



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université des Frères Mentouri Constantine
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة
كلية عاوم الطبيعة و الحياة

Département : Biologie et Ecologie Végétale

قسم : بيولوجيا وايكولوجيا النباتات

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biotechnologie et Génomique Végétales

Intitulé :

Utilisation de l'hétérosis comme méthode de sélection pour l'amélioration
du blé dur (*triticum durum desf.*) en Algérie.

Présenté et soutenu par : *AKKOUCHE yasmina*

Le : 17/06/2017

GAHMOUSSE amira nihed

Jury d'évaluation :

Président du jury : Pr. YKHLEF Nadia

Professeur UFM Constantine

Rapporteur : Dr. Abdelkader. Benbelkacem

Directeur de recherche INRA

Examineur : Pr. Abdelhamid. Djekoun

Professeur UFM Constantine

Invité d'honneur : Mr. Zeltni. Abdslam

Ingénieur ITGC

Année universitaire
2016 - 2017

Remerciements

Au terme de ce travail de fin d'étude, on voudrait exprimer nos sincères remerciements et nos profonde reconnaissance :

A « Allah » le tout puissant de nous avoir donné le courage et la patience; de nous avoir guidé sur le droit chemin tout au long de ce travail.

A Mr. le professeur Benbelkacem Abdelkader, directeur de recherche à INRAA professeur à l'université de Constantine pour avoir consenti à suivre ce travail tout au long de sa réalisation avec beaucoup d'attention jusqu'à son aboutissement, Pour les nombreux conseils dont il nous a fait profiter, pour sa grande disponibilité, ces critiques toujours positives afin de faciliter amplement la rédaction et la concrétisation de ce mémoire.

Nos remerciements vont aussi aux membres du jury pour leur honorable présence malgré leur charge : à Monsieur DJEKOUNE ABDLHAMID, professeur à l'université de Constantine pour avoir accepté d'examiner et juger ce travail à Mme YKHELF NADIA professeur à l'université de Constantine. Pour avoir accepté de présider le jury.

On témoigne notre gratitude à Mr ZELTNI ABDSLAM ingénieur à l'ITGC el-khroub, pour l'intérêt qu'il a accordé à cette étude, aussi à Mr SEKHRI directeur de l'ITGC el-khroub d'avoir accepté de faire partie du jury.

Nos remerciements s'adressent également à l'ensemble du personnel de l'ITGC d'el-khroubet spécialement à Mme KENTOUR ABIDA

Enfin, Un grand merci à nos familles de nous offrir toujours la possibilité d'effectuer ces études dans les meilleures conditions qui soient, ainsi qu'à toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire, qu'elles trouvent ici le témoignage de notre profonde gratitude.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à la prunelle de mes yeux, mes parents :

*À la mémoire De mon adorable chère mère à laquelle je dois tout.
Que Dieu ait son âme dans son vaste paradis.*

*À la personne qui est toujours avec moi, mon très cher père qui a
sacrifié ses jours et ses nuits pour mon éducation et mon bien être, et
pour tout ce qu'il a fait pour moi.*

À mes chers frères Faouzi, Abdslam et Hamza

À mes sœurs Nadjat, Karima, sonia

À mes neveux et mes nièces

À mes belles sœurs Loubna aussi à ma tante Rachida

Merci pour votre aide et soutien

Un grand merci

*À mes chères amies Amina, Hadjer, et Kahina qui m'ont toujours
soutenu et encouragé.*

À Atef et Amine pour le soutien moral.

À toute ma promo BTGV2017 et tous Mes enseignants.

Je dédie ce travail.

Yasmine

Dédicaces

Aux pures âmes de mon cher père ABDELHAMID et mon cher frère ABDELMOUNAIM qui nous ont quitté très tôt laissant derrière eux un grand vide que personne ne pourra combler.

A ma très chère maman qui a toujours été là pour moi et combattu de toutes ses forces pour mon bonheur et mon succès.

A mon cher mari qui m'a toujours épaulé et cru en moi jusqu'à ce jour.

A mes très chères sœurs ISMA et SELSABIL qui m'ont toujours soutenu et encouragé.

A mes cousines adorables, toute ma famille et belle famille.

A toute mes amies et surtout pour toi Kahina.

A toute ma promo BTGV2017 et tous Mes professeurs.

Je dédie ce travail.

Nihed

Liste des abréviations

CV	Coefficient de variation
CM	Carré moyen
CIC	Centre international des céréales
CIMMYT	Centre international d'amélioration du maïs et du blé
DSA	Direction des services agricoles
ET	Ecart type
F1	Hybrides
FAO	Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture
H	Hauteur
ICARDA	Centre international de recherche agricole dans les zones arides
INPV	Institut national de la protection végétale
INRA	Institut national de recherche agronomique
ITGC	Institut technique des grandes cultures
J	Jour
P1	Parent 1
P2	Parent 2
PPDS	Plus petite différence significative
T	Température
\bar{X}	La moyenne

Liste des figures

N°	TITRE	PAGE
1	Origine géographique du blé dur	3
2	Evolution génétique du blé.....	4
3	La production mondiale du blé dur par pays en 2016.....	6
4	Pluie mensuel en mm pendant la dernière décennie à Constantine.....	8
5	Température de l'air sous Abri moyenne en°C de la dernière décennie à Constantine ..	9
6	Durée moyenne d'insolation en heures de la dernière décennie à Constantine.....	13
7	Principales phases du remplissage du grain.....	14
8	Les différents stades de développement du blé.....	17
9	Maladies et ravageur attaquant le blé.....	22
10	Pluviométrie Campagne 2016/2017 Vs Moyenne Seltzer.....	26
11	Température cumulée du 1er Janvier à l'épiaison des F1, P1 et P2(en C°)	33
12	Hauteur des différentes variétés et lignées avancées de blé dur.....	35

Liste des tableaux

N°	TITRE	PAGE
1	Classification du blé dur.....	5
2	La production du blé dur dans la wilaya de Constantine durant la dernière décennie..	7
3	Durée des différents stades de la croissance du blé	19
4	Des hybrides F1 de blé dur étudiés à Elkhroub 2016/2017	23
5	Durée d'épiaison des hybrides de blé dur étudiés (en jour).....	28
6	Durée d'épiaison des parents de blé dur étudiés (en jour).....	30
7	Degré de l'hétérosis entre les hybrides et la moyenne des deux parents (épiaison).....	32
8	Degré de l'hétérosis entre la F1 et la moyenne des deux parents (température).....	34
9	Hauteur des hybrides de blé dur étudiés (en cm).....	36
10	Hauteur des parents de blé dur étudiés (en cm).....	38
11	Degré de l'hétérosis entre la F1 et la moyenne des deux parents (hauteur).....	39

Liste des annexes

N°	TITRE
1	Epiaison des hybrides en jour
2	Epiaison des parents 1 en jour
3	Epiaison des parents 2 en jour
4	Analyse statistique (épiaison F1/P1+P2)
5	Hauteur des hybrides en cm
6	Hauteur des des parents 1 en cm
7	Hauteur des des parents 2 en cm
8	Analyse statistique (épiaison F1/P1+P2)
9	Température cumulé F1 , P1 , P2
10	Relevé Pluviométrique 2016/2017 comparée à la moyenne Seltzer de 25 ans à Constantine de septembre à Mai 2017
11	Température de l'air sous abri moyene à Constantine en C°
12	Pluie mensuel en mm à Constantine
13	Durée d'insolation en heures à Constantine

Résumé:

La connaissance de la précocité à l'épiaison est un indicateur certain de l'adaptation des cultivars de blé aux conditions stressantes de l'Algérie, notre étude a porté sur la caractérisation d'une collection de 56 génotypes différents pour ce caractère et son éventuelle relation avec le rendement et ses composants .

Lors de cette étude on a effectué 20 croisements en utilisant les 56 génotypes (parents) pour but de réaliser une forme de sélection (hétérosis) et créer des variétés hybrides qui s'adaptent mieux aux changements climatiques afin d'augmenter le rendement du blé dur dans notre région (Constantine) .

Une grande variabilité de la précocité à l'épiaison a pu être décelée et les 20 hybrides ont pu être classés en deux groupes. Les précoces ont épié en moyenne en 117 jours, les plus tardives en 124 jours. Cette grande variabilité génétique s'est aussi répercutée sur le caractère étudié 'hauteur' ce qui prouve ainsi une grande diversité et une richesse importante de ce germoplasme

Le groupe de variétés à court cycle végétatif a pu avoir un bon remplissage du grain en bénéficiant des pluies hivernales contrairement aux variétés à long cycles.

La constatation faite sur le comportement des génotypes étudiés vis-à-vis des conditions climatiques permet de confirmer que pour les conditions pédo-climatiques du Constantinois, il serait plus judicieux de sélectionner des génotypes précoces ou ayant un grand nombre d'épis et une bonne fertilité afin de parvenir à de hauts rendements en grain.

Mots clés :

Précocité à l'épiaison, hétérosis, blé dur (*Triticum Durum*, Desf.), hautes plaines constantinoises

Abstract :

Knowledge of earliness at heading is a sure indicator of the adaptation of wheat cultivars to the stressful conditions of Algeria, our study focused on the characterization of a collection of 56 different genotypes for this trait and its eventual Relationship with yield and its components.

In this study, 20 crosses were carried out using the 56 genotypes (parents) to achieve a form of selection (heterosis) and to create hybrid varieties that better adapt to climatic changes in order to increase the yield of durum wheat In our region (constantine).

A great variability of the earliness at the heading could be detected and the hybrids could be classified into two groups. The early ones spied on average in 117 days, the later ones in 124. days. This great genetic variability has also had an effect on the 'height' trait, which proves a great diversity and richness of this germplasm

The group of varieties with short vegetative cycles could have a good filling of the grain benefiting from the winter rains unlike the long-cycle varieties.

The observation made on the behavior of the genotypes studied with respect to climatic conditions confirms that for the climatic conditions of Constantinois it would be better to select early genotypes with a large number of cobs and good fertility In order to achieve high grain yields.

Key words:

earmergence, heterosis , durumwheat, high plains.

ملخص:

معرفة الوقت المبكر إلى العنوان هو مؤشر معين لتكيف أصناف القمح مع الظروف الضاغطة بالجزائر. ركزت دراستنا على توصيف مجموعة من 56 مورثة مختلفة عن تلك الشخصية و علاقتها مع المحصول ومكوناته. في هذه الدراسة تم تنفيذ 20 تصالب جيني باستخدام 56 مورثة (اباء) يهدف إلى تحقيق شكل من أشكال التحديد (الهجين) وإنشاء أصناف مهجنة من أجل التكيف بشكل أفضل مع تغير المناخ لزيادة الغلة من القمح القاسي في منطقتنا (قسنطينة). تم الكشف عن التباين الكبير في وقت مبكر إلى عنوان وتم تصنيف 20 الهجينة إلى مجموعتين ذات العنوان المبكر شاهدت في المتوسط في 117 يوم و اللاحق في 124 يوم وينعكس هذا التباين الوراثي أيضا في 'ارتفاع' دراسة الشخصيات وبالتالي يظهر التنوع الكبير و ثراء هذه الأصول الوراثية الاصناف ذات الدورة الزراعة القصيرة يمكن أن يكون لها ملء الحبوب جيدة حيث تتمتع بأمطار الشتاء على عكس أصناف الدورات الطويلة. الحقائق حول سلوك المورثات وجها لوجه يؤكد أن المناخ بالنسبة للتربة والظروف المناخية بقسنطينة، وأنه سيكون أكثر حكمة لاختيار المورثات ذات عنوان مبكر ودورة نباتية قصيرة لتحقيق محاصيل الحبوب عالية.

الكلمات الرئيسية :

النضج المبكر في العنوان , قوة الهجين , القمح الصلب , السهول المرتفعة .

Sommaire

Introduction	1
Chapitre I : revue bibliographique	3
1) Origine du blé	3
1.1 Géographique	3
1.2 Génétique	4
1.3 Classification botanique du blé	5
2) Importance du blé dans le monde et en Algérie	5
2.1 La production	6
<i>a- Dans le monde</i>	6
<i>b- En Algérie</i>	6
2.2 Zone de production en Algérie	7
2.3 Particularité de la production	7
3) Contraintes de la production en Algérie	8
3.1 Contraintes climatiques	8
<i>a. Pluviométrie</i>	8
<i>b. Température</i>	8
3.2 Contraintes techniques	9
3.3 Contraintes foncières	9
3.4 Les contraintes économiques	10
4) La consommation	10
5) Caractères morphologiques	10
5.1 Les racines	11
5.2 La tige	11
5.3 Les feuilles	11
5.4 Inflorescence	11
5.5 Fleurs	11

5.6 L'oreillette ou stipules	12
6) Caractères physiologiques	12
6.1 Photosynthèse	12
6.2 Les effets du déficit hydrique sur les céréales	13
6.3 Tolérance aux adversités climatiques	14
<i>a. Froid</i>	14
<i>b. Chaleur</i>	14
<i>c. Salinité</i>	15
7) Mécanisme d'adaptation à la sécheresse	15
7.1 Adaptations phénologiques	15
7.2 Adaptations morphologique	15
8) L'hétérosis	16
9) Biologie et cycle du développement	16
9.1 Germination	17
9.2 La levée	17
9.3 Le stade « 3 feuilles »	18
9.4 Le tallage	18
9.5 La montaison	18
9.6 L'épiaison	19
9.7 La floraison	19
9.8 Formation du grain et maturité	19
10) Techniques culturales	20
10.1 Choix variétal	20
10.2 Travail du sol et Semis	20
10.3 Fertilisation	20
10.4 Désherbage mécanique	21
10.5 Récolte	21
11) Maladies et ravageurs	21
11.1 Les Rouilles	21

11.2 Septoriose	21
11.3 L'Oïdium	22
Chapitre II : matériel et méthodes	23
1) Matériel végétal	23
2) Estimation de l'hétérosis	24
3) Site d'expérimentation	24
4) Mise en place de l'essai	24
5) Pratiques culturales pour la mise en place de l'essai	25
6) Notations effectuées	25
7) Analyse des Données	26
8) Relevé climatique de la wilaya de Constantine	26
9) Changements climatiques futurs	27
Chapitre III : résultats et discussion	28
1) Paramètre phénologique	28
1.1 Date d'épiaison	28
1.2 Degré de l'hétérosis.....	31
1.3 Température	32
2) Paramètre morphologique	35
2.1 Hauteur des plantes	35
2.2 Analyse de la hauteur	39
3) Discussion des résultats	40
Conclusion	42

INTRODUCTION

Introduction :

Les céréales ont une grande importance à l'échelle mondiale et nationale, vu que c'est la base de l'alimentation pour une grande partie de la population. Elles figurent parmi les cultures qui ont le plus bénéficié des programmes de sélection et d'amélioration à cause de l'augmentation de la demande sur la nourriture (**Anonyme, 2002**). Les céréales sont la principale source calorique pour les différentes couches de la population quel que soit leur niveau de vie. Elles assurent 60% de cet apport et 71% de l'apport protéique (**Padilla et Oberti, 2000 cités par Kellou, 2008**).

Le blé est la céréale la plus cultivée, il compte actuellement quelques 30000 formes cultivées. La production mondiale, en progression constante, et les échanges qui se multiplient entre les régions du monde font de cette céréale l'une des principaux acteurs de l'économie mondiale et justifient les nombreux travaux qui lui sont consacrés (**Lesage, 2011**). La consommation des produits céréaliers se situe à un niveau d'environ 205 kg /hab/an (**Chehat, 2007**). La production de blé se répartit entre blé dur (70% en 2012) et blé tendre (30%), avec une importante variabilité interannuelle (**Rastoin et Benabderrazik, 2014**).

La filière céréalière constitue une des principales filières stratégiques de la production agricole. Malgré cette importance, elles se trouvent constamment menacées par plusieurs contraintes qui affectent les rendements de façon qualitative et quantitative. La production des céréales en Algérie est marquée aussi par une forte irrégularité, elle-même conditionnée par les aléas climatiques (**Rastoin et Benabderrazik, 2014**). Les céréales sont sujettes à de nombreuses contraintes biotiques (maladies et insectes).

Avec une production nationale qui ne satisfait que le tiers des besoins, l'Algérie apparaît très dépendante de l'extérieur. Cette dernière est aggravée par les pertes dues aux accidents climatiques, aux itinéraires techniques appliqués par les agriculteurs, à la concurrence des mauvaises herbes ainsi qu'aux maladies.

Malgré la mise en place de pratiques d'intensification agricoles adoptées par les structures de tutelles pour une tentative de développement de la céréaliculture en collaboration avec la FAO et autres organisations internationales de recherches telles que le CIMMYT et l'ICARDA, la production céréalière ne présente qu'une offre minimale ne suffisant pas à elle

seule; l'Algérie se retrouve parmi les pays les plus gros importateurs de blé dur dans le monde.

Pour garantir notre sécurité alimentaire, il faut parvenir à une nette amélioration du rendement à travers l'amélioration des techniques culturales et le choix variétal approprié. Parmi les caractères morpho physiologiques qui expliqueraient cette faiblesse du rendement grain chez les céréales, la précocité à l'épiaison semble être un moyen important d'esquive des stress de fin de cycle chez le blé dur; c'est aussi un indicateur certain de l'adaptation des cultivars de blé aux conditions stressantes de l'Algérie.

L'adoption de variétés à cycle relativement court est devenue nécessaire dans les régions arides à semi arides compte tenu de la mauvaise distribution temporelle des précipitations. Beaucoup de travaux de recherche ayant touchés à cet aspect, ont conclu à la relation étroite entre le rendement biologique des céréales et la précocité à l'épiaison.

Cette étude à pour objectifs d'évaluer les croisements réalisés dans le PNAB pour leurs aptitudes à l'épiaison et utiliser une méthode de sélection (hétérosis) qui permettraient de faire des gains génétiques dans les futures générations afin de contribuer à l'amélioration de la production du blé dur dans le constantinois et de voir les possibles liaisons existantes avec d'autres paramètres morphologiques telle la hauteur.

REVUE
BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : Revue bibliographique

1) Origine du blé :

1.1 Géographique :

L'origine géographique des blés est un des points les plus discutés ; à ce sujet plusieurs théories et hypothèses ont été émises (**Valdeyron, 1961**). En effet selon (**Laumont et Erroux, 1961**) les recherches effectuées depuis fort longtemps sur le centre d'origine des blés ; basées sur des arguments archéologiques et phylogénétiques, permettant d'admettre que les trois groupes d'espèces du genre *Triticum* aurait trois centres d'origine distincts

Selon **Vavilov** (cite par **Auriau, 1967 et Moule, 1980**) ces groupes sont repartie comme suit :

- Groupes des Diploïdes : dont le centre d'origine est le foyer SYRIEN et le nord PALISTINIEN.
- Groupes des Tétraploïdes : ayant comme centre d'origine l'ABYSSINIE.
- Groupes des Hexaploïdes : dont le centre d'origine est le foyer AFGHANO-INDIEN.

Pour (**Grignac ,1978**), le moyen orient ou coexistent, les deux espèces parentales et ou l'on a retrouvé de nombreuses formes de blé dur, serait le centre géographique.

A partir de cette zone d'origine, l'espèce s'est différenciée dans trois centres : le bassin occidental, la méditerranée, le sud de l'ex URSS et le proche orient.

L'Afrique du nord est considérée comme un centre secondaire de diversification de l'espèce (**Bensemra, 1990**).

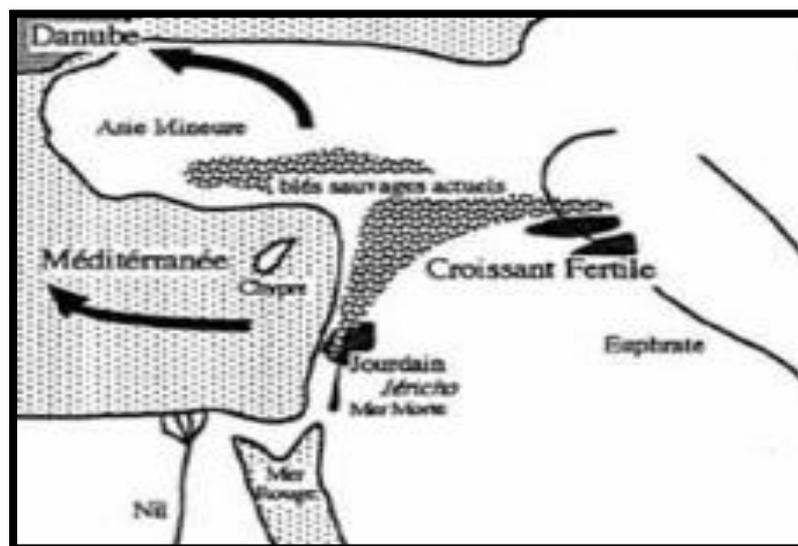


Figure n°01 : origine géographique du blé dur (et al. 2006) (Echelle : 1 : 32.000.000).

1.2 Génétique :

Selon (Cauderon,1982), (Picard,1988), et (Boyeldieu,1992), les études génétiques ont montré que les espèces du genre *Triticum* pouvaient comporter un équipement chromosomique simple, double ou triple, respectivement diploïde ($n=7$), tétraploïdes ($n=14$), et hexaploïdes ($n=21$).

- Groupes des diploïdes $2n=14$ chrs (AA) : *Triticum monococcum*
- Groupe des tétraploïdes $2n=28$ chrs (AABB) : *Triticum durum*, *Triticum polonicum*, *Triticum persicum* et *Triticum dicoccoides*.
- Groupes des hexaploïdes $2n=42$ chrs (AABBDD) : *Triticum spelta*, *Triticum compactum* et *Triticum vulgare*.

L'origine génétique du blé revient à un premier croisement entre une espèce donneuse du premier génome AA ($2n=14$ chrs) *T. monococcum* et une deuxième espèce fournissant le génome BB ($2n=14$ chrs) *Aegilops sp.*

C'est ainsi que l'hybride interspécifique tétraploïde (*T. turgidum*) porteur des deux garnitures AA X BB ($2n=28$ chrs) est apparu, d'une manière analogue, le blé hexaploïdes (*T. aestivum*) de formule A.B.D. ($2n=42$), serait le résultat d'un croisement du *T. turgidum*, servant de pivot femelle avec un *aegilops squarrosa* de génome D, suivi d'un doublement du nombre des chromosomes.

Des généticiens ont pu réaliser ce type de croisement et aboutit à une synthèse d'un blé à 42 chromosomes de formule AABBDD.

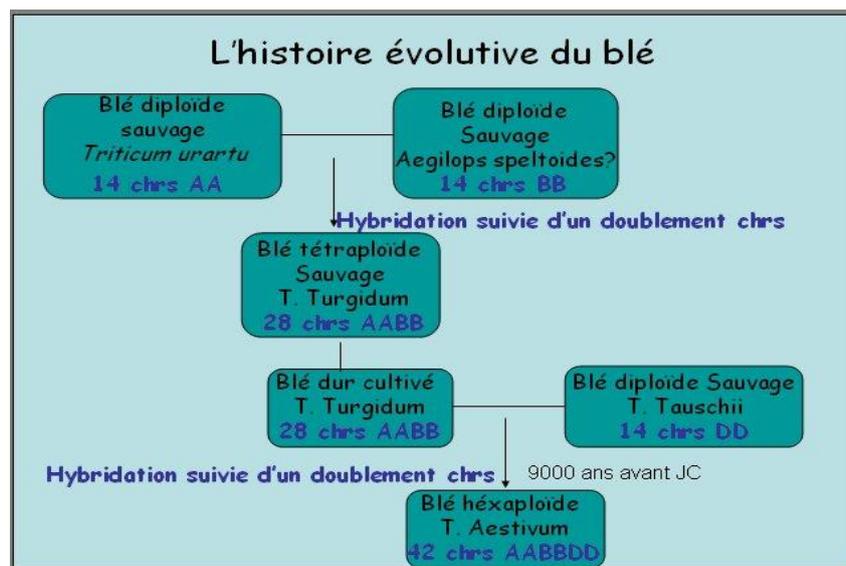


Figure n°02 : Evolution génétique du blé

(Source : Polyploïdisation et évolution des génomes polyploïdes).

1.3 Classification botanique du blé :

La taxonomie du blé présente les caractéristiques génétiques et morphologiques qui influencent sa classification et donnent les noms botaniques les plus courants dans l'usage actuel, de nombreuses formes de blé ont évolué sous l'effet de la sélection par l'homme. Cette diversité s'est traduite par une grande confusion dans la dénomination des blés.

Tableau n° 01: Classification du blé dur(source : APGIII.2009).

Règne	<u>Plantae</u>
Sous-règne	<u>Cormophyte</u>
embranchement	Spermaphytes
sous-embranchement	<u>Angiospermes</u>
super-ordre	<u>Commeliniflorales</u>
Ordre	<u>Poales</u>
classe	<u>Monocotyledones</u>
famille	<u>Graminées</u>
Genre	<i>Triticum</i>
Espèces	<i>Triticum durum Desf</i>

2) Importance du blé dans le monde et en Algérie :

Dans le monde, Les céréales présentent l'avantage décisif de constituer les provisions pouvant se conserver sous forme de grain de grande valeur nutritionnelle par leurs substances amylacée et leurs protéines. Elles sont de transformation aisée et de variété de cuisson (**Gallais et Bannierot, 1992**), la céréaliculture occupe une part importante des surfaces labourées et leur culture joue un rôle important en matière d'environnement. Depuis les années cinquante la production céréalière a connu une évolution certaine; les superficies récoltées sont passées d'environ 500 millions d'hectares en 1955 à plus de 715 millions d'hectares en 1985 dont 135 à 230 millions d'hectares sont consacrés à la culture du blé dur.

Les céréales d'hiver, en partie le blé dur, demeurent l'aliment de base des régimes alimentaires algériens et revêtent une importance stratégique dans la nutrition humaine et l'alimentation animale, de ce fait, elles occupent une place privilégiée dans l'agriculture algérienne (**Boulai et al. ,2007**).

En Algérie, le blé dur est consommé sous plusieurs forme, essentiellement le couscous, les pâtes alimentaires, le pain et le frik(**Anonyme, 2003**).L'importance économique est appréciée

à travers trois principaux paramètres : La production, la consommation et les importations (Anonyme, 1999).

2.1 La production :

a- Dans le monde :

Le blé dur est relativement peu produit dans le monde. La production mondiale de blé dur ne constitue en moyenne que quelques 5% de la production totale mondiale au cours des dix dernières années, 20% de la production de blé dur est essentiellement échangée dans le monde (Kellou, 2008).

La production locale est très variable, comme dans tout le Maghreb, est due aux travaux de recherches et d'amélioration peu développés, rajoutant les conditions climatiques non stables particulièrement la sécheresse.

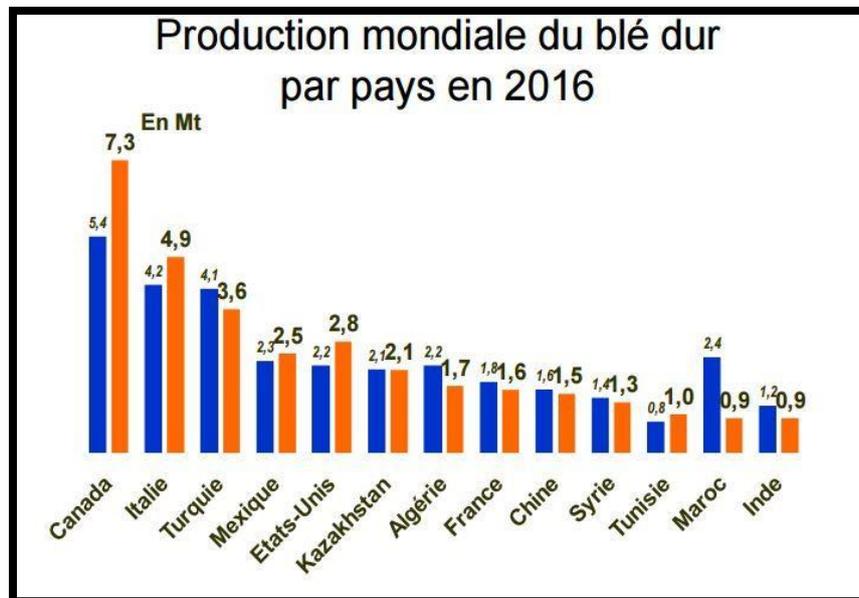


Figure n° 03: la production mondiale du blé dur par pays en 2016(source : DSA).

b- En Algérie :

La production de blé en Algérie subit d'énormes fluctuations depuis 1960 à aujourd'hui. En 1996, la production de blé a atteint 3 millions de tonnes (sur 43% de la superficie totale emblavée en céréales) pour retomber à 0.7MT en l'an 2000, elle a atteint 2.5MT ses trois dernières années, ceci reste toujours insuffisant (anonyme MADR2007).

Tableau n° 02 : La production du blé dur dans la wilaya de Constantine durant la dernière décennie
(source: DAS).

Année	Superficie (ha)	Production (Qx)	Rendement (Qx/Ha)
2006	30955	521950	16,86
2007	29235	627040	21,45
2008	30520	624550	20,46
2009	32200	700157	21,74
2010	39539	882540	22,32
2011	41342	935150	22,62
2012	42964	1028692	23,94
2013	43832	1043700	23,811
2014	44903	1083100	14,12
2015	46490	824179	17,73
2016	46290	1207325	26,08

2.2 Zone de production en Algérie :

On distingue parmi les grandes zones agro-écologiques :

- Les plaines littorales et sub-littorales avec un climat sub-humide tempéré par les influences maritimes, ainsi que le nord des hauts plateaux, constituent une zone à hautes potentialités.
- Le sud des hauts plateaux marqué par l'altitude, la continentalité et la faiblesse de la pluviométrie.
- La zone steppique où la culture des céréales est pratiquée de manière irrégulière, par des systèmes de production dominés par la culture de l'orge et de l'élevage ovin.
- Les zones du sud où se pratique la céréaliculture sous irrigation, dans les oasis en culture sous-étages, ou bien en céréaliculture intensive sous pivots (**Anonyme, 2000**).

2.3 Particularité de la production :

Le blé dur de qualité supérieure est cultivé dans les régions ayant un climat relativement sec, avec des journées chaudes et des nuits fraîches pendant la saison de croissance. Dans des conditions humides, il a tendance à afficher une teneur en grains vitreux plus faible, ce qui le rend moins apte à la confection de pâtes alimentaires.

Les maladies fongiques sont plus courantes dans les climats humides, notamment la fusariose, qui constitue un important facteur de déclassement et contre laquelle plusieurs variétés de blé dur ne présente de résistance; c'est la raison pour laquelle la consommation traditionnelle du blé dur est née dans les régions chaudes et sèches entourant la méditerranée,

comme l'Afrique du nord, le Sud de l'Europe, la Turquie et la Syrie; Ainsi en Amérique du Nord (Anonyme, 2007-2008).

3) contraintes de la production en Algérie :

3.1 Contraintes climatiques :

Les variations interannuelles de la production de blé sont dues principalement aux conditions climatiques qui varient chaque année et qui jouent un rôle dominant sur les fonctions de croissance et de développement (Gate, 1995).

a. Pluviométrie :

En Algérie quel que soit la zone cultivée, la pluviométrie est un facteur prédominant qui conditionne fortement les récoltes (Feliachi, 2000). La pluviométrie est globalement déficitaire, puisque dans les zones les plus emblavées en céréales, elle varie de 350 mm à 550 mm (Hachemi et al. ,1979).

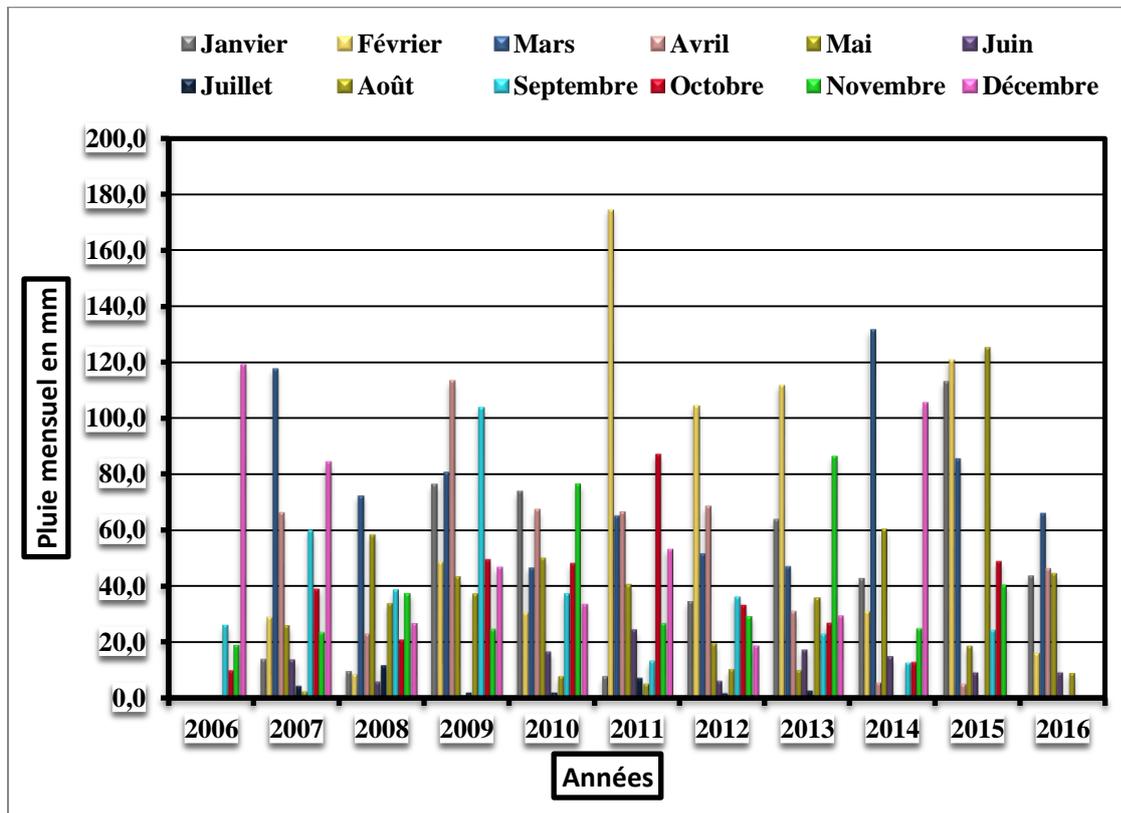


Figure n°04 : Pluie mensuel en mm pendant la dernière décennie à Constantine(source :INPV).

b. Température :

D'après (Gate ,1995), le froid constitue un des facteurs limitant de la production du blé dur, il précise qu'une seule journée avec une température minimale inférieure à - 4 °C entre le stade épi à 1cm et un noeud pénalise le nombre de grains par épi. Les gelés printanières, dans

les hautes plaines et même dans les plaines d'intérieurs à basse altitude causent des pertes importantes par gels des épis au stade floraison (**Hachemi et al. ,1979**).

Les hautes températures sont aussi parmi les facteurs intervenant dans la limitation du rendement. En effet, si une hausse de température survient au stade remplissage du grain, elle peut faire chuter le rendement de 50 % par l'échaudage (**Chaker et Brinis, 2004**).

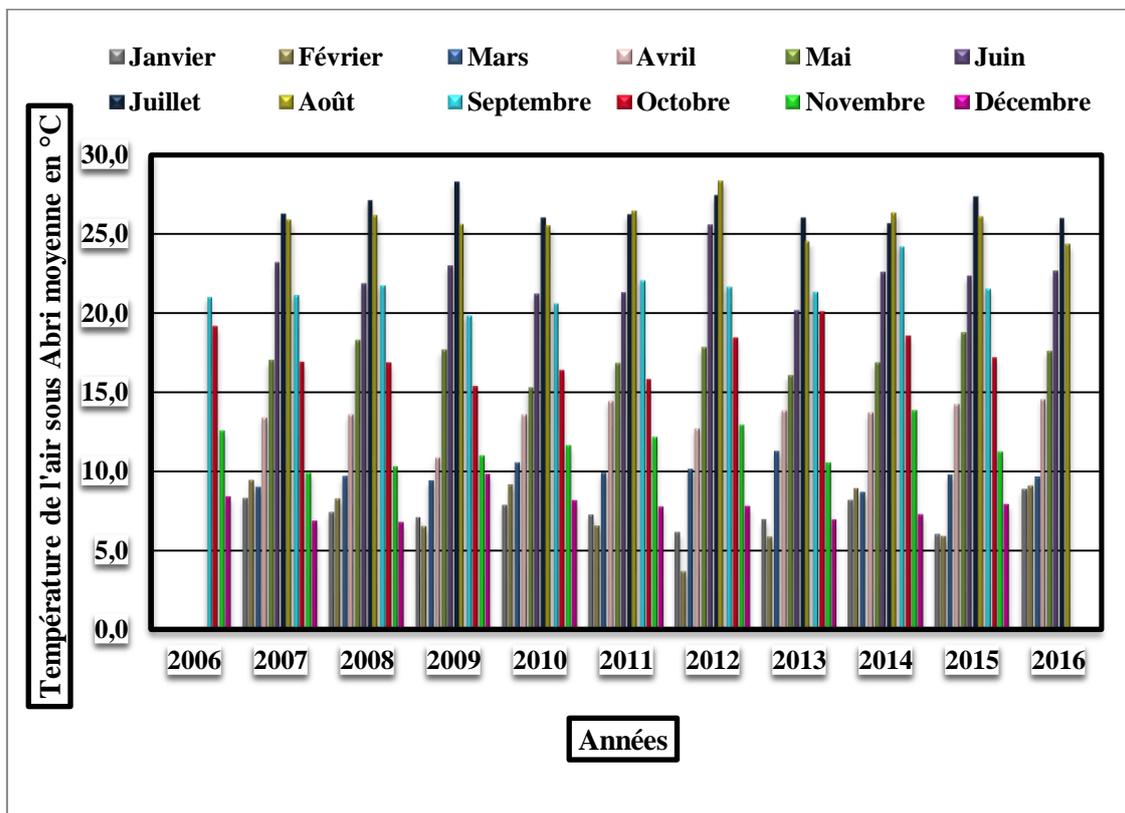


Figure n°05 : Température de l'air sous Abri moyenne en °C de la dernière décennie à Constantine (source :INPV).

3.2 Contraintes techniques :

Un faible taux d'utilisation des engrais, mauvais suivi des techniques culturales, utilisation des outils inadaptés et à un étalement des semis au-delà des délais techniques requis, rendant ainsi les céréales vulnérables à tout éventuel stress hydrique, notamment en fin de cycle (**Anonyme, 2008**).

3.3 Contraintes foncières :

Le statut de la terre d'une part, le morcellement et la dimension des exploitations, d'autre part, constituent des entraves aux tentatives d'amélioration de la production céréalière

(Anonyme, 1999). D'après (Rachedi ,2003), 60 % des superficies se trouvant situées sur des terres peu productives et les efforts d'intensification et de mécanisation deviennent difficiles.

3.4 Les contraintes économiques :

Elles sont liées aux coûts de production élevés résultant de la cherté des facteurs de production et de matériel agricole, mais aussi à la disponibilité insuffisante des intrants en qualité et quantité dans les délais recommandés.

4) la consommation :

La consommation mondiale de blé a été multipliée par 4 en l'espace d'un demi-siècle passant ainsi de moins de 150 millions de tonnes consommées en 1946 à plus de 600 millions de tonnes en 2005. Cette croissance s'est faite de manière assez soutenue entre 1946 et le début des années 1970 avec un rythme décennal compris entre 3,5% et 4%. Puis, cette hausse s'est ralentie depuis, jusqu'à atteindre 0,30% durant la décennie 1990. Parmi les facteurs qui tirent la consommation de blé vers le haut, la croissance démographique ainsi que la migration des populations des campagnes vers les villes où le blé est davantage consommé. L'augmentation des revenus et du niveau de vie est souvent le corollaire d'une augmentation de la consommation de blé. Un autre facteur peut expliquer cette augmentation; la plupart des études menées sur cette filière montrent que dans les années à venir, les pays en développement seront à l'origine du maintien de la hausse de la consommation.

Parmi les pays importateurs traditionnels de blé, on trouve l'Union européenne, les pays de l'Ex-URSS, la Chine, le Japon, le Brésil, la République de Corée, le Maroc, l'Iran et l'Algérie. La part de ces pays dans les importations globales est toujours importante en 2004 puisqu'elle représente encore près de la moitié des importations mondiales (47% soit 54,7 millions de tonnes). Nonobstant, cette part avait tendance à diminuer depuis la fin des années 1980 où elle atteignait alors 61% des importations mondiales. Cette baisse s'explique en grande partie par la multiplication des pays importateurs et les volumes de plus en plus importants qui sont importés par un grand nombre de pays (Anonyme, 2007).

5) Caractères morphologiques :

Principal représentant des blés tétraploïdes à grains nus : le blé dur, est une plante de climats chauds et secs. L'épi a généralement de longues barbes, et une section carrée ou comprimée. L'épillet a 2-5 fleurs. Les glumes n'ont pas d'arêtes. Le grain nu est translucide et très dur.

Les blés sont des plantes herbacées annuelles, monocotylédones, à feuilles alternes, formées d'un chaume portant un épi constitué de deux rangées d'épillets sessiles et aplatis.

Les fleurs sont nombreuses, petites et peu visibles car a chlamydes. Elles sont groupées en épis situés à l'extrémité des chaumes.

5.1 Les racines :

On deux sortes de racines :Les racines primaires ou séminales issues de la semence qui se développent au moment de la germination : la radicule qui débouche la 1e ; puis la 1e paire de racines qui va sortir en même temps ; et la 2e paire racinaires. Ces racines qui sont constitués que de tissus primaire vont nourrir la plantule jusqu'au stade tallage.

Un système racinaire fasciculé assez développé, (racines adventifs ou coronaires) ; qui sont produites par le développement de nouvelles talles (**Soltner, 1990**). Elles peuvent atteindre jusqu'à 1m50.

5.2 La tige :

Sont des chaumes, cylindriques, souvent creux par résorption de la moelle centrale mais chez le blé dur est pleine. Ils se présentent comme des tubes cannelés, avec de longs et nombreux faisceaux conducteurs de sève. Ces faisceaux sont régulièrement entrecroisés et renferment des fibres à parois épaisses, assurant la solidité de la structure. Les chaumes sont interrompus par des nœuds qui sont une succession de zones d'où émerge une longue feuille.

5.3 Les feuilles :

Engaine la tige puis s'allonge en un limbe étroit à nervures parallèles lancéolé, issues chaque d'un nœud ; la gaine est un cylindre qui permet d'attacher le limbe au nœud le plus bas son rôle est chlorophyllien et conserve l'eau et l'air et avant l'allongement des talles les gaines protégeant l'apex qui se trouve en cercle concentrique au plateau de tallage.

5.4 Inflorescence :

Ce sont des épis qui apparaissent lorsque le développement des tiges est terminé. Chaque épi se compose d'un axe ou rachis portant de nombreux épillets Les épillets sont au nombre de un par article ;

5.5 Fleurs :

Elles sont petites et sans couleur vive. - Chaque fleur est enfermée entre deux bractées appelées "glumelles " - Chaque glumelle se compose d'un corps à filet long et grêle portant des anthères en forme de X, un ovaire à une loge contenant un et d'un bec, séparés par un col. On trouve dans chaque fleur: 3 étamines seul ovule. Un stigmate plumeux surmontant l'ovaire Deux glumelles, ou petites écailles qui se trouvent à la base de l'ovaire. Le blé est une plante autogame.

5.6 L'oreillette ou stipules :

sont des organes membranaire dépourvus de chlorophylle dont le rôle n'est pas encore bien déterminé (elles forment des joints empêchant particulièrement l'eau de pluie ou de rosée de s'infiltrer à l'intérieur de la gaine); la ligule est un organe membranaire qui se forme à l'adjonction entre le limbe et la gaine. **(Prats et al, .1971)**.

Chez toutes les graminées, la présence et la forme des oreillettes ou stipules et de la ligule, permet de déterminer l'espèce avant l'apparition de l'épi **(Soltner, 1990)**.

6) Caractères physiologiques :

6.1 Photosynthèse :

D'après **(Thorne,1966)**, les hydrates de carbone du grain sont issus de l'activité photosynthétique des parties supérieures de la plante au moment même de la formation du grain. La photosynthèse durant les phases antérieures n'aura donc servi qu'à former le système racinaire, la tige et les organes terminaux. La feuille étendard, le col de l'épi et l'épi lui-même fournissent la presque totalité des hydrates de carbone des grains ; le rôle de l'avant-dernière feuille, sans être nul, est généralement faible.

Il existe des possibilités de compensation entre organes, comme l'ont montré des expériences d'ablation. Il faut donc tenter d'améliorer cette capacité qui paraît dépendre de la grosseur et du nombre des ovules fécondés. Il semble que ce soit pendant la phase A-B qu'est déterminé ce caractère, ce qui explique l'effet antagoniste du tallage herbacé sur la productivité.

Des blés à tallage réduit seraient donc plus productifs; et si le tallage est encore considéré comme avantageux, c'est surtout pour palier aux aléas susceptibles de provoquer des trous dans la culture.

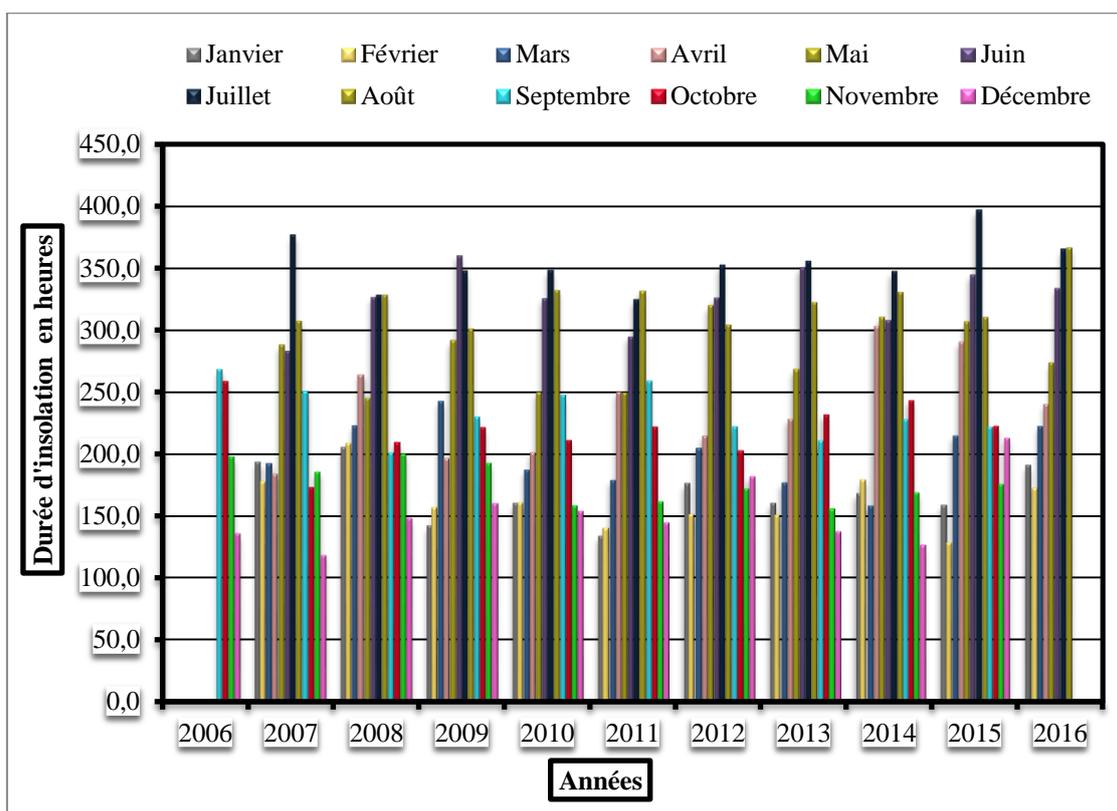


Figure 06 : Durée moyenne d'insolation en heures de la dernière décennie à Constantine (source : INPV).

6.2 Les effets du déficit hydrique sur les céréales :

Outre son rôle dans la photosynthèse, dans le transport et l'accumulation des éléments nutritifs ainsi que dans la division cellulaire et la régulation thermique, l'eau joue un rôle essentiel dans la croissance et le développement des plantes cultivées (**Riou C1993**).

Le rendement en grains chez le blé dépend fortement du nombre de grains par épi, du poids de grains par épi et du nombre d'épis par m² (**Engleddow FL, Wadham 1923**). L'effet du déficit hydrique sur ces composantes, et par conséquent sur le rendement, dépend du stade au cours duquel ce déficit survient. Ainsi, un déficit hydrique à la montaison se traduit par la chute du nombre d'épis par m², la régression intense des talles et/ou la baisse du nombre de grains par épi (notamment par augmentation du taux d'avortement des épillets et l'induction de stérilité mâle).

À la fin de la montaison, 10-15 jours avant l'épiaison (stade 10 selon **Feekes** et 45 selon **Zaddoks**), la sécheresse réduit le nombre de fleurs fertiles par épillet (**Debaeke P, et al 1995**). Le manque d'eau après la floraison, combiné à des températures élevées, entraîne une diminution du poids de 1000 grains par altération de la vitesse de remplissage des grains et/ou de la durée de remplissage (**Triboï E 1990**). Au cours du remplissage des grains, le manque d'eau a pour conséquence une réduction de la taille des grains (échaudage), réduisant par

conséquent le rendement (**Gate et al 1993**). Ainsi, pour bien se développer, la plante doit disposer de mécanismes d'adaptation qui lui permettent de supporter la sécheresse.

6.3 Tolérance aux adversités climatiques :

a. Froid:

Il y a plusieurs degrés dans la résistance au froid. Au stade plantule, certains cultivars d'hiver ou de printemps montrent une tolérance suffisante à des froids modérés. La résistance aux grands froids ne se trouve que chez les blés d'hiver ; il existe une relation entre le besoin de vernalisation et la capacité d'endurcissement d'une variété. Cette résistance cesse à partir du stade début montaison (7 selon **Feekes** et 32 selon **Zaddoks**).

A partir de l'épiaison la tolérance au froid est faible; une récolte peut être détruite en une nuit par le gel des épis. D'autre part des températures fraîches (minimas de 5°C sous abri) entre la méiose et la floraison risquent de causer la coulure en induisant de la stérilité mâle. On doit donc éviter une trop grande précocité, en particulier le risque de gel des épis doit absolument être évité.

b. Chaleur:

Au dessus des températures sous abri d'environ 30°C le bilan de la photosynthèse s'annule par excès de photo respiration. Il existe cependant des différences variétales pour la température de seuil. Aux températures plus élevées, le métabolisme est gravement perturbé, la température des plantes s'élève et la mort peut survenir si de telles conditions se maintiennent trop longtemps. C'est cependant la diminution de la photosynthèse nette pendant la formation des grains qui est le plus à craindre. (**Geslin et Jonard ,1948**) ont montré que c'est pendant la phase du palier d'eau que les coups de chaleur sont le plus dangereux (figure n°08). Une plus grande précocité d'épiaison peut diminuer ce risque; mais on est limité par le risque de froid encore plus dangereux.

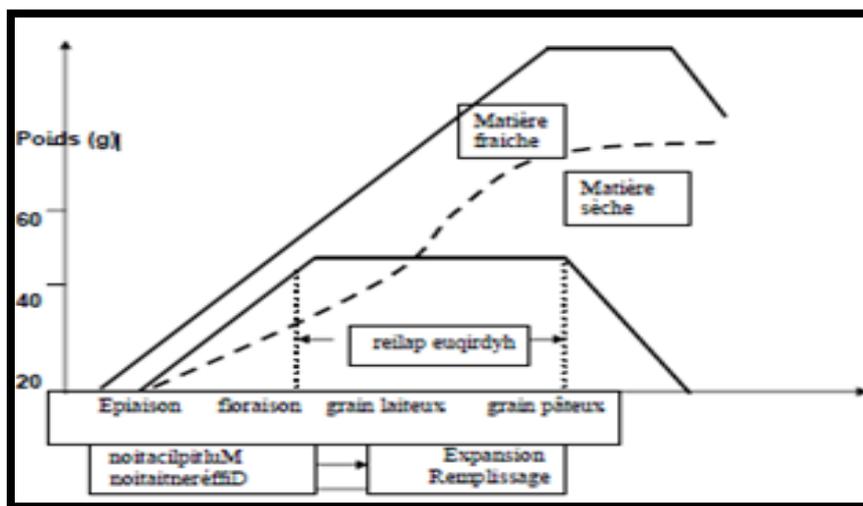


Figure n° 07 : Principales phases du remplissage du grain (Gate, 1995).

c. Salinité :

La tolérance des céréales à la salinité dépend de la variabilité génétique telle que certaines espèces résistent à ce type de stress biotique que d'autres. Notamment l'effet toxique des sels est moins prononcé chez le blé tendre que le blé dur. Ce caractère lui est conféré grâce à la présence du *Kna1*, un gène responsable à l'exclusion du sodium (**Munns *et al.*, 2008**).

7) Mécanisme d'adaptation à la sécheresse :

La résistance globale d'une plante à la sécheresse apparaît comme le résultat de nombreuses modifications phénologiques, anatomiques, morphologiques, physiologiques et biochimiques qui interagissent pour permettre le maintien de la croissance, du développement et de la production (**Hsissou, 1994**).

7.1 Adaptations phénologiques :

Pour éviter les périodes difficiles pour la croissance et le développement, certaines variétés accomplissent leur cycle de développement avant l'installation de la contrainte hydrique. La précocité constitue donc un important mécanisme d'évitement de la sécheresse de fin de cycle (**Ben Naceur, et al, 1999**). La précocité assure une meilleure efficacité de l'utilisation de l'eau. En effet, en produisant la biomasse la plus élevée, les génotypes à croissance rapide et à maturité précoce utilisent mieux l'eau disponible et ils sont moins exposés aux stress environnementaux que les génotypes tardifs (**Bajji, 1999**). En effet, les variétés qui ont une vitesse de croissance élevée ont la capacité de mieux utiliser les sources nutritives à la fin du cycle de développement lorsque celles-ci deviennent limitantes (**Poorter H. 1989**).

La précocité de l'épiaison peut donc être utilisée comme critère de sélection pour améliorer les productions dans les zones sèches (**Ben Salem, et al, 1997**) ;

C'est l'un des traits les plus importants dans l'adaptation des plantes au déficit hydrique terminal. Ainsi, en conditions méditerranéennes, la recherche d'une plus grande précocité a été, jusqu'en 1992, le moyen le plus utilisé pour éviter les effets négatifs sur le remplissage des grains du déficit hydrique et des hautes températures de fin de cycle (**Ali Dib, et al 1992**).

7.2 Adaptations morphologique :

L'effet de la sécheresse peut se traduire, selon la stratégie adaptative de chaque espèce ou variété, par des modifications morphologiques pour augmenter l'absorption d'eau et/ou pour diminuer la transpiration et la compétition entre les organes pour les assimilats. Ces modifications affectent la partie aérienne ou souterraine : réduction de la surface foliaire et du

nombre de talles, enroulement des feuilles et/ou meilleur développement du système racinaire (Slama & al., 2005).

8) L'hétérosis :

Depuis longtemps, de nombreux sélectionneurs de blé ont observé des phénomènes de vigueur hybrides sur la première génération des croisements qu'ils ont réalisés (Auriau 1975). Dès 1914 Shull cité par Gallais, 1990 et Chaker et Djenadi 1995, ont défini l'hétérosis au niveau d'un croisement de deux lignées homozygotes, comme la supériorité de l'hybride F1 par rapport au meilleur des deux parents. Si ces parents sont homozygotes et différents, la génération F1 après hybridation inter variétale sera homozygote mais homogène (Zahour 1992).

Cette homozygotie provoque chez les espèces une vigueur (Shull 1948 cité par Lefort-Buson 1985). L'hétérosis se définit aussi comme l'augmentation de la vigueur des individus issus d'un croisement entre lignées homozygotes. Les explications d'un tel phénomène sont nombreuses, entre-autres l'avantage de l'hétérozygote (l'hybride) qui vient de l'accumulation d'un grand nombre d'allèles dominants favorables provenant de deux lignées parentales (Demarly, 1977). Ceci suppose que l'hétérosis est fixable à long terme suite justement à l'accumulation de ces allèles dominants favorables.

Cependant l'effet d'inbreeding ou consanguinité remet en cause partiellement cette explication de l'hétérosis par l'effet de dominance. L'épistasie est aussi avancée comme phénomène intervenant dans l'hétérosis (Allard, 1960). (Demarly, 1977) l'interprète en termes d'interaction entre le noyau et le cytoplasme. L'hybridation crée une situation nucleocytoplasmique nouvelle qui engendre pour la cellule des possibilités accrues en matière de fonctionnement. Ces possibilités sont d'autant plus grandes que les lignées parentales sont très distantes génétiquement.

En passant de la F1 à la F2 par autofécondation, en fécondation libre, il y a perte de vigueur, c'est la dépression due à la consanguinité (Gallais 1990).

9) Biologie et cycle du développement :

Habituellement l'autofécondation est possible chez les blés (ceux sont les anthérozoïdes issus du pollen d'une fleur qui fécondent l'oosphère et la cellule centrale du sac embryonnaire de l'ovaire de cette même fleur: les cellules sexuelles femelles sont protégées dans un sac embryonnaire fermé au sein d'un ovule, ce qui est un caractère d'Angiosperme ; agéion= petite urne et sperma la semence en grec). Le fruit (grain de blé) est sec et indéhiscence (ne s'ouvre

pas) et les enveloppes du fruit sont soudées à celles de la graine, ce qui fait que l'on nomme ce fruit graine: caryopse.

Les glumes et les glumelles se détachent au battage. Ses réserves sont contenues dans l'albumen (on dit que la graine est albuminée) composé à 70% d'amidon et 15% de gluten (une protéine). L'embryon n'a qu'un cotylédon (le blé est une monocotylédone) et la plantule comporte un coléorhize, qui donnera la racine, et un coléoptile qui donnera l'axe feuillé.

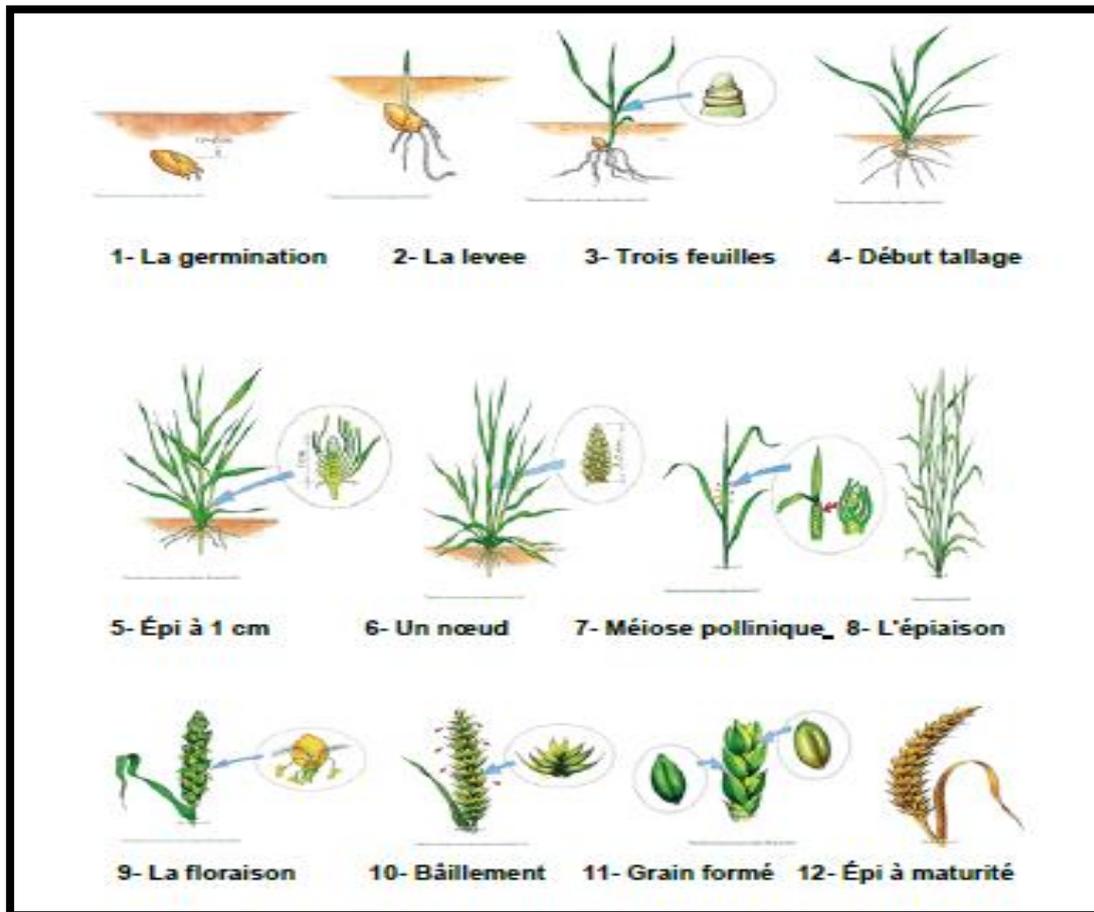


Figure n° 08 : Les différents stades de développement du blé (Gate 2005).

9.1 Germination :

La germination du grain de blé dure entre 13 et 21 jours pendant lesquels le coléorhize sort de l'enveloppe du grain et donne une racine d'où sont émises des racines primitives. Le coléoptile sort du grain et forme un étui protégeant les premières feuilles ;

9.2 La levée :

Au début de la germination, la semence de blé est sèche. Après humidification, il sort une racine (première petite racine), puis un coléoptile. Une première feuille apparaît au sommet du coléoptile. La germination est uniquement déterminée par une somme de température. Il

s'agit de la température moyenne quotidienne cumulée. Il faut en moyenne 30 °C pour la germination, soit trois jours à 10 °C ou 10 jours à 3 °C, et environ 150 °C pour la levée. L'axe portant le bourgeon terminal se développe en un rhizome (tige souterraine) dont la croissance s'arrête à 2 cm en dessous de la surface du sol.

Il apparaît un renflement dans la partie supérieure du rhizome qui grossit et forme le plateau de tallage. La levée commence quand la plantule sort de terre et que la première feuille pointe au grand jour son limbe. Le rythme d'émission des feuilles est réglé par des facteurs externes comme la durée du jour et le rayonnement au moment de la levée. On exprime le nombre de feuilles en fonction des cumuls de températures depuis le semis. Le phylotherme est la durée exprimée en somme de température séparant l'apparition de deux feuilles successives. Il est estimé à 100 °C en base 0 °C et varie entre 80 °C (semis tardif) à 110 °C (semis précoce).

9.3 Le stade « 3 feuilles » :

Le stade « 3 feuilles » est une phase repère pour le développement du blé. Des bourgeons se forment à l'aisselle des feuilles et donnent des pousses – ou talles. Chaque talle primaire donne des talles secondaires. Apparaissent alors, à partir de la base du plateau de tallage, des racines secondaires ou adventives, qui seront à l'origine de l'augmentation du nombre d'épis.

9.4 Le tallage :

Le tallage commence à la fin de l'hiver et se poursuit jusqu'à la reprise du printemps. Il est marqué par l'apparition d'une tige secondaire, une talle, à la base de la première feuille. Les autres feuilles poussent elles aussi leurs talles vertes. Au moment du plein tallage, la plante est étalée ou a un port retombant. À l'intérieur de la tige, on peut trouver ce qu'on appelle la pointe de croissance. Elle commence à ressembler à un épi de blé. Initialement, la pointe est sous terre, protégée contre le gel. Au fur et à mesure de la reprise de la végétation, la pointe de croissance va s'élever dans la tige.

9.5 La montaison :

La montaison se produit en Algérie (de fin février - début mars à mi mai) selon les régions. Au sommet du bourgeon terminal se produit le début du développement de l'épi. Parallèlement, on assiste à l'allongement des entrenœuds. Le stade « épi à 1 cm » du plateau de tallage est caractérisé par une croissance active des talles. Le plant de blé a besoin, durant cette phase, d'un important apport d'azote. A la fin de la montaison apparaît la feuille étendard. Ce terme désigne la dernière feuille sortie. Cette feuille est essentielle car elle va à elle seule contribuer à 75 % du rendement (et donc au remplissage du grain). Lorsque les maladies causent des dommages à cette feuille, le rendement a de fortes chances d'être réduit.

9.6 L'épiaison :

L'épiaison se produit en avril - mai, quand la gaine éclatée laisse entrevoir l'épi qui va s'en dégager peu à peu (on parle de gonflement). Pour les variétés barbues, c'est le moment où apparaissent les extrémités des barbes à la base de la ligule de la dernière feuille.

Avant l'apparition de l'épi, on peut voir un gonflement de la gaine. À ce stade, le nombre total d'épis est défini, de même que le nombre total de fleurs par épi. Chaque fleur peut potentiellement donner un grain, mais il est possible que certaines fleurs ne donnent jamais de grains, en raison de déficit de fécondation par exemple.

9.7 La floraison :

La floraison s'observe à partir du moment où quelques étamines sont visibles dans le tiers moyen de l'épi, en dehors des glumelles. Quand les anthères apparaissent, elles sont jaunes ; après exposition au soleil, elles deviennent blanches. À la fin de la floraison, quelques étamines séchées subsistent sur l'épi. Environ 15 jours après la floraison, le blé commence à changer de couleur: il perd sa couleur verte pour tourner au jaune/doré/bronzé et rousse.

9.8 Formation du grain et maturité :

Le cycle s'achève par la maturation qui dure en moyenne 45 jours. Les grains vont progressivement se remplir et passer par différents stades tels que les stades laiteux, puis pâteux, au cours desquels la teneur en amidon augmente et le taux d'humidité diminue. Durant cette phase, les réserves migrent depuis les parties vertes jusqu'aux grains. Quand le blé est mûr, il devient sec et les graines se charge de réserves. La formation du grain se fait quand les grains du tiers moyen de l'épi parviennent à la moitié de leur développement. Ils se développent en deux stades : le stade laiteux où le grain vert clair, d'un contenu laiteux, atteint sa dimension définitive ; Le stade pâteux où le grain, d'un vert jaune, s'écrase facilement. Les glumes et les glumelles sont jaunes striées de vert, les feuilles sèches et les nœuds de la tige encore verts. Puis le grain mûrit: brillant, durci, il prend une couleur jaune. À maturité complète, le grain a la couleur typique de la variété et la plante est sèche (**anonyme 2005**).

Tableau n° 03 : Durée des différents stades de la croissance du blé (Anonyme, 2011).

Différents stades	Germination Levée	tallage	montaison	épiaison	floraison	formation du grain
Durