermes des herbacées annuelles produisant un fruit sec indéhiscent, le caryopse. Le blé tendre (*Triticumaestivum*) et le blé dur (*Triticumdurum*) sont les deux espèces les plus cultivées dans le monde et en Algérie. Selon (Grignac P.H, 1981).

Le blé est composé de deux espèces ; Le blé dur *Triticumturgidum* var *durum* possédant ($2n=4X=28$ chromosomes) Tétraploïde, dont l'aire d'extension est surtout constituée de zones arides et semi-arides (figure 01), Le blé tendre *Triticumaestivum* var *aestivum* possédant ($2n=6X=42$ chromosomes) Hexaploïde dont l'adaptation agrotechnique est très large (Fokar M. 1998). L'aire d'origine des blés est le proche Orient, dans la zone dite du Croissant fertile, l'Irak, la Syrie et la Turquie (Belaid, 1986).

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 (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 (ERROUX J., 1961). Les blés ont d'abord évolué en dehors de l'intervention humaine, puis sous la pression de sélection qu'ont exercée les premiers agriculteurs (Jardat A, 1986).

Etude bibliographique

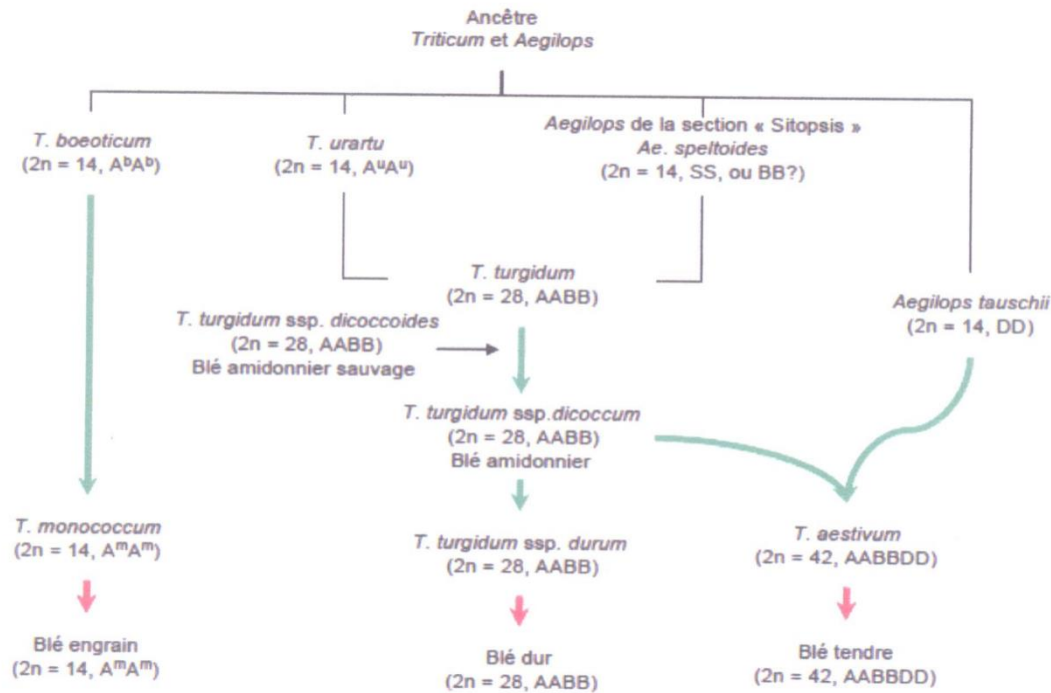


Figure 05 : Représentation schématique de l'histoire évolutive des espèces de triticumaegilops.

2-Architecture végétale de la plante

Le blé est une graminée annuelle de hauteur moyenne et dont le limbe des feuilles est aplati. L'inflorescence en épi terminal se compose de fleurs Moule.C (1980).

Le système racinaire comprend des racines séminales produites par la plantule durant la levée, ainsi que des racines adventives qui se forment plus tard à partir des nœuds à la base de la plante et constituent le système racinaire permanent.

Le blé possède une tige cylindrique, dressée, habituellement creuse et subdivisée en entre-nœuds. Certaines variétés possèdent toutefois des tiges pleines Prats j., 1966

La chaume (talles) se forme à partir de bourgeons axillaires aux nœuds à la base de la tige principale. Le nombre de brins dépend de la variété, des conditions de croissance et de la densité de la plantation. Dans les conditions normales, une plante peut produire en tout trois brins en plus de la tige principale, mais tous ne grènent pas nécessairement (Moule.C (1980)).

Les feuilles de blé se composent d'une base (gaine) entourant la tige, d'une partie terminale qui s'aligne avec les nervures parallèles et d'une extrémité pointée. La tige principale et chaque brin portent une inflorescence en épi terminal. L'inflorescence du blé est

Etude bibliographique

épi muni d'un rachis portant des épillets séparés par de courts entre nœuds (Moule.C (1980)). Chaque épillets compte deux glumes (bractées) renfermant de deux à Cinq fleurs distinguées sur une rachéole. Chaque fleur parfaite est renformée dans des structures semblables des bractées, soit la glumelle inférieure (lemma ou lemme) et la glumelle supérieure.

Chacune compte trois étamines à anthères biloculaire, ainsi qu'un pistil à deux styles à stigmates plumeux. À maturité, le grain de pollen fusiforme contient habituellement trois noyaux. Chaque fleur peut produire un fruit à une seule graine, soit le caryopse, chaque graine contient un large endosperme et un embryon aplati situé à l'apex de la graine et à proximité de la base de la fleur.

3-Le cycle de développement

Afin caractériser le cycle de développement du blé, différentes échelles de notations ont été établies. Selon Soltner,(2005) les échelles des notations qui ont été relevées sont celles de Jounard (1952), Feeks(1954) et de Zadocks (1974) (tableau 02)

Le blé possède un cycle biologique annuel réparti en périodes végétatives et reproductrices (Soltner, 2005). Pour Gautier (1991) la maturation constitue une troisième période selon Boyeldieu (1999). Le cycle végétatif du blé accompli en trois grandes périodes : La première période végétative, débute de la germination à la fin du tallage. La période reproductrice, s'étend du redressement à la fécondation : Elle apparaît au cours du tallage et regroupe la formation de l'ébauche de l'épi, l'initiation florale (montaison – gonflement) et la méiose-fécondation (Soltner, 2005). La troisième période est caractérisée par la formation et maturation des grains, elle est repérée de la fécondation à la maturation complète du grain (figure 06)

3-1 La période végétative

Elle se caractérise par un développement strictement herbacé et s'étend du semis jusqu'au tallage. Elle se divise en deux phases :

3-1-1 La phase germination-levée

La germination de la graine correspond à une activation métabolique de l'embryon décelable par les échanges respiratoires de la graine. C'est un processus préparatoire.

Etude bibliographique

L'élongation de la radicule et du coléoptile (Ruel T., 1996). Au sein d'un peuplement, la levée est atteinte lorsque la majorité des lignes de semis sont visible (Gate P, 1987). Durant la phase semis –levée, l'alimentation de la plante dépend uniquement de son système racinaire primaire et des réserves de la gaine.

Les principaux facteurs qui interviennent dans la réalisation de cette phase sont, la chaleur, aération et l'humidité (Jonard .P, 1964). Les caractéristiques propres à la gaine comme la faculté germinative et la quantité de réserve (taille des graines) jouent aussi un rôle déterminant. En effet, les plus grosses graines se lèvent les premières et donnent des plantules plus vigoureuses (Mekliche H.L., 1983). De plus la composition des réserves agit favorablement sur la vitesse de la germination –levé (Maciejewski .jean, 1991)

3-1-2 La phase levée – tallage

Le tallage est un mode de développement propre aux graminées. Il débute à la troisième feuille, lorsqu'un renflement apparaît à 2 cm de la surface du sol, c'est le futur plateau de tallage lorsque la plante est au stade 4 feuilles. Par la suite, à chaque nouvelle feuille correspond l'apparition d'une talle. En même temps que se déroule la quatrième feuille, et que pointe la première talle, des nouvelles racines sortent de la base du plateau de tallage : ce sont les racines secondaires les racines premières deviennent inactives.

Le nombre de talles produites dépend de la variété, du climat, de l'alimentation minérale et hydrique de la plante, ainsi que de la densité de semis (Maciejewski .jean, 1991). La nutrition minérale notamment azotée est faible jusqu'au stade 2-3 feuilles car elle est satisfaite par les ressources de la graine et l'azote minéral présent dans le sol. Le facteur nutritionnel peut modifier la vitesse du tallage herbacée, la durée du tallage et le nombre de talles (Mekliche L et al, 2006) quand le tallage est excessif, les besoins en eau sont très importants, alors que la plupart des talles restant stériles .La fin du tallage représente la fin de la période végétative, elle marque le début de la phase reproductive, conditionnée par la photopériode et la vernalisation qui autorisent l'élongation des entre-nœuds (Gate, 1987).

3-2La période reproductrice

La période reproductrice se caractérise par la formation et la croissance de l'épi.Elle s'étend du stade épi -1cm, montaison, au stade de la floraison.

Etude bibliographique

3-2-1 La phase montaison –gonflement

La montaison débute à la fin du tallage, elle est caractérisée par l'allongement des entre-nœuds et la différenciation des pièces florales. A cette phase, certain nombre de talles herbacées commencent à régresser alors que, d'autres se trouvent couronnées par des épis. Pendant cette phase de croissance active, les besoins en éléments nutritifs notamment en azote sont accrus (Monneveux Ph., et This D., 1996).

La montaison s'achève à la fin de l'émission de la dernière feuille et des manifestations du gonflement que provoquent les épis dans les gaines, c'est le stade gonflement Nemmar M., 1980)

3-2-2 La phase épiaison-floraison

Elle est marquée par la méiose pollinique et l'éclatement de la gaine avec l'émergence de l'épi hors de la gaine de la feuille étendard. Les épis sortis de leur gaine, fleurissent généralement, 4 à 8 jours après l'épiaison. Le nombre de grains par épi est fixé, à ce stade (Nemmar M., 1980). C'est au cours de cette phase que s'achève la formation des organes floraux (l'anthèse) et s'effectue la fécondation. Cette phase est atteinte quand 50% des épis sont à moitié sortis de la gaine de la dernière feuille (Gate, 1987). Elle correspond au maximum de la croissance de la plante qui aura élaboré les trois quarts de la matière sèche totale et dépend étroitement de la nutrition minérale et de la transpiration qui influencent le nombre final de grains par épi (Monneveux Ph., et This D., 1996).

3-3 La période de formation et de maturation du grain

3-3-1 Grossissement du grain

Cette phase marque la modification du fonctionnement de la plante qui sera alors orientée vers le remplissage des grains à partir de la biomasse produite il n'y a plus de croissance des feuilles et des tiges. Au début, le grain s'organise, les cellules se multiplient. Les besoins des grains sont inférieurs à ceux que fournissent les parties aériennes (plus de $\frac{3}{4}$ de la matière sèche sont stockés au niveau des tiges et des feuilles). Par la suite, les besoins augmentent et le poids des grains dans l'épi s'élève, alors que la matière sèche des parties aériennes diminue progressivement. Seulement 10% à 15% de l'amidon du gain peut provenir des réserves antérieures à la floraison Melki. M, 1996). A l'issue de cette phase, 40 à 50% des réserves sont accumulées dans le grain qui, bien qu'il ait atteint sa taille définitive, se trouve encore vert et mou, c'est le stade (grain laiteux). L'autre partie des réserves se trouve encore dans les tiges

Etude bibliographique

et les feuilles qui commencent à jaunir. Les réserves du grain proviennent en faible partie de la photosynthèse nette qui persiste dans les dernières feuilles vertes. Chez les variétés tardives, cette quantité est de 12% contre 25% chez les précoces. La majeure partie des réserves accumulées vient des tiges et les feuilles jaunissantes, mais non encore desséchés (Melki. M,1996).

3-3-2Maturation du grain

Le grain passe par trois stades consécutifs : laiteux, pâteux et grain mur. La phase de maturation succède au stade pâteux (45% d'humidité). Entre les stades laiteux et pâteux, la quantité d'eau contenue dans le gain est stable ; c'est le palier hydrique, la phase critique du remplissage du grain, ou un dessèchement prématuré de la plante peut bloquer la migration des réserves et provoquer un (échaudage) du grain (Vèspe R, 1984)

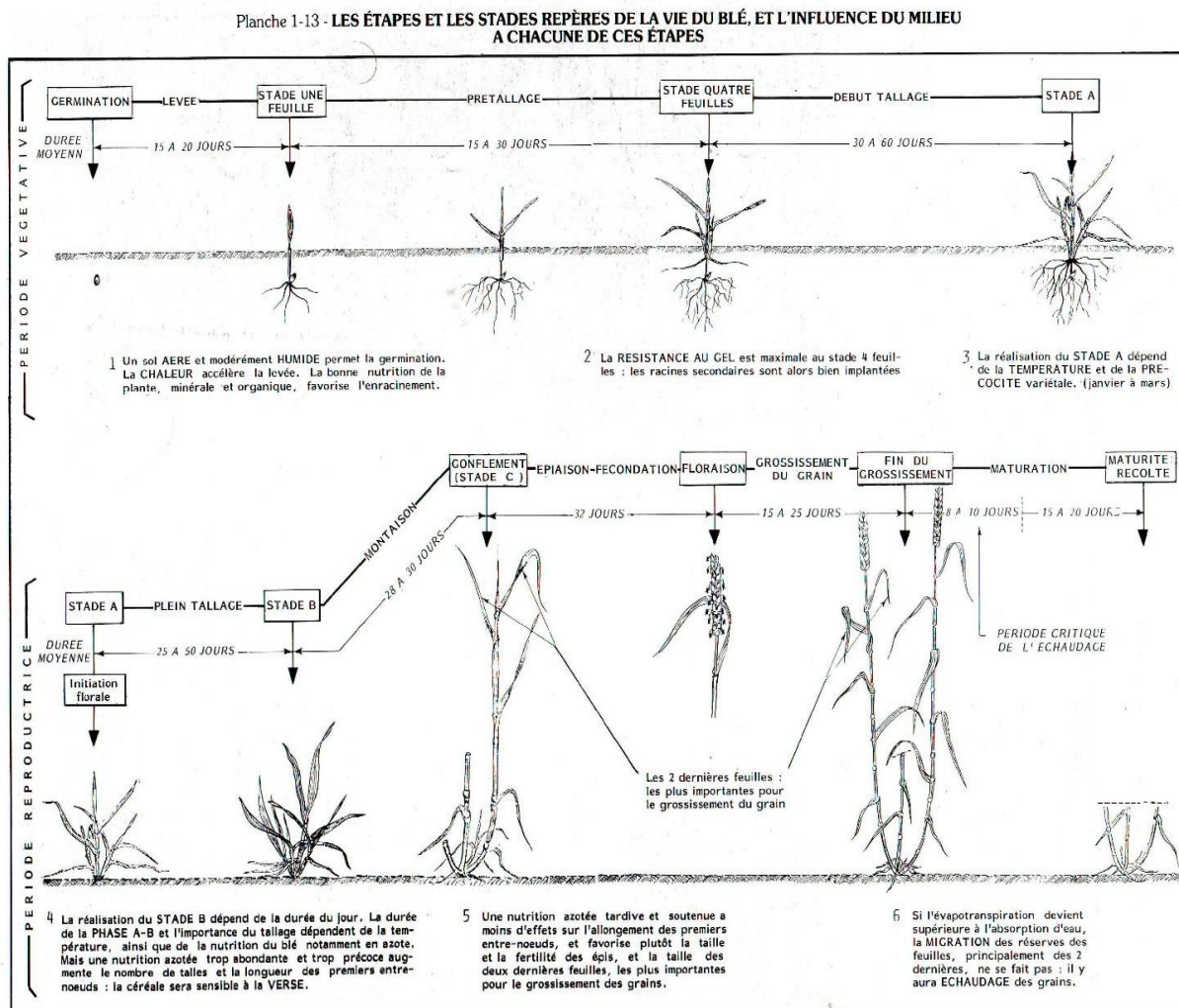


Figure 06 : Le cycle de développement de blé

Etude bibliographique

Tableau02 : Stade de développement des céréales : échelle de Feekes , (1954) et de zadoks et al (1974)

Stade	Feekes	Zadoks	Caractéristiques
Levée	1	7	Sortie de coléoptile
		10	1 ^{er} feuille traversant la coléoptile
		11	1 ^{er} feuille étalée
		12	2 ^{eme} feuille étalée
		13	3 ^{eme} feuille étalée
début tallage	2	21	Formation de la 1 ^{ere} talle
Plein tallage	3	23	2 à 3 talles
Fin tallage	4	24	
		25	
Epi 1cm	5	30	Sommet de l'épi distant à 1cm Du plateau de tallage
1-2 nœuds	6	31	1 nœud
	7	32	2 nœuds élongation de la tige
Gonflement l'épis gonfle la gaine de la dernière feuille	8	37	Apparition de la dernière feuille
	9	39	Ligule juste visible (méiose male)
	10	45	Gaines de la dernière feuille sortie
Epiaison	10-1	49-51	Gaine éclat
	10-2	53	¼ épiaison
	10-3	55	½ épiaison
	10-4	57	¾ épiaison
	10-5	59	Tous les épis sortis
Floraison	10-5-1	61	Début floraison
	10-5-2	65	Demi floraison
	10-5-3	69	Floraison complète
Formation du grain	10-5-4	71	Grain formé
	11-1	75	Grain laiteux
	11-2	85	Grain pâteux
	11-3	91	Grain jaune
	11-4	92	Grain mure

Etude bibliographique

Chapitre III : La variabilité génétique

1-Concept de biodiversité et étude de la variabilité génétique

La diversité génétique est la variation qui existe au niveau des gènes d'un individu, d'une population, d'une espèce ou d'une communauté. En d'autres termes, la diversité génétique des individus, des populations et des espèces. Elle peut donc se mesurer à différents niveaux : de l'individu à la communauté. Cette diversité génétique est extrêmement importante car elle représente le matériel de base sur lequel peut agir la sélection. Elle peut représenter un avantage direct pour une population, la valeur adaptative d'un caractère étant généralement supérieure pour un gène présentant plusieurs états alléliques (hétérozygotie) ou pour une population formée d'individus différents et complémentaires. Elle peut de plus se concevoir comme une assurance permettant l'adaptation à de nouvelles conditions environnementales. Plus une population ou une espèce est diversifiée génétiquement, plus certains de ses membres arriveront à s'adapter aux modifications survenant dans l'environnement. Les études de diversité génétique ont le potentiel de contribuer à l'avancée de nos connaissances en de nombreux domaines comme la biologie de la conservation, l'écologie des populations et des communautés et la biologie évolutive (Ghettouche R., 1990).

La biodiversité agricole fait partie de la biodiversité globale et revêt une grande importance pour deux raisons fondamentales. Premièrement, elle intègre une énorme variété des formes distinctes de vie végétale et variétales pour la sécurité alimentaire.

Deuxièmement, la variabilité génétique est la seule source de résistance naturelle aux agressions biotique et abiotique auxquelles sont exposées les productions agricoles. De ce fait, la diversité agricole répond à la fois aux besoins immédiats et aux intérêts à long terme des populations (HOUADRIA (1987))

Le succès des sciences agronomiques à entraîner la concentration d'un petit nombre de variétés conçues pour la culture intensive et une diminution considérable de la diversité des variétés végétales pouvant servir à la recherche et au développement durable de l'agriculture. Par le passé, les chercheurs comptaient sur les agriculteurs qui préservaient des cultures assez diversifiées pour leur fournir le (nouveau matériel) génétique dont ils avaient besoin. Les sélectionneurs sont de plus en plus tendances à s'appuyer sur un nombre restreint de variétés améliorées. L'homogénéité de l'agriculture moderne menace cette source de diversité génétique et met en péril la sécurité alimentaire à l'échelle locale et mondiale.

Etude bibliographique

Il y a un deuxième paradoxe : ces petits agriculteurs traditionnels pourraient bien détenir la clé de la croissance de la diversité biologique et culturelle. Car en luttant pour subsister sur ces sols pauvres et avec des ressources limitées, ces cultivateurs permettent aux variétés végétales d'évoluer. Ils sélectionnent des types de plantes (plutôt que des variétés) en se fondant sur leurs propres observations et selon leurs besoins particuliers.

Ainsi, les conditions locales peuvent être favorables à des plantes basses mais robustes, savoureuses, voire une couleur particulière, de la plante à maturité.

Grace à leur compétence en phylogénétique fondées sur leur expérience et leur observation plutôt que sur des connaissances scientifiques ils préservent la variation génétique essentielle à l'évolution et à l'adaptation continue des génotypes végétaux. Ils donnent aussi accès à une vaste diversité culturelle qui s'exprime par le savoir local, la langue, les façons d'agir, diverses formes d'association tout aussi importante pour la conservation de la biodiversité (Khaloun A., et Mekliche L., 2006). Plus globalement, cette variabilité fournit une sorte d'assurance contre les conditions adverses futures et représente une réserve de ressources potentiellement intéressantes pour l'avenir (F.A.O, 1997). Le maintien d'un haut niveau de diversité génétique est donc crucial pour garantir la sécurité alimentaire et la recherche de marqueurs moléculaires pour ces caractères s'avèrent d'une utilité incontournable. La génétique physiologique examine les effets du stress au niveau de la cellule ou de l'organe. La génétique se préoccupe de la variabilité et de la transmission des caractères de tolérance. La biologie moléculaire essaie d'identifier les gènes impliqués dans la tolérance à la sécheresse (Ledent J.F., 1978)

1-1 Ressources phylogénétiques du blé

Les espèces du blé c'est propagée dans trois centres secondaires différents qui sont le bassin occidental de la méditerranée, le sud de la Russie et le Proche Orient. Chaque centre secondaire (Monneveux, 1991)

Il existe aujourd'hui une grande diversité des blés cultivés à travers le monde, puisque on peut dénombrer plus de 30 000 variétés différentes. Si les programmes d'amélioration génétique du maïs ou encore du riz, font maintenant presque tous appel à la sélection assistée par marqueur et/ou à la transgénèse, ceux concernant le blé s'appuient pour l'instant presque uniquement sur la variabilité génétique des populations locales et des espèces apparentées. Ainsi, le CIMMYT dispose d'un germoplasme important pour le blé qu'il exploite intensivement pour

Etude bibliographique

créer, par simples croisements entre blés cultivés et sauvages, des génotypes de blé dites synthétique, c'est-à-dire n'existant pas dans la nature, permettant de valoriser le réservoir de diversité des blés sauvages, notamment pour des caractères de tolérance à des stress biotiques ou abiotique. À l'heure actuelle, environ 15% des croisements réalisés dans les programmes du CIMMYT font intervenir des blés synthétiques (Nemmar M., 1980).

Cette diversification morphologique a été mise à profit en sélection, notamment dans la recherche des gènes intéressants tels ceux qui contrôlent la résistance aux basses températures, plus présents chez les pôles Européens, ceux qui contrôlent la durée du cycle (précocité aux stades épiaison et maturité), chez les pôles Syrie et Jordaniens et ceux contrôlant la grosseur et la vitrosité du grain, chez les pôles méditerranéens (Monneveux, 1991). Les blés cultivés en Algérie appartiennent pour la presque totalité aux espèces *T.aestivum* L. (blé tendre) et *T.durum* Desf (blé dur). À l'intérieur de chaque espèce on trouve de nombreuses variétés botaniques. En effet, la diversité des blés algériens a été à l'origine, étudiée à partir des caractères morphologiques. D'autres paramètres tels que la taille, la forme de l'épi, la position des barbes ont été pris en considération afin de distinguer ainsi un grand nombre de populations (Fischer R.A. ET Maurer R., 1978).

Ducellier en (1930), a décrit l'ensemble des espèces de blé cultivées en Algérie / les blés (avec et sans barbes). Avant l'Indépendance, il en comptait vingt-neuf variétés, d'origine arabes (Hedba, Mohamed ben Bachir, Bidi). Plus de 30 années après les travaux de Ducellier en (1930), Laumont et Erroux (1961) ont mentionné les mêmes variétés cultivées de blé à une ou deux exceptions (Abdelguerf et Laouar, 2000).

Efforts de préservation des ressources génétiques des céréales en Algérie

- Répartition de 44 variétés algériennes de blé dur issue des sélections obtenues de la période coloniale et conservées dans le centre des ressources phylogénétiques de Beltsville au Maryland (USA) grâce à un programme tripartite (ITGC-Ministère de l'enseignement supérieur et ICARDA).
- Caractérisation de 1019 génotypes de blé dur par ITGC. En collaboration avec l'université de Constantine.

Etude bibliographique

- Récupération par ITGC (Institut Technique de Grande Culture), à partir de l'USDA (United States Département of Agriculture) de la variété locale Langlois1527 collecté par Guy Langlois en 1940 sur le plateau du Sersou à Tiaret.
- Caractérisation par l'INRAA de blés sahariens collectés dans la région d'Adrar.
- Etude par l'ITDAS (Institut Technique de Développement de l'Agriculture Saharienne), du comportement variétal des céréales à paille (local et importé) de différentes espèces (blé dur , blé tendre , orge) (Adamou et al , 2005)

2-Moyens d'analyse de la variabilité génétique

L'utilisation de la diversité génétique dans un programme de sélection passe inévitablement par son estimation et par le choix du type de marqueur susceptible de la traduire le plus fidèlement. Les marqueurs génétiques sont des caractéristiques héréditaires qui renseignent sur le génotype de l'individu qui les porte de Prats J. et al (1971).

Plusieurs types sont utilisés pour l'évaluation de la variabilité génétique, à savoir les paramètres phénotypiques, physiologiques et caractéristiques morphologiques.

2-1 les paramètres phénotypiques

Les caractéristiques phénotypiques constituent un outil incontournable dans la classification et la taxonomie des micros et macros organismes et constitue, à nos jours, d'être utilisée (Payot. L, 1979). Elles servent entre autre à repérer d'éventuelle contamination ou encore d'étiquetage. Plusieurs missions de collecte ont été menées pour caractériser la diversité et la structure génétique des populations locales de blé dans les pays du pourtour méditerranéen et en Afrique du Nord et ce depuis 1925 (LAUMONT P. & ERROUX J., 1961). Pour la caractérisation de ces populations, les paramètres agro-morphologiques ont été utilisés Simon. H, Coddacioni. P et Lecoer. X, 1989

De nombreuses études abordent la diversité sur le plan morphologique : cette étude est la plus spontanée et la plus facilement mise en œuvre a priori. Citons par exemple les travaux de Picard E ;(1988) qui évaluent la diversité morphologique et moléculaire d'accèsions anglaises d'orge, entre 1925 et 1995 et de blé. Les caractères phénotypiques mesurés ou observés sont par exemple la forme de des feuilles, le nombre des graines portés par un épi et

Etude bibliographique

sa densité, la longueur du premier segment de rachis, la forme des graines, la saison à laquelle la variété vient à maturité (Prévost P, (2006)).

D'autres travaux se sont basés sur l'évaluation de la résistance des ressources génétiques au stress hydrique. À juste titre les travaux de Bansal et Sinha (1991), Pecetti et al (1993) et Pecetti and Annicchirio (1995) ont porté sur la tolérance des populations de blé au stress hydrique, en se basant sur les études des caractères morpho-physiologiques et agronomiques. Les résultats ont permis d'identifier les variétés qui maintiennent un rendement élevé même en conditions de stress hydrique et qui constituent une source de variabilité intéressante pour les sélectionneurs (Prévost P, (2006)).

2-1-1 Analyse et exploitation des caractères d'adaptation

La sélection du blé des régions à fortes contraintes hydrique et thermique a fait peu de progrès du point de vue amélioration du rendement grain et de l'adaptation à l'évènement. Les difficultés résident dans l'identification et la caractérisation des paramètres liées à la résistance aux contraintes climatiques. La caractérisation des mécanismes qui contrôlent la tolérance aux stress et leur liaison avec l'adaptation au milieu consiste l'axe de recherche le plus d'actualité (LAUMONT P. & ERROUX J., 1961).

Les évaluations qui ont l'objectif de décrire la diversité génétique font appel à des caractères phénologiques et morpho-physiologiques. Ces caractères fournissent des informations différentes et complémentaires qui nous renseignent sur les caractéristiques de production et d'adaptation. Ils constituent donc le point de départ de l'amélioration génétique dans le domaine des céréales.

Selon les auteurs (Blum, 1988 et Bagga et al, 1970) les variétés de céréales les plus tolérantes à la sécheresse sont celles qui se caractérisent par une paille haute. Cette tolérance résulterait de l'aptitude à remplir correctement le gain en phase terminale du cycle grâce aux quantités d'assimilat stockées dans la tige et particulièrement au niveau du col de l'épi (Blum, 1988). Elle s'expliquerait aussi et souvent par le fait qu'une paille élevée est associée à un système racinaire profond capable d'une meilleure aptitude d'extraction de l'eau du sol (Teich A.H., 1982)

La longueur du col de l'épi constitue un bon indicateur de tolérance au déficit hydrique. Le rôle de ce paramètre expliquerait par la quantité d'assimilat stockée par ces organes susceptibles

Etude bibliographique

d'un transfert vers le grain en cas de déficit terminal (Gate et al , 1990) dans le même contexte , des travaux (Blum, 1985 , Febrero et al , 1990) ont également permis de mettre en évidence le rôle considérable joué par l'épi (glumes et barbes) dans la photosynthèse , et donc dans la production d'assimilats concourant au remplissage du grain Gallais. A, 1989

La précocité à l'épiaison utilisées comme critère de sélection et cités comme mécanisme importante dans l'esquive ou l'échappement des contraintes climatiques. Monneveux (1997) indique que la précocité chez les céréales à paille cultivée en zone méditerranées est un mécanisme d'esquive ou d'échappement , qui a ailleurs été largement exploité par les agriculteurs et les sélectionneurs ; mais l'augmentation de la précocité n'est toutefois pas sans inconvénients : de nombreux travaux ont montré l'existence d'une relation positive entre longueur du cycle et rendement potentiel et en cas de gels tardifs , les géotypes tardifs ont une plus grandes probabilité d'éviter cet accident (Barka , 2005)

Selon Ait Kaki, Y la sélection de géotype précoces permet d'éviter la coïncidence des stades critique de développement (floraison –maturation) et les stades d'occurrences maximale de certains accidents climatique (gel, température).

La surface foliaire est un paramètre de sélection d'une importance majeure dans la sélection des variétés tolérantes et pourrait être considère plus faible que la hauteur de la végétation (Ben Nceur et al, 2001). La réduction de la surface foliaire, la glaucescence, la pubescence, l'épaisseur et l'enroulement des feuilles sont des caractères propres à la feuille qui jouent aussi un rôle dans l'adaptation de la plante vis-à-vis de la sécheresse.

Un programme de sélection, mené en Australie, a permis la sélection, grâce à l'utilisation de la discrimination isotopique du processus photosynthétique comme critère phénotypique des blés présentant à la fois une conductance stomatique et une efficacité de l'eau élevée (Bautista-Salas A. M.) conférant des gains de rendement appréciables en conditions particulièrement sèches.

La caractérisation du statut hydrique d'une plante pourrait passer par la seule évaluation de la teneur relative en eau. La TRE parmi les différents critères d'évaluation de la tolérance à la sécheresse proposés par Chalby .N et Demarly. Y, 1991. Plusieurs auteurs citent par Bousba. (2012) suggèrent que les géotypes qui arrivent à maintenir une TRE élevée malgré le stress sont des géotype tolérants.

Etude bibliographique

Divers mécanismes physiologiques sont utilisés par la céréale pour s'adapter à son environnement. Le stockage des substrats carbonés dans le col de l'épi et leur transfert pour aider à un meilleur remplissage du grain, la thermo-stabilité cellulaire, la vitesse de remplissage du grain ainsi que l'efficacité d'utilisation de l'eau pour produire du grain sont autant d'indicateurs des capacités physiologiques d'adaptation (Fellah et al, 2002)

Matériel et Méthodes

Chapitre IV : matériels et méthodes

1- Le matériel végétal

Le matériel végétal étudié est composé de 08 variétés de blé 04 variétés de blé dur et 04 variétés de blé tendre (tableau03)

Tableau 03: Nom et caractérisation des génotypes utilisés dans l'étude

N °	Variétés	Historique	Caractéristiques
Blé dur			
01	WAHA	PLC"S"/RUFF"S"/GTA"S"/RE TT"S"	Adaptation aux hauts plateaux et les plaines intérieurs, précoce Tolérante au froid, sensible à la sécheresse, et aux gelées printanières, modérément sensible aux maladies cryptogamiques
02	CIRTA	HEDBA-03/GDO VZ 619	Adaptation aux hauts plateaux et les plaines intérieurs, précoce Tolérante au froid, à la sécheresse, modérément sensible aux maladies cryptogamiques
03	DJENAHKHTIFA	Variété de population sélectionnée Algérie et en Tunisie durant les années 40	Adaptation aux conditions semi-arides, hauteur de paille importante, tardive à gros grain, moyennement sensible aux maladies cryptogamiques
04	BELIOUNI	Variété de population traditionnelle	Bonne adaptation hautes plateaux, modérément sensible aux maladies cryptogamiques, qualité technologique acceptable
Blé tendre			
01	AKHAMOUKHE	IRENA/BABAX//PASTOR	Adaptation au haut plateaux et les plaines intérieurs, précoce Tolérante au froid, à la sécheresse, , modérément sensible aux maladies cryptogamiques
02	HIDHAB (HD1220)	HD1220/3*KAL/NAC	Zone de culture / plaines intérieures et hauts plateaux (blé correcteur de Anza et Mahon Demias)
03	BEN MABROUK	Variété de population originaire des oasis sud	Très sensible aux maladies cryptogamiques dans le nord , à bonne valeur agronomique et gros gain
04	MAHON DEMIAS	Variété de population originaire des ILS Mahon d'Espagne	Tardive, adaptation aux conditions des hauts plateaux, haute paille , sensible aux maladies et à la verse

Matériel et Méthodes

2- Expérimentation :

2-1 Présentation de la région d'étude

L'essai a été réalisé durant la campagne 2017/2018 à la station expérimentale de l'Institut Technique Des Grandes Cultures (ITGC) d'El-khroub, situé à 14 km au Sud Est de Constantine, à une altitude de 640 m, une latitude de 6.67 Est et une longitude de 36.67 Nord. Selon un dispositif expérimental en blocs randomisés à 5 répétitions (figure 07). Le matériel végétal est semé à la main sur une parcelle élémentaire d'une ligne de 1 m de long avec une interligne de 20 cm. à une profondeur approximative de 2 à 3 cm.

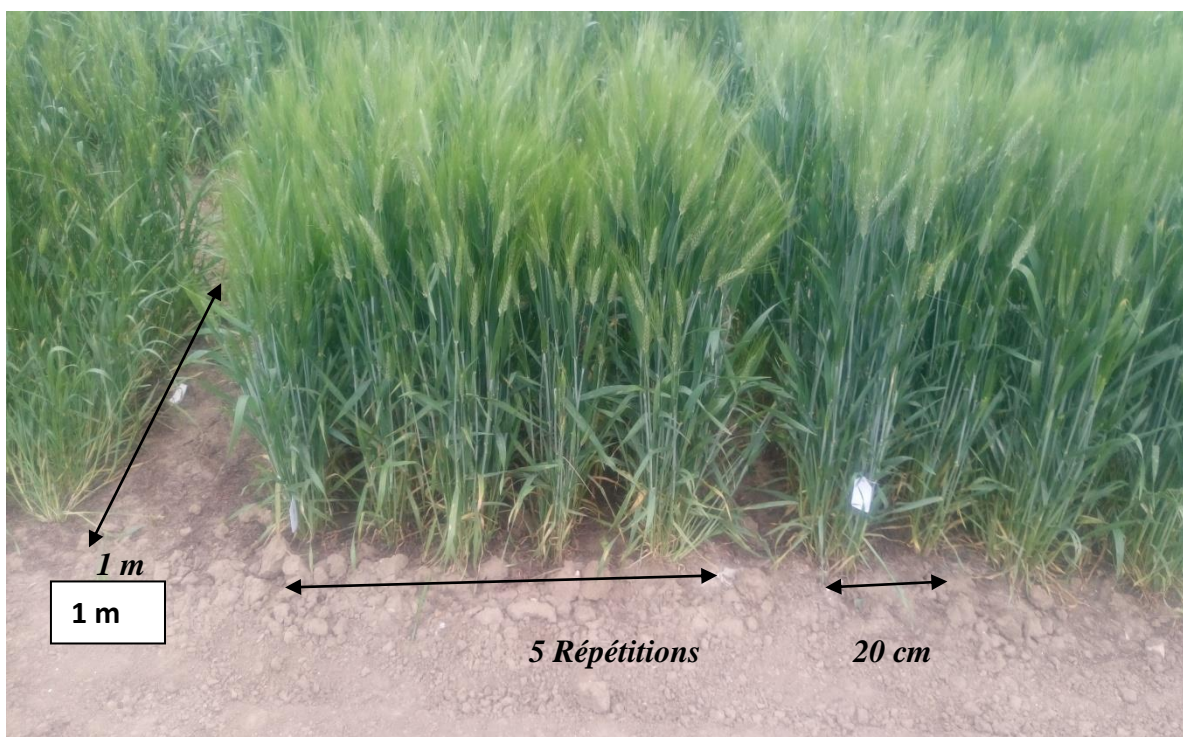


Figure 07 : Dispositif de l'expérimentation

Matériel et Méthodes

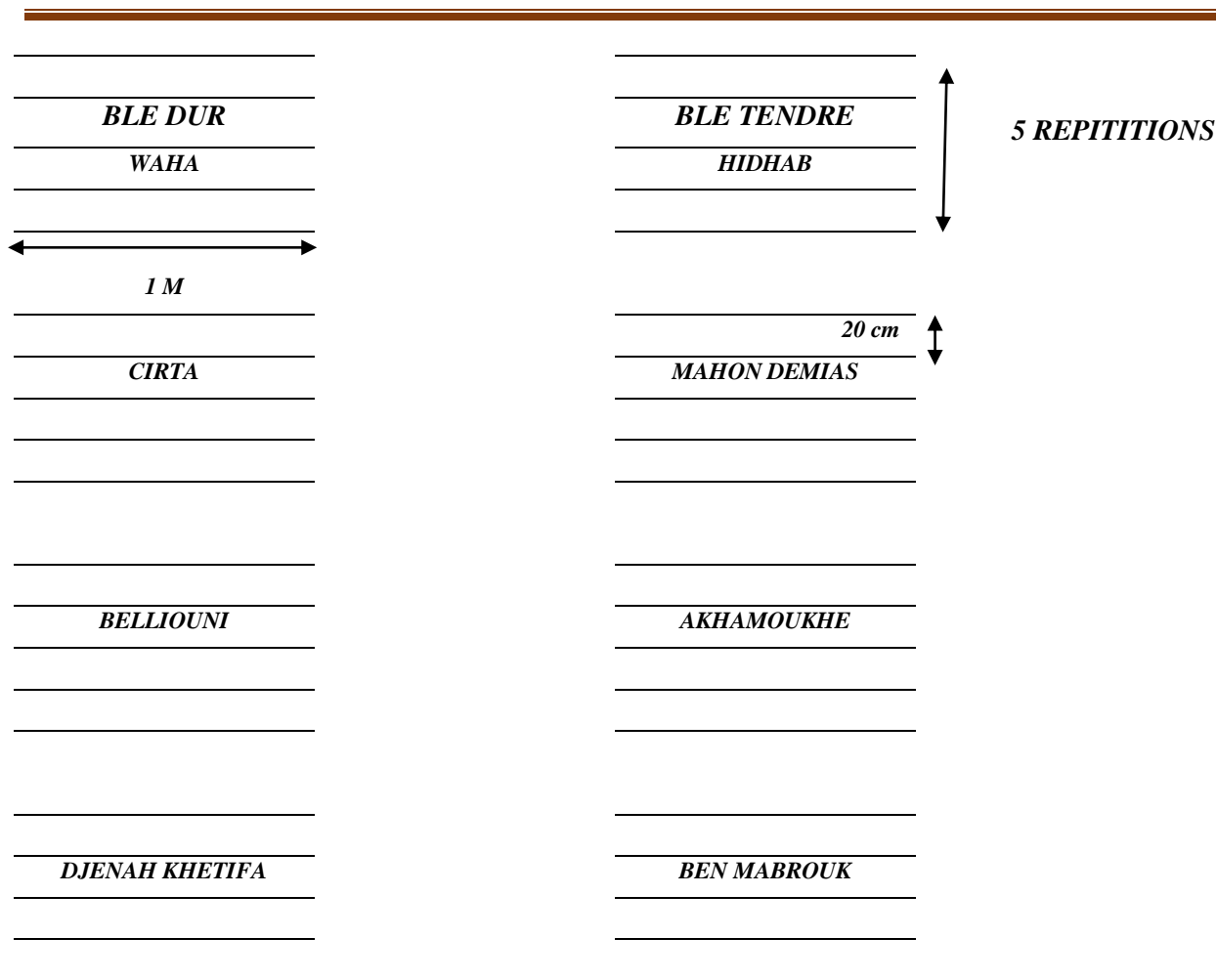


Figure 08 : Plan de l'expérimentation

2-2 Mise en place de l'essai

L'essai a été mis en place le 14/12/2017 sur une parcelle dénommée « SaadBelkhir » à texture argilo limoneuse et ayant comme précédent cultural lentille. Le labour est réalisé à l'aide de la charrue à soc au mois Septembre 2017 à l'aide d'un covercrop après épandage d'un engrais de fond, le MAP. Le désherbage chimique est réalisé dès le stade plein tallage par un herbicide combinant un anti dicotylédone et un anti graminée (Topik + Zoom) à raison de 0.9 l / ha + 120g/ha. Une semaine après, engraissement d'entretien a été réalisé par 140kg /ha de super phosphate à 46 (Urée à 46%) en 2 apports (stade tallage et stade épi 1 cm).

Matériel et Méthodes

2-3 Analyses climatiques (pluviométrie et température)

Pluviométrie

Au vue de la première lecture des chiffres absolus des données climatiques, on peut faire d'abord une comparaison de la pluviométrie globale cumulée lors de campagne 2017/2018 par rapport à la moyenne sur 25 ans ONM. (Figure 08)

Tableau 04 : donnés pluviométriques de Constantine pour la campagne de la station IMITOS 2017/2018 et la moyenne normales sur 25 ans ONM.

MOIS	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avril	total
2017/2018	33	18.5	120.7	62.5	28.4	45	115.6	49,1	472,8
MOY 25ans	37.5	38.6	44.6	73.2	62.8	53.8	56.2	59	425.7

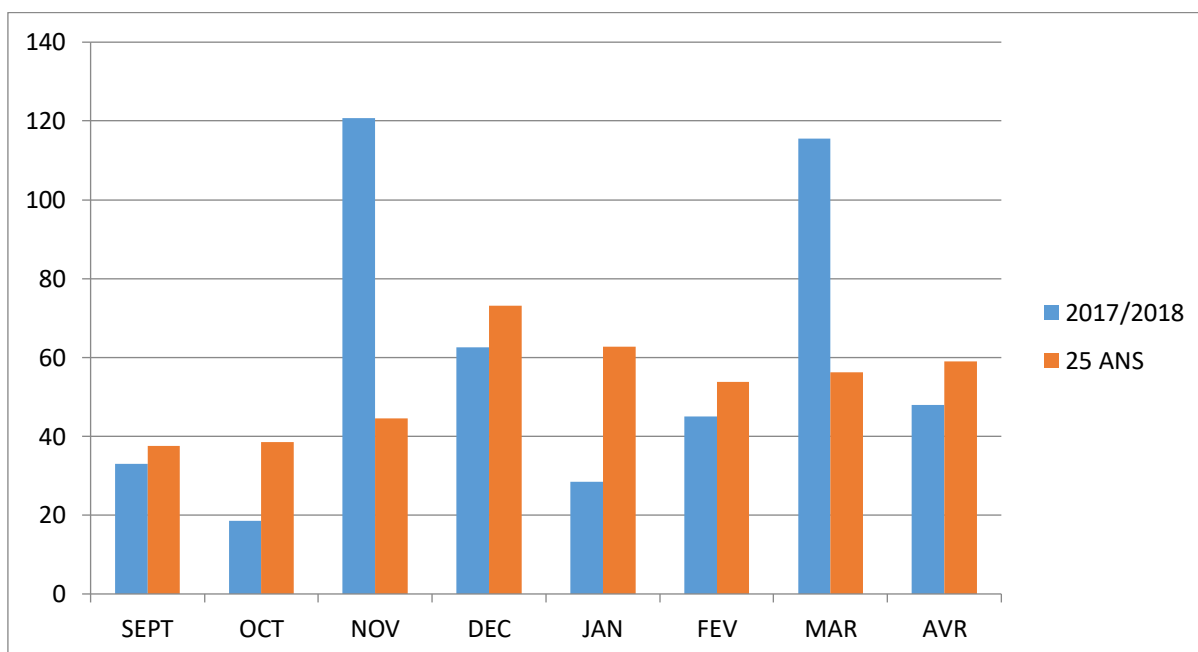


Figure 08: Histogramme de pluviométrie de la campagne 2017 /2018 et de la moyenne de 25 ans

Pour l'analyse mensuelle, on remarque une nouvelle particularité pour les mois de novembre et Mars et ce pour campagne 2017 /2018 ; le cumul mensuel est atteint de 120,7 mm de mois de novembre et le mois mars 115,6 mm

Matériel et Méthodes

Hormis les mois de novembre et de mars où un grand écart positif a été signalé (+76.1 mm , 58,8 mm) ; l'écart a été négatif pour tous les autres mois de la campagne allant de – 4,5 mm à - 20,1 mm .

De point de vue agronomique, on peut dire que cette campagne 2017/2018 le cumul pluviométrique a été bonne dans l'ensemble ; il y avait certes des écarts négatifs mais cela n'a pas affecté beaucoup le bon développement du végétal étant donnée la réserve existante dans le sol.

Il est signalerque le déficiten décembre a été de (– 10,7 mm) mais en janvier il a été beaucoup plu important (-34,4 mm) et ce manque d'eau au moment où la plante en a le plus besoin pour démarrer le processus de germination et de levée a été très ressenti .

A partir de mars on a constaté une forte pluviométrie avec chute de neige avec un excédent de 58,8mm par la suite on a connu des déficits mensuels de mois d'avril de 10 mm

Température

Pour la campagne 2017/2018 et comme pour beaucoup d'autres, le phénomène température a été fondamental pour le développement du végétal, et par la même l'élément clé déterminant de la production descultures

En effet, les températures ont affecté directement le végétal mis en culture ; des records jamais égalés ont été signalés par la station ITMOS. Pour les bases températures, on a noté des minimas extrêmes de -1 à -3 Durant plusieurs nuit en hiver (décembre - janvier – février.). Quant aux hautes températures, le record de 28 ° C au mois d'avril

Ceci nous permet de conclure que durant cette campagne, c'est le paramètre températures qui a surtout influé sur la production d'abord par un effet important en hiver où les basses températures sur plusieurs journées continues avec de nombreusesjournées de gelée (25 jours total) ont ralentie mêmefreiné la croissance des plantes. et c'est surtout au printemps et en été où les forte chaleurs avec des maximums absolues de 28°C à 30°C en avril, ont agi négativement sur la période d'épiaison.

Matériel et Méthodes

Tableau 05 : Températures moyennes mensuelles, minimas et maximas et fréquences des gelées ayant prévalu à Constantine durant la campagne (2017 / 2018)

Température	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr
Moyenne (°C)	24,35	18,79	12,37	9,22	7 ,88	7 ,39	9,74	13,33
Maxi absolues (°C)	25,72	19,65	13,20	09,87	7,88	08,07	10,47	20,13
Min absolues (°C)	23 ,26	17,61	11,60	08,55	07,10	06,74	08,95	07
Nombre jours de Gelée	0	0	1	6	6	10	2	0

2-4 paramètres et mesures

Suivi et notation

La caractérisation des variétés a été basée sur un ensemble de paramètres liés à la phénologie, la morphologie et la physiologie de la plante ainsi que les composantes.

- **Paramètre physiologique**

Teneur relative en eau

La teneur relative en eau de la feuille est déterminée par la méthode décrite par Grignac P.H., 1965). Elle constitue l'un des critères d'évaluation des tolérances à la sécheresse proposée par (Teoule. E, 1999)

Selon cette méthode les feuilles coupées sont directement pesés (poids frais PF) et plongées dans des tubes à essai remplis d'eau distillée, les tubes sont placés dans l'obscurité dans un endroit frais, après 24 H, les feuilles saturées sont pesées de nouveau (poids de turgescence PPT), enfin l'échantillon est mis à sécher à l'étuve à 85°C et pesé une dernière fois après 48H (poids sec PS).

$$\text{TRE (\%)} = (\text{PF-PS}) / (\text{PPT-PS}) \times 100$$

Température de couvert

La température de surface du couvert végétal est une caractéristique physique de la plante influencée par la contrainte hydrique. Cette mesure à l'échelle de la culture représente la résultante de bilan d'énergie donc l'état de l'offre réelle de la plante vis-à-vis de la demande

Matériel et Méthodes

climatique. Cette température combinée avec la valeur minimale (température d'une culture dont les surfaces sont saturées) et la valeur maximale (température d'une surface sèche) est un indice souvent utilisé pour déterminer le moment des irrigations (MEYNARD J.M., SEBILLOTTE M., 1983). Grâce à la technique de la thermométrie infrarouge on a pu mesurer aisément et rapidement la température du couvert végétal de différentes variétés. La succion de la plante varie en cours de journée ; elle est maximale en plein midi solaire et diminue au cours de la nuit pour être minimale à l'aube. Pour cette raison les mesures ont été réalisées au cours du stade épiaison de beau temps (8 h du matin) aux environs du midi solaire, et à la fin de la journée (vers 17 h). Les mesures sont effectuées sur la feuille étendard de la plante (VALDEYRON L., 1961)

- **Mesure de la chlorophylle (unité SPAD)**

Dans nos essais expérimentaux, le taux de chlorophylle est déterminé en unité de SPAD à l'aide d'un chlorophylle mètre, model MINOLTA de type SPAD-502 (Soil And Plant Analyse Développent) .le chlorophylle mètre à utiliser pour évaluer la teneur en azote des feuille puisque la major partie de l'azote est contenue dans la chlorophylle. L'appareil a la forme d'une pince, facile à utiliser, il suffit de fermer la pince vide sur elle –même pour étalonner l'instrument. Par la suite, trois des mesures sont effectuées au niveau de la feuille sur trois en droits différents :(sommet , milieu et base) . la moyenne des trois valeurs s'affiche sur l'écran à la fin.

• **Paramètre phénologique**

La phénologie étant l'étude de l'influence des climats sur les phénomènes périodiques de végétation. Tous les stades de développement phenologique ont été déterminés selon l'échelle de (Zadocks et al ,1974). On a compté la durée de jours de différentes phases du cycle de développement de la plante pour les 8 géotypes de bé étudiés : - semis – tallage,-semis épiaison, quand 50% des plantes par parcelles avaient atteint le stade donné.

• **Paramètre agronomique**

- **Le nombre de talles herbacées (NTH)**

Il est déterminé par comptage direct de nombre de talles herbacées (à l'exception du maître brin) de chaque variété, à partir du 4 feuille jusqu'au stade début gonflement. On a déduit ensuite la moyenne de talles herbacées / plante.

Matériel et Méthodes

- Le nombre de talles épis (NTE)

Il est déterminé par comptage direct du nombre d'épis formés (à l'exception du maître brin) au stade floraison. On déduit ensuite la moyenne des talles épis/plante.

Par la suite on a déduit **le rapport tallage épi/tallage herbacé (TEH)**

• Paramètre morphologique

- Hauteur de la plante en cm

On a mesuré la hauteur de la plante. Au stade épiaison à partir du ras du sol jusqu'aux sommets des barbes de l'épi. Elle est exprimée en cm.

- La surface foliaire cm^2 (SF)

La surface foliaire est déduite par la formule : $\text{SF}(\text{cm}^2) = 0.0606(L \times l)$ ou L : longueur totale des 5 feuilles, l : largeur moyenne des 5 feuilles et 0.0606 : coefficient de régression reliant la surface des feuilles photocopiées sur papier grammage sur celle déduite par le produit L x l. (Spagnoletti-Zeuli et Qualset, 1990).

- Longueur des épis sans barbes

On mesuré un échantillon de 10 épis sans barbe /génotype, au stade épiaison à partir de la base de l'épi(1er article du rachis) jusqu'au sommet de l'épillet terminal. Elle est exprimée en cm

- Longueur des barbes :

On a mesuré un échantillon de 10 épis /génotype, au stade épiaison à partir du sommet de l'épillet terminal jusqu'au sommet des barbes. Elle est exprimée en cm.

Chapitre V : Résultats et discussion

1- Caractère agro-morpho-physiologique de blé

1- Paramètres phénologiques

1-1 Durée semis – tallages

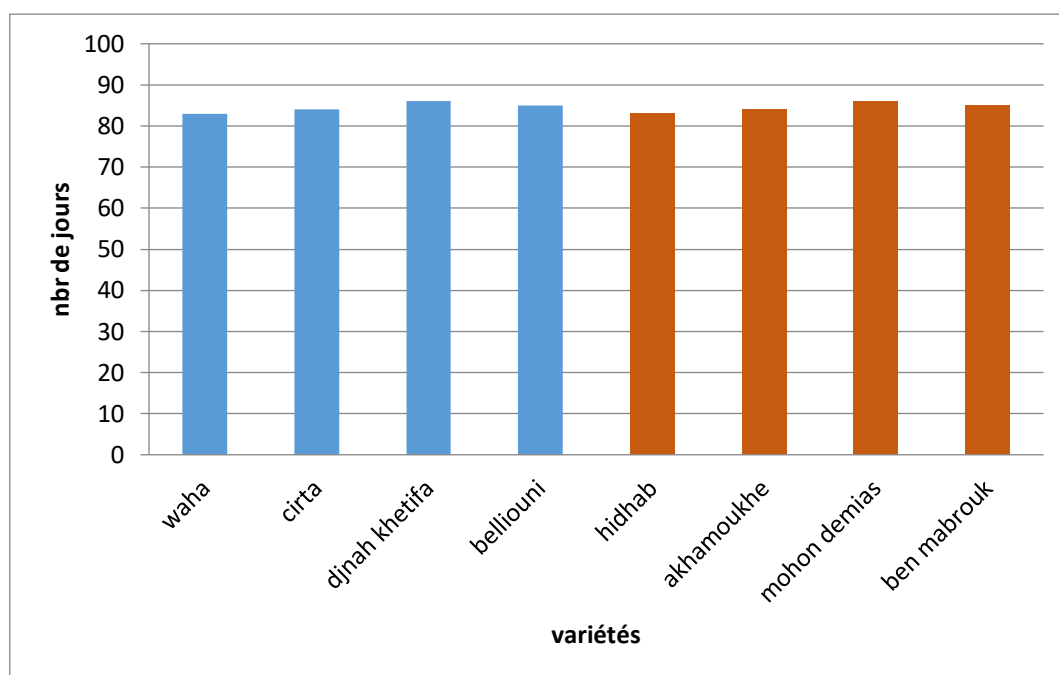


Figure 09: Nombre de jour du semis au tallage

La longueur de cycle de semis – tallage varie entre 83 et 86 jours respectivement pour le blé dur chez les variétés Waha et Djnahkhetifa et pour blé tendre chez Hidhab et Mhondemias . Ces résultats indiquent une tendance de similitude dans la croissance du cycle végétatif .Selon Soltner , (2005) la période végétative s'étale de la levée a la montaison durant 60 à 110 jours.

1-2 Durée semis – épiaison

Selon plusieurs auteurs, la précocité d'une variété est déterminée à partir de la durée de cycle de développement allant du semis à l'épiaison. Selon les phases du cycle biologique des variétés étudiées et à la lumière des résultats obtenus (figure10) , nous pouvons classer les géotypes 3 groupes principaux pour le blé :

Résultats et discussion

Les variétés Waha et Cirta présentent une période d'épiaison de 125 et 126 jours, ces variétés précoces.

La variété de deuxième groupe considérée comme précoce (BenMabrouk, Akahoukh, Hidhab) par rapport au premier groupe présente un léger retard dans la réalisation des étapes du cycle végétatif, avec une période d'épiaison variable entre 127 - 130 jours.

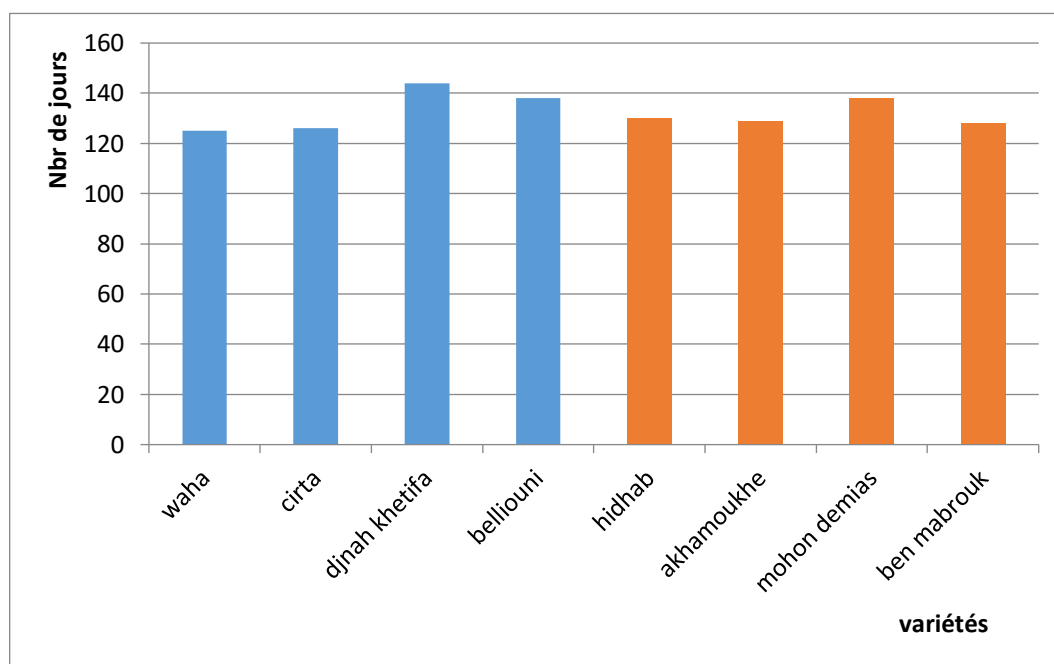


Figure 10 : Nombre de jours semis à l'épiaison

Les génotypes du troisième groupe considérés comme tardifs (Mahon demias, Belliouni, Djannah Khetifa) présentent un retard assez important avec une durée d'épiaison de 138 - 144 jours.

La précocité d'une variété est déterminée à partir de la durée de cycle de développement allant du semis à l'épiaison. Une variété est considérée comme précoce si la durée de son épiaison depuis le semis est inférieure à 100 jours, elle est semi-précoce si la durée se situe entre 100 et 120 jours et tardive si cette durée dépasse les 120 jours (Couvreur, 1985).

Résultats et discussion

D'après Wardlaw et al,1995 , la précocité à l'épiaison est utilisée comme un critère sélection et citée comme mécanisme important dans la sélection , aussi dans l'échappement des contraintes climatiques (stress hydrique , hautes températures etc) . ce critère de sélection nous permet de choisir des nouveaux géotypes plus performants et possédants des paramètres de tolérances et d'adaptation aux contraintes environnementales. alors on peut conclure que le géotype très précoces et précoce caractérisent les zones d'hiver doux et d'été sec à chaleur précoce. Par contre , les variétés tardives caractérisent les zones

2- Caractères agronomiques

2.1 Nombre de talles herbacées(NTH)

La meilleure capacité de tallage herbacées s'observe chez la variété Djenah Khetifa avec une moyenne de 6,33 talles herbacées (tableau03). Cependant la valeur minimale 3,83 talles par plante est enregistrée chez la variété Mahon Demias (figure11) .l'analyse de la variance, nous relève des différences significatives pour ce paramètre (annexe 01) .la capacité de tallage est considérée et reconnue comme l'un des principaux traits de plasticité en réponse à des conditions environnementales différentes (Rachedi MF., 2003). La puissance de tallage est pour certains auteurs l'origine d'une consommation d'eau non traduite par une production conséquente en épis et en grains, ce qui diminue alors l'efficacité d'utilisation de l'eau par la plante quand elle est confrontée à une contrainte hydrique. la grande consommation d'eau par les cultures ayant une grande surface foliaire pourrait être un handicap dans les zones à pluviométrie limitée, surtout à la fin du cycle de développement. Un bon tallage herbacé combiné avec une grande surface foliaire n'est pas désirable sous de telles conditions. En revanche, un tallage herbacé élevé couplé à une surface foliaire réduite pourrait mieux convenir (Lafon. IP ; Tharaud. C et Levey. B,1990).

2. 2 nombre de talles épis (NTE)

Pour ce paramètre les valeurs s'étalent entre 0,89 et 5,32 talles épis présenté par les variétés Djenah Khetifa et Ben Mabrouk respectivement (figure11). L'arrêt de tallage ainsi la production de nombre de talles fertiles est conditionnée par des nombreux facteurs génétiques,physiologique et environnementaux. un gène d'inhibition du timon, a été cartographié sur le chromosome, qui est responsable de tallage précoce induit un arrêt de croissance des bourgeons auxiliaires(Zahour A ,1992).

Résultats et discussion

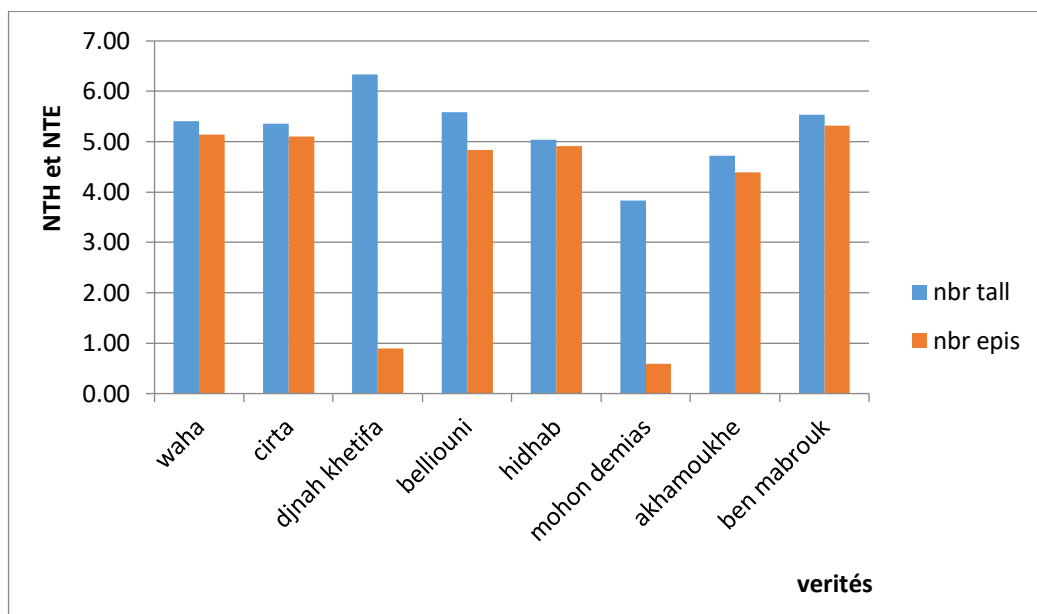


Figure 11: Nombre de talle herbacée et nombre de talles épis

3- Paramètres morphologiques

3.1 Surface foliaire de la feuille étendard

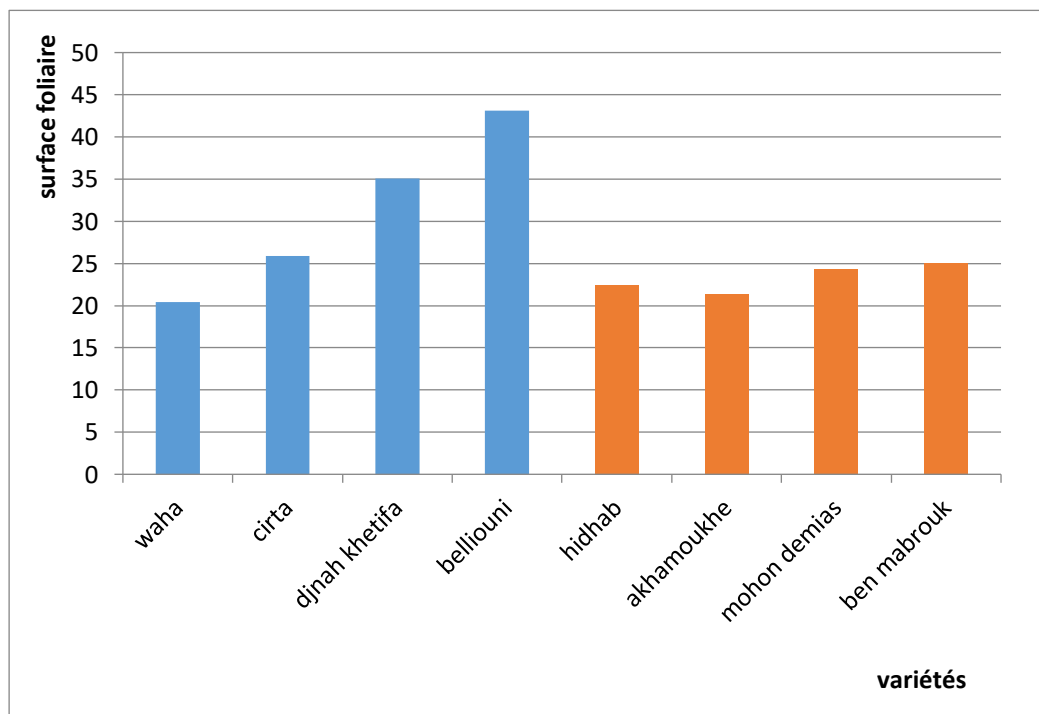


Figure 12 : Surface de la feuille étendard de 8 variétés

Résultats et discussion

C'est paramètre varie entre 43,10cm² et 20,39cm², la feuille étandard la plus large observées chez la variété Bellioluni 43,10cm², cependant les plus étroites sont observées chez la variété Waha (20,39). l'analyse de la variance de la surface foliaire étandard indique une différence significative entre les génotypes étudiés qui se traduit par les fonctionnements indiqués des plantes nos conditions (annexe 03)

La mesure de la surface de la dernière feuille développée permet d'apprécier l'influence du déficit hydrique sur la croissance des organes végétatifs aériens (Monneveux Ph., et Nemmar M., 1986). La diminution de la surface foliaire des feuilles considérées comme une réponse ou une adaptation au manque d'eau (Blum, 1996).

L'étude de certains paramètres morphologiques par (Monneveux, 1997) de la partie aérienne (surface de la dernière feuille, masse de substance sèche des parties aériennes, potentiel hydrique), montre que les variétés algériennes se caractérisent par une surface foliaire élevée et une masse végétative importante.

A l'opposé Abbassenne, (1997), suggère qu'une variété avec une faible surface foliaire est capable de faire un bon rendement grâce à une meilleure efficacité d'utilisation de l'énergie lumineuse par unité surface foliaire.

3.2 la hauteur de la plante :

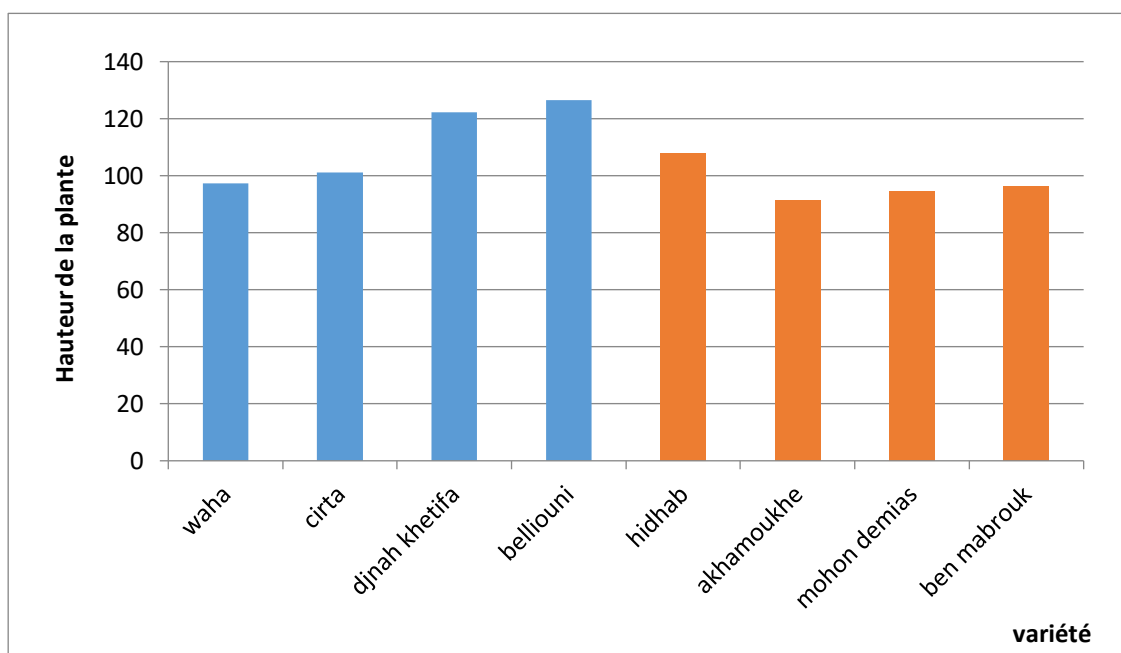


Figure 13: Hauteur de la plante chez l'ensemble de variétés étudiées

Résultats et discussion

La hauteur des plantes varie de 91,2 cm à 126,4 cm (figure13) enregistré chez les variétés Akhamoukhe et Belliouni respectivement, avec une moyenne globale de 104 ,6 cm. la valeur de la hauteur des plantes perme individualiser deux groupes différents ; les populations locales sont les plus hautes (126,4cm), la variété sélectionnée se caractérise avec une taille réduite de 91,2 cm

L'analyse de variance a relève une déference significative entre les variétés (annexe 03) ceci est largement documenté et est dû au fait que les génotypes améliorés contiennent des gènes de nanisme (El- Hakimi, 1995).Des résultats similaires ont été obtenus par Gallais. A et Bannerot. H ,1992).

Plusieurs auteurs cités par Grignac. P, 1978 indiquent que les variétés de céréales les plus tolérantes à la sécheresse sont des variétés à paille hautes. Selon le même auteur, cette tolérance est induite par un développement racinaire important en profondeur permettant l'extraction de l'eau des horizons profonds.

3.3 Longueur de barbes

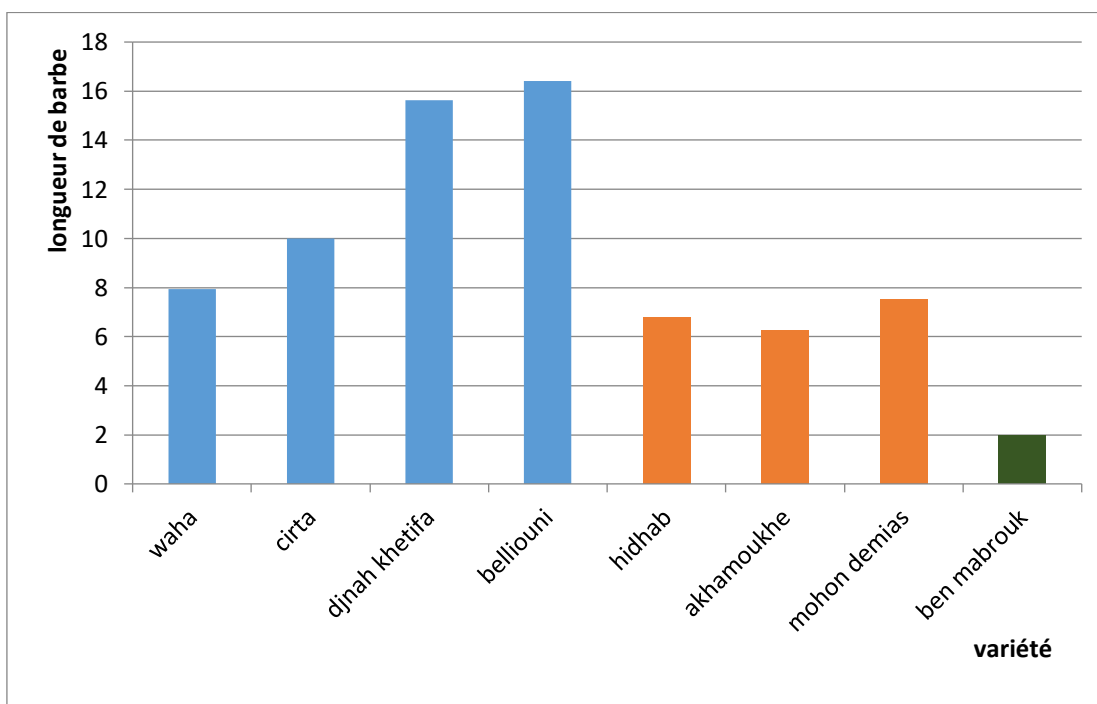


Figure 14 : La longueur de barbe

Résultats et discussion

Ce paramètre varie entre 6,24 cm et 16,4 cm chez Akhamoukhe et Belliouni respectivement (figure14). On a enregistré une moyenne de 8,06 cm (tableau06). L'analyse des moyennes de la longueur de barbes fait ressortir les groupes suivants : le blé dur avec une moyenne 10,49 cm et le blé tendre avec 6,84 cm de longueur. Il est à noter que les variétés étudiées dans notre essai présentent toutes des barbes sauf la variété blé tendre Ben mabrouk avec moyen arrête. L'analyse de la variance a révélé une différence significative entre variétés (annexe 03)

Les barbes peuvent améliorer le rendement en conditions de sécheresses par augmentation de la surface photosynthétique de l'épi (Grignac.R ,1986) après la sénescence de la feuille étendard (Bouzerzouz , 2004). Cependant selon Benmahamed A., Djekoune A., ET Hassuos KL. 2005 leur présence n'apparaît pas comme un critère d'adaptation à la sécheresse.

3.4 Longueur de l'épi

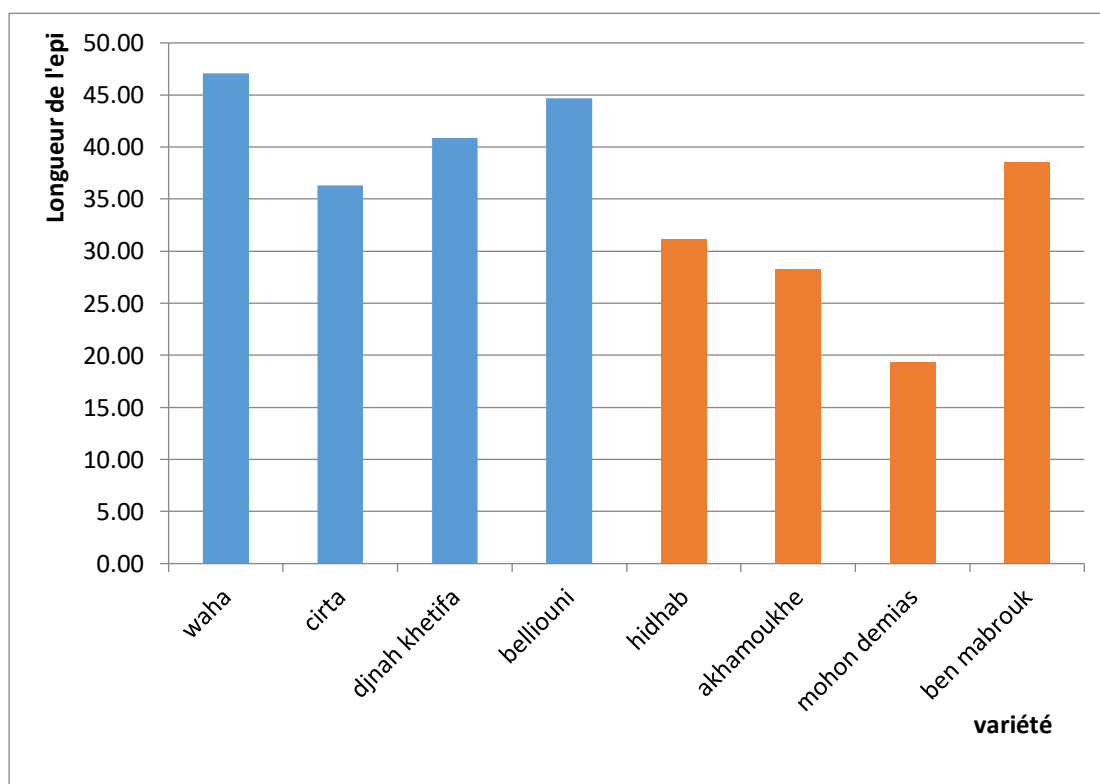


Figure 17 : Longueur d'épi chez l'ensemble de variété étudiée

Résultats et discussion

Les longueurs obtenus pour la longueur de l'épi montrent que l'épi le plus long mesure 12,3 cm est observé chez la variété Akhamokhe par contre la variété Waha présente l'épi le plus petit 8,34 cm (figure 15). et une moyenne de l'ordre de 10 cm (tableau 06) .l'analyse des moyennes de la longueur d'épi fait ressortir les groupes suivant : le blé dur avec une moyenne 8,76 cm et le blé tendre avec 11,25 cm de longueur .

L'analyse de la variance a relevé une différence significative entre les variétés (annexe03) . d'après Barkatmalika, une longueur élevée de l'épi est un paramètre prédictif d'un indice de récolte et d'un potentiel de rendement élevé .De même plusieurs auteurs montrent le rôle important d'un épi long dans la photosynthèse et la transpiration ainsi à la contribution à la production des assimilats pour le remplissage de grains (Blum. A and Pnuem. Y . ,1990)



Figure 15:Epi de blé dur Beliouni

Résultats et discussion

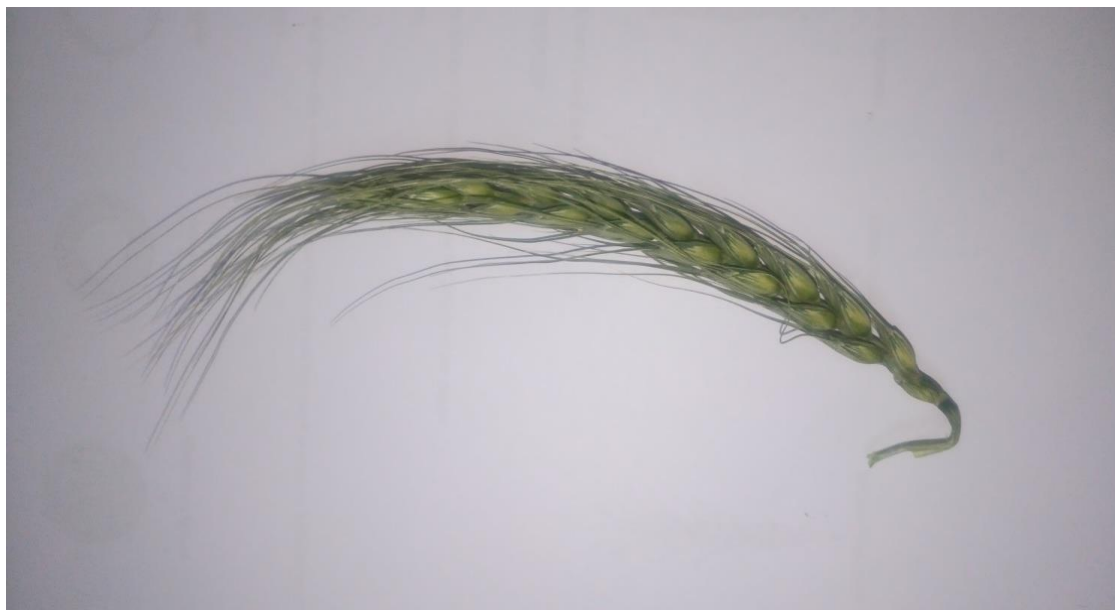


Figure 16: Epi de blé tendre

4 - Paramètre physiologique

4.1 Le taux de chlorophylle

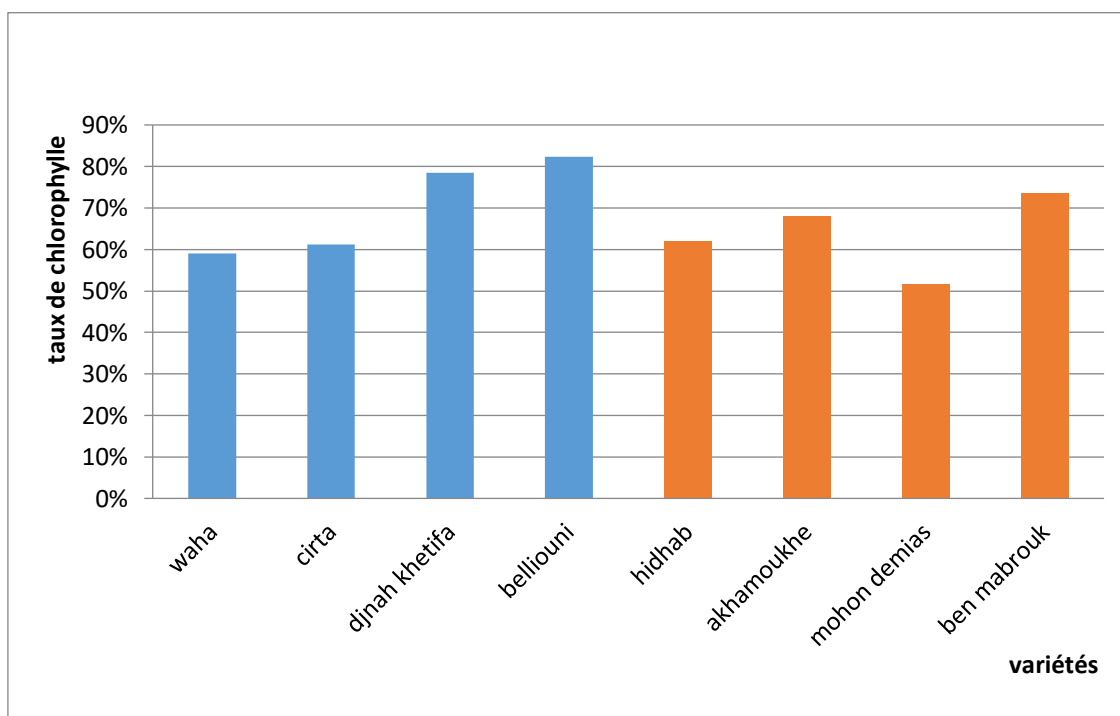


Figure 18 : Le taux de chlorophylle

Résultats et discussion

Les résultats relatifs aux taux de chlorophylle des différents génotypes sont représentés par la figure 18

La figure montre que le taux de chlorophylle moyen des différents génotypes de 35,78 U.spad , avec une valeur maximale est enregistrée chez la variété Waha (47,10 U.spad) et la valeur minimale chez Mahon Demias (19,33).L'analyse de variance a montré une différence significative

Mokhtar et al , 2009 ; Cha-um et Kirdmanee , 2008 et Rong-hual et al , 2006 , qui montrent que le manque d'eau induit une chute de la teneur en chlorophylle dans les feuilles . la chute des teneurs en chlorophylle est la conséquence de la réduction de l'ouverture des stomates visant à limiter les pertes en eau par évapotranspiration et par augmentation de la résistance à l'entrée du CO₂ atmosphérique nécessaire à la photosynthèse (Bousba et al ; 2009) par contre l'augmentation des teneurs en chlorophylle est la conséquence de la réduction de la taille des cellules foliaires sous l'effet d'un stress hydrique qui engendre une plus grande concentration (Acevedo E. Silva H. (2002)) .

La teneur des feuilles en chlorophylle est un facteur important dans la détermination du taux de la photosynthèse et de la production de la matière sèche (ERROUX J., 1961), elle peut être influencée par beaucoup de facteurs tels que l'âge des feuilles, la position des feuilles, et les facteurs environnementaux tels que la lumière, la température et la disponibilité en eau (Febrero A.; Brot J.; Brown R.H. et Ariaus J.L., 1990)

4.2 La température relative

La moyenne de température de couvert végétal varie entre 24.13°C et 30.00°C avec une moyenne de 25,99 °C (tableau 04). La température la plus élevée est notée chez la variété Mahon Demias 30.00 °C. Cependant les températures les moins élevées enregistrées chez Waha (figure 19). L'analyse de la variance révèle que les variétés étudiées présentent une différence significative (annexe 03).

L'utilisation de la mesure de la température de surface d'un couvert végétal par radiométrie infrarouge, a connu un développement important ces dernières années. En effet, comparativement aux autres techniques dites classiques, elle offre l'avantage d'être rapide, précise et n'affecte pas directement le végétal . Son domaine d'application s'étend

Résultats et discussion

à la détection d'un stress qui survient à n'importe quel moment du cycle de la plante (Couvreur F., 1981)

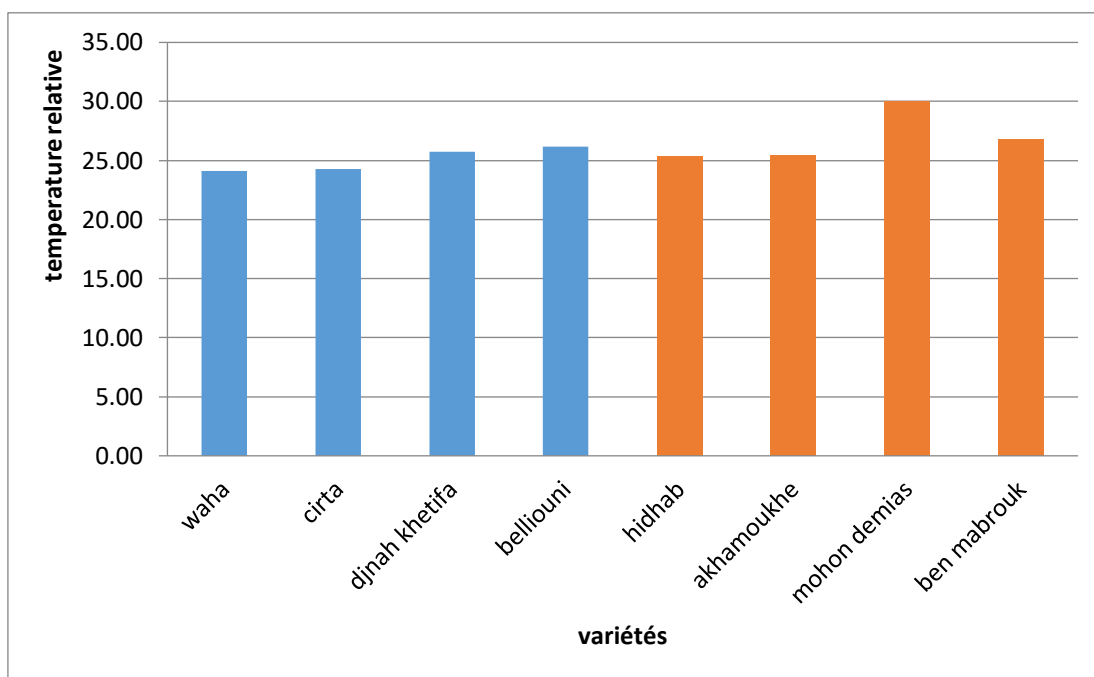


Figure 19: Moyenne de température de couvert

L'élévation de la température au de là des 25°C oblige la plante à utiliser une partie des substrats carbonés stockés dans le col de l'épi et la dernière feuille (Fellah et al , 2002) . Une plante à stress hydrique réduira la transpiration et aura généralement une température plus élevée que la variété non stressées (Fouroughi Wehr .B; Friedt. W ET Wenzel. H, 1989)

Selon (Gate P et al., 1992) les génotypes tolérant aux stress hydriques et thermique sont capable des maintenir la température de leur feuillage à un seuil inférieur à celui de la température maximale de l'air ambiant . A partir du stade épiaisons et durant la période de remplissage du grain , la température foliaire est corrélée négativement avec le rendement grain (Gate P., Bouthier A., Casablanca H. et Deleens E., 1992)

4.3 La teneur en eau

La teneur relative en eau la plus observée dans l'essai chez Belliouni (82%) , alors que Mahon Demias possède une teneur relative en eau la plus faible de (52%) (figure 20) . la moyenne enregistré est 67% (tableau 06) .l'analyse de la variance (annexe03) révèle que les variétés présentent une déférence non significative.

Résultats et discussion

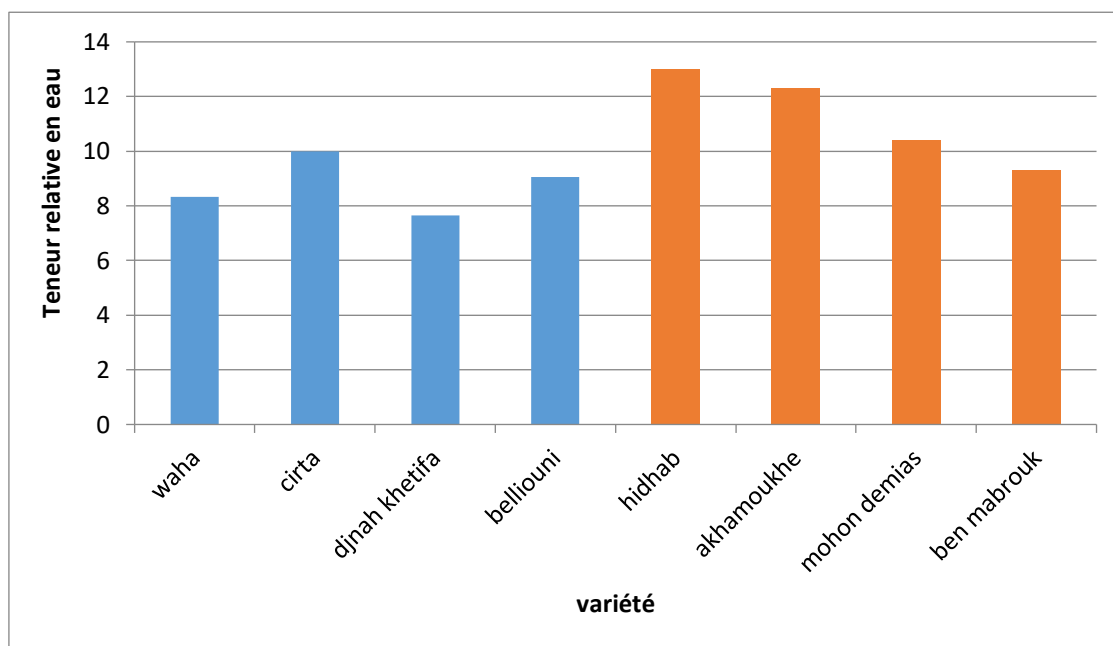


Figure 20 : Moyenne de teneur relative en eau de 08 variétés

En effet, les espèces végétales qui maintiennent des teneurs foliaires relatives en eau élevées sont considérées comme étant des espèces résistantes à la sécheresse et /ou à la salinité (Zair M, 1994). Cette résistance est expliquée par Rossignol, J. et al (2000) par la capacité d'une grande absorption de l'eau du sol ou la capacité des stomates à réduire la perte d'eau.

La comparaison des moyennes de teneur en eau chez les variétés s'explique par l'effet des températures élevées durant la période élevée et l'anthèse avec des moyennes maximales absolues de 30°C en avril, 32°C en mai. Les températures élevées ont une incidence sur la fermeture des stomates, réduisant ainsi l'entrée du CO₂ dans les feuilles et donc l'activité photosynthétique. (Salferet Andrade, (1990) et Gate (2008)). Larbi et Mekliche (2004), Allahverdiyev (2015) suggèrent que le maintien de la turgescence est souvent considéré comme un bon indicateur de l'état hydrique de la plante et peut être le résultat d'une accommodation transitoire par une fermeture partielle des stomates.

Résultats et discussion

Tableau 06: Valeur moyennes, maximale et minimales des caractères étudiés

Variable	Minimum	Maximum	Moyenne
Nombre de jours à tallage	65	68	66.5
Nombre de jours à l'épiaisons	115	144	132.25
Nombre de talles épi	0.59	5.32	3.90
Nombre de talles herbacée	3.83	6.3	5.23
Teneur relative en eau	52	82	67
Taux de chlorophylle	19.33	47.10	35.78
Température de couvert	24.13	30.00	25,99
Hauteur de la plante	91.2	126.4	104.6
Surface foliaire	20.39	43.10	27
Langueur de barbe	6.24	16.4	8.06
Longueur d'épi	7.64	12.3	10

La variation entre les accessions de blé a été significative pour l'ensemble de caractère phréologique et morfo-physiologique, comme le montre l'analyse de variance. Une telle variabilité élevée dans le blé algérien a également été noté par Allam et al (2015) et Boudour et al (2011), Hamdi et al (2011).

L'utilisation de ces caractères comme critères de sélection indirecte dans un programme d'amélioration génétique peut être considérée comme une approche efficace (Bansal K.C and Simha S.K (1991)

Conclusion générale

Conclusion générale

L'identification et la caractérisation de germoplasme sur le plan phénotypique constitue l'étape majeure dans le programme d'amélioration. La sélection pour l'adaptation ou pour la tolérance aux stress abiotiques suit plusieurs voies dont l'utilisation de la phénologie, la morphologie, la physiologie, ainsi que le comportement global de la plante vis-à-vis de la variation environnementale. Et c'est dans ce contexte que notre travail s'inscrit.

Notre travail consiste en l'étude du comportement de 08 variétés de blé (blé dur et blé tendre) à travers les aspects phénologiques, morphologique et agronomique ; vue leur importance en tant que critères de sélection et leur utilisation dans le ciblage des génotypes adaptés et performants dans les conditions intrinsèques du milieu, l'analyse de la phénologie et la durée des différents stades de développement dégage une variabilité génotypique significative entre les variétés étudiées. Les variétés sélectionnées de blé montrent la durée d'épiaison la plus précoce contrairement aux variétés anciennes qui sont les plus tardives.

L'étude de caractères physiologiques et morphologiques liés à l'adaptation aux contraintes climatiques a permis de montrer la capacité des variétés sélectionnées à maintenir une température du couvert végétal moins élevée, que celle de l'air ambiant et de paille courte à moyenne et longueur de barbe moyenne, une moindre surface foliaire accompagne une faible teneur relative en eau, avec un taux de chlorophylle élevés.

Cette étude a pour objectif de comparer la performance des variétés sélectionnées et des variétés anciennes vis-à-vis des conditions environnementales au cours d'une campagne d'expérience sur le terrain, qui a été typique d'un climat méditerranéen avec une tendance à l'augmentation des températures au printemps et à une répartition inégale des pluies.

Les résultats de la présente étude indiquent que les composantes du rendement sont très sensibles aux variations environnementales et présentent souvent un effet compensatoire. Des rendements élevés sont associés à un rapport tiges herbacées / tiges épis équilibré, constituant des critères de choix pour démarrer un programme de sélection pour une meilleure reproduction. Les variétés blé dur (Waha, Cirta) et blé tendre (Hidhab, Akhamokhe) se sont avérées lors de la campagne les meilleurs génotypes de point de vue de rendement en nombre d'épis, cette performance attribuée à l'effet d'interaction entre les différentes caractéristiques. Leur précocité a permis de minimiser les risques sur la production, relativement à des variétés plus tardives pour lesquelles les risques de sécheresse et d'échauffement thermique ont toutes chances

Conclusion générale

d'être plus élevés. En effet, la stabilité des performances des cultivars doit être recherchée en combinant, les capacités d'adaptation de variétés locales anciennes au potentiel élevé de rendement et des variétés améliorées.

Notre étude a permis l'évaluation de la diversité phénotypique et génétique de blé, constitue une valeur scientifique prometteuse. Cependant, l'ouverture des nouvelles perspectives, dans le but de rentabiliser davantage nos investigations, reste judicieuse :

- L'élargissement de cette collection du blé en y apportant des nouvelles accessions provenant de toutes les régions d'Algérie non étudiées.
- L'étude de rendement et ces composantes sur plusieurs sites et plusieurs années pour confirmer la stabilité des performances des variétés blé dur Waha et Cirta et pour blé tendre Hidhab et Akhamoukhe
- Approfondir l'étude sur l'ensemble des variétés locales algériennes de blé présentant des capacités d'adaptation et constituant un réservoir génétique pour le programme de sélection

Ces objectifs exigent de réels efforts de recherche pour exploiter davantage les ressources génétiques de blé disponibles et répondre encore aux nouveaux enjeux de l'alimentation humaine en matière d'innovation et de différenciation des produits.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

Abbassenne F. Etude génétique de la durée des phases de développement influence sur le rendement et ses composantes chez le blé dur (*triticumdurumdesf*). thèse de magister , INA Alger , 1997 ,70p.

Ait Kaki, Y. contribution à l'étude des mécanismes morpho physiologiques de tolérance au stress hydrique sur 5 variétés de blé dur (*triticumdurumdesf*). Thèse de Magister .Université d'Annaba , 1993 . 113p.

AdamouSoumia ,Bourennane Noureddine , HaddadiFarida,Hamidouche Soraya , SadoudSabeha, (2005). Quel rôle pour les fermes pilotes dans la préservation des ressources génétiques en Algérie .Série de documents de travail N° 126 .23p.

Ammar.M. Organisation de la chaîne logistique dans la filière céréales en Algérie .Etat des lieux et perspectives .(thèse de hautes études du CIHEAM ,Institut Agronomique méditerranéen de Montpellier) . 2014 . 114p.

Abdellguerfi A et Laouar M .Les ressources génétiques des blés en Algérie :passé, présent et avenir .In « blé 2000.Enjeux et stratégie » , Actes du 1^{er} symposium international sur la filière blé , OAIC, Alger, 7-9/02/2000.133-148p.

Ali Dib T. Monneveux P. Araus JI. (1992) Adaptation à la sécheresse et notion d'idiotype chez le blé dur .il caractères physiologiques d'adaptation agronomie , EDP science , 12 (5) . 381-393p.

AllhverdiyivTofig (2015) .effect of drought stress on some physiological traits of durum (*triticum durum desf*) and bred (*triticumaestivum L.*) wheat genotype . journal of stress physiology et biochemistry .11 (1) . 29-38p.

Acevedo E. Silva H. (2002) . Growth and wheat physiology ,development ; In: Bread wheat : improvement and production . Edited by Curtis BC,Rajam S. Gomez Macpherson H:Food and Agriculture organization of the united nations (FAO) : 567p.

Aldaoui A. Hartani T. (2000).Gestion de l'irrigation du blé par indicateurs de l'état hydrique .In : Royo C. ,Nachit M. Di Fonzo N. Araus J. Durum wheat improvement in the mediterranean region : new challenges ; Zaragoza : CIHEAM p579-582(option méditerranéennes : série A . seminaries méditerranéennes N 40

Bagga A.K Ruwali K.N et Asana R.D (1970) comparison of reponce of some indian and semi dwarf mexican wheat to irrigated cultivation .Indien J. Agri.Sci, 40 / 421- 442p.

Bahlouli F. Bouzerzour H. Benmhammed A. (2004) .Etude des mécanismes de stabilité du rendement grain de quelques génotypes de blé dur (*triticumdurumdesf*) sous climat semi-aride .Annales de la faculté des sciences et sciences de l'ingénieur .1(3).1-11p.

Bansal K.C and Simha S.K (1991).Assessment of drought resistance in 20 accessions of *triticumaestivum* and related species today dry matter and grain yield stability ,Euphytica 56 , 7-14p.

Références bibliographiques

Barkatmalika .caractérisations morpho-physiologique et physio-chimique des descendants issus de cinq générations de back-cross et de leurs géniteurs de blé dur (*triticum durum* desf) thèse doctorat d'état ; université Mentouri Constantine 2005, 153 p.

Barras H. Determination of weat deficit in plant tissues , in : weater deficit and plant growth .KoslowskiT.. AcademyPress , new York , 235-238p.

Bousba. R, Baum. M, DJekoun . A, Labadidi . S, Djighly . A, Lenbelkacem . A, Labhilili . M, Gaboun . F and Ykhlef .N , (2012) . Screening for Drought Tolerance Using Molecular Markers and Phenotypic Diversity in Durum Wheat Genotypes. W A SJ (9): 1219-1226 p.

Bousba. R caractérisation de la tolérance à la sécheresse chez le blé dur (*triticum durum* desf) .Analyse de la physiologie et de la capacité en production. thèse de doctorat en science en biologie végétale . Université Mentouri .Constantine . 2012.187 p.

Boussard J.M ,Chabane M .(2011) , La problématique des céréales en Algérie : difis , enjeux et perspectives , Communication dans le cadre des 5èmes journées de recherches en sciences sociales à AgroSup Dijon , les 8 et 9 décembre 2011.

Bouzerzour H and Benmahammed . A, (1994) . Environmental factors limiting barley grain yield in the high plateau of eastern Algeria. *Rachis*, 12:11-14 p .

Bouzerzour H. (2004) .Stratégie de sélection de céréales en présence d'interaction génotype milieu .atelier de formation sur l'obtention variétale d'hiver .du 16 au 19 mai.

Berka . S and Aid .F .(2009) . Réponses physiologique des plants d' *Arganiaspinosa (L.)* Skeels soumis à un déficit hydrique édaphique .*Science et changements planétaires/Sécheresse*, 20(3) : 296-302p.

Blum. A and Pnuem. Y .(1990) . Physiological attributes associated with drought resistance of wheat cultivars in a Mediterranean environment. *Aust .J.Agric. Res* 41:799-810p.

Blum. A . (1996).Crop responses to drought and the interpretation of adaptation .*Plant GrowthRegulation*, 20:135-148p.

Bautista-Salas A. M. Caractérisation agro-morphologique et moléculaire d'une collection de landraces péruviennes de pigeonpea(*Cajanuscajan L. Millsp.*) pour l'analyse de sa diversité. Thèse de doctorat .faculté universitaire Notre Dame de la paix. Namur, Belgique ,2009.245p.

Bellatreche . A. Gaoual .Souheil. (2016). Diversité et comportement de variétés de blé dans la region de Tlemcen .Editionsuniversitaireeuropéennes. 123p.

Boudourleila ,gherrouchahocine ,boukaboubamar,bouchtabkarima, bakamebarek ,samrakheireddine (2011) . evaluation of genetic diversity of an algerian durum weat (*triticum durum* desf) collection *journal of stress physiology and biochemistry* , 7(3)95-107 p.

BennaceurM.,Chorfi M.,RahmouneC.,ElJaafri S.et Opaul R.,1997 : Potentialités de production de quelques variétés de blé dur (*Triticum drums Desf.*) au Magreb. *Rev. Sci. Technol. Univ. Constantine*, n°8,69-74.

Références bibliographiques

Boulal H., Zaghouane O., El mourid M et Rezgui S. 2007 : Guide pratique de la conduite des céréales d'automne (blés et orges) dans le Maghreb (Algérie, Maroc et Tunisie). Co-edition ITGC/INRA/ICARDA. 176 p.

Benmahamed A., DjekouneA., ET Hassuos KL. 2005 :Genotype x year interaction of barley grain yield an dits relationship with plant height , earliness and climatic factors under semi - arid growth conditionsDirasat, agricultural sciences 32,239- 247

Belaid. D, 1986 : Aspect de la céréaliculture algérienne. OPU. Alger. 126 p.

Chalby .N et Demarly. Y, 1991 : actualités scientifiques. Amélioration par l'adaptation aux milieux arides. Lavoisier. Paris. 228p.

CIC 2016. Les stations mondiale , calculé par le conseil international des céréales .
<http://www.franceagimer.fr/fam/content/download/39367//364581/file.pdf>

Couvreur F., 1981 : La culture du blé se raisonne .perspectives agricoles 91,28-32.

Couvreur .F, 1985 : Formation du rendement du blé et risquclimatiques.Perspectives agricoles N°95.PP 12-19.

El- Hakimi, 1995 - Sélection sur la base physiologique et utilisation des espèces tétraploïdes du genre *Triticum* pour l'amélioration génétique de la tolérance a la sécheresse du blé.

Thèse du. Doctorat. Montpellier 220 pages.

ERROUX J., 1961 : Introduction au catalogue de blé dur cultivé en Algérie.35p.

Fellah A., Benmahammed A., Djekoun A.et Bouzerzour H., 2002 :Sélection pour améliorer la tolérance au stress abiotique chez le blé dur (*Triticum drums* Desf.) .Actes de l'IAV Hassan II, (Maroc) 22, 161-170.

Fischer R.A. ET Maurer R., 1978:Droughtresistance in springresistancewheat cultivar. I. Grain yieldresponses. Aust, J, Agri, Res, 29: 105-912.

Febrero A.; Brot J.; Brown R.H. etAriaus J.L., 1990: The role of durum wheat ear as photosynthetic organ during grain filling. In: advanced trends in photosynthetic, Mallorca, Spain (unpublished).

FISHER R.A., 1985: Number of kernels in wheat crops and the influence of solar radiation and temperature. J. agrie. Sci., Camb, 105, 447-461.

FouroughiWehr .B; Friedt. W ET Wenzel. H, 1989: "On the genetic improvement of androgenetic haploid in *Hordiumvulgare* L". Theo. Appl. Genet 62. P233-239.

FeliachiK., 2000 :Programme de développement de la céréaliculture en Algérie.

Symposium blé 2000 : Enjeux et stratégies, pp 21-26.

Références bibliographiques

Fokar M., Nguyen H .T. ET Blum A., 1998: Heat tolerance in spring wheat II. Grain filling .Eupytical04, 9- 15.

Gallais. A et Bannerot. H (1992) : Amélioration des espèces végétales cultivées. Objectifs et 'critères de sélection. INRA. Paris. 687 p.

Gallais. A, 1989 : Théorie de la sélection en amélioration des végétaux. Masson. Paris.575p.

Grignac P.H., 1965 : La culture et l'amélioration génétique du lédur .Guide national de l'agriculture T.III.

Grignac. P, 1978: «Le blé. monographie succincte». Annale de l'INR. Paris. 83-98.

Grignac P.H., 1981-Rendement et composantes du rendement du blé d'hiver dans l'environnement méditerranéen français.

Grignac.R ,1986 : contrainte de l'environnement et l'élaboration du rendement dans la zone méditerranéenne France. In l'élaboration du rendement des cultures céréalière, colloque Franco-Romain généralement, 17-18 mars 178-207.

Gate P., 1995. Ecophysiologie du blé. Tec Doc. Lavoisier. Paris. 429p.

Gate P., Bouthier A., Casablanca H. et Deleens E., 1992 :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. In : Tolérance à la sécheresse des céréales en zone méditerranéenne. Diversité génétique et amélioration variétale. Montpellier (France) INRA. (Les colloques n°64).

Gate P, (1987): Mieux comprendre l'élaboration du rendement chez le blé. Perspectives agricoles n°169 Paris, pp 62-67.

Ghettouche R., 1990 -Contribution a l'identification des caractères morphi - physiologiques d'adaptation à la sécheresse chez le blé dur (*Triticum drums* Desf.).Diplôme d'agronomie approfondie.

Houadria(1987) : influence de la dose de semis et de la fertilisation azotée sur l'élaboration du rendement du blé tendre variété Anza dans la région du Tiaret. Thèse d'ING, Alger, INA, 51p.

Jonard .P, 1964 : étude comparative de la croissance de deux variétés de blé tendre. Annal de l'amélioration des plantes, pp101-130.

Jardat A (1986):Phenotypie divergence for morphological and yield traits amongfrom Jordan. Revue en Phytica n°52.

Kehali L., 1997 :Etude des paramètres d'élaboration du rendement chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.) Cultivées en conditions de déficit hydrique.

Thèse de Magister. Université de Constantine.

Références bibliographiques

Khaldoun A., Bellah F. et Mekliche L., 2006 : L'obtention variétale en Algérie : cas des céréales à paille. INRA. Alger. 82 p.

Lafon. IP ; Tharaud. C et Levey. B, 1990: Biologie des plantes cultivées. Physiologie de développement génétique et amélioration. Tome II. (1990). 478 p.

LAUMONT P. & ERROUX J., 1961 : Inventaire des blés durs rencontrés et cultivés en Algérie. Mémoires de la société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord. Imprimerie «La typa-Litho» et Jules Carbonel, 5-15

Ledent J.F., 1978 - Verbalization and an thesis in a collection of wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.) : a quantitative study in controlled environment . Bull. Soc .Roy .bot .belg. 112, 186 - 192.

Moule. C (1980) : Les céréales. Ed. Maison rustique. Paris. 318p.

Monneveux Ph., et This D., 1996 - Intégration des approches physiologiques génétiques et moléculaires pour l'amélioration de la tolérance à la sécheresse chez les céréales. In Quel avenir pour l'amélioration des Plante ? Dubois et J. Demarly I. Eds Aupelf-UREF. Sécheresse ; 8 : 149-164.

Mekliche H.L., 1983- Etude agronomique, analyses diallèles et cytogénétique de quatre variétés de blé Tender cultivées en Algérie. Thèse de Magister. I.N.A. El-Harrach, 150 p.

Mekliche L et al, 2006: l'obtention variétale en Algérie, cas des céréales à paille.

Melki. M ; Dahmane. AEK et Garout. A, 1996: « Effet de la variation saisonnière des facteurs climatiques sur les composantes de rendement des céréales (blé dur et orge) Journal des sciences agronomiques. IN AT. Tunis. V 10. n° 1. 105-114.

Maciejewski .jean, (1991) : semences et plants, p : 35, 37,58.

Monneveux Ph., et This D., 1997 : la génétique face aux problèmes de la tolérance des plantes cultivées à la sécheresse. Espoir et difficultés. Synthèse sécheresse. INRA. Paris. 29-36.

Monneveux Ph., 1991 - Quelle stratégie pour l'amélioration génétique de la tolérance au déficit hydrique des céréales d'hiver ? In : Chalbi Demarly Y. éd. L'amélioration des plantes pour l'adaptation aux milieux arides. Ed. AUPELF-UREF. John Libbey. INSA-INRA, P165:186.

Mahfouf (2001) : étude de comportement de neuf variétés de blé dans la région sub humide. Thèse ING Tizi Ouzou. 76p.

MEYNARD J.M., SEBILLOTTE M., 1983: Diagnostic sur les causes de variations du rendement du blé dans une petite région. 23ème Colloque de la Société Française de Phytopathologie "La fatigue des sols". Les Colloques de l'INRA, 17, 157-168.

Monneveux Ph., et Nemmar M., 1986 - : Contribution à l'étude de la résistance à la sécheresse chez le blé tendre (*Triticum aestivum* L.) et chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.).

Références bibliographiques

Etude de l'accumulation de la proline au cours du cycle de développement. Agronomie, 6(6), 583-590

Nemmar M., 1980 : Contribution à l'étude de la résistance à la sécheresse chez le blé tendre (*Triticumaestivum*L.) : Étude de l'accumulation de la proline sous l'effet du stress hydrique .Thèse D.A.A. ENSA. Montpellier. 65p.

Prats J. et al (1971). : Les céréales. Tome II. J.B. Baillere et fils. 351p.

Prats j., 1966 : les céréales. ED. Bailliere.332p.

Picard E ;(1988) : Sélection du blé, intégration des biotechnologies. Revue n°68, p28-38.

Payot. L, 1979 : « La défense des plantes cultivées ». 7ème édition. Maison rustique. Paris. 211-212.

Prévost P, (2006) : Les bases de l'agriculture 3^{ème}. EdLavoisier, 123p.

Rachedi MF., 2003 : Les céréales en Algérie : problématique et option de réforme. Céréaliculture. N° 38, pp 6-9.

Rossignol. J.L; Berger. R; Deutsch. .J; Fellous. M ; Lamour Isnard. O ; OzierKalageropoulos. O ; Picard. M et Devienne. D.N (2000): Génétique, Gènes et génomes. Dunod. Paris. 229 p.

Ruel T., 1996. La culture du blé. Collection parcours multimédia. Edition Educ Agri. (Sur support CD)

Simon.H,Coddacioni.P et Lecoœur.X, 1989 : Produire les céréales à paille, agriculture d'aujourd'hui scientifique et technique d'application. Ed Technique et document Lavoisier Paris pp89-101.

Soltner .D, 2005 : Les grandes productions végétales céréalières, plantes sarclées- prairies. 20^{ème}Ed, collection sciences techniques agricoles.464p

Teoule. E, 1999 : « Biotechnologies et amélioration des plantes ». 5U, K édition. Tec et Doc. 607-612.

Teich A.H., 1982- Interaction of awns and environment on grain yield in winter wheat (*Triticumaestivum* L.). CerealRes. Commun. 10, 11-15.

VALDEYRON L., 1961: ressources génétique des blés. Revue scientifique française p27-38.

Vèspa R, 1984: Semences des céréales à paille. p29.

.Wardlaw IF. ETMoncur L., 1995: The response of wheat to high temperature following anthesis. The rate and duration of kernel filling. Aust J. Plant. Physiol; 22: 391-397.

Références bibliographiques

Zahour A ,1992 : Elément d'amélioration génétique des plantes Manuel scientifique et technique. Actes .Ed ; Rabat Maroc.90, 91, 92,98.

Zair M, 1994 :L'irrigation d'appoint et fertilisation azotée de blé dur .Céréaliculture

N°24.

Annexes

ANNEXES 01 : Résultat de l'ANOVA de la comparaison entre les variétés étudiées pour le NTH et NTE et NTE/NTH

variables	ddl	Paramètre		
		Somme des carrés	Carré moyen	F de fichier
Nombre de talles herbacés	7	18,7666	2,681	31,963
Nombre de talles épis	7	135,530	19,361	388,848

ANNEXES 02: Résultat de l'ANOVA de la comparaison entre les variétés étudiées pour les paramètres physiologiques

Variables	ddl	Paramètre		
		Somme des carrés	Carré moyen	F de fichier
Teneur relative en eau	7	71,702	10,243	21,428
Température relative	7	0,384	0,0548	1,1440
Taux de chlorophylle	7	1768,680	252,669	5,051

ANNEXES 03: Résultat de l'ANOVA de la comparaison entre les variétés étudiées pour les paramètres morphologiques

variables	ddl	Paramètre		
		Somme des carrés	Carré moyen	F de fichier
Hauteur de la plante	7	6058,4	865,486	87,313
Surface foliaire	7	2228,079	318,297	29,735
Longueur de barbe	7	579,668	82,810	119,971
Longueur d'épis	7	120,743	17,249	41,143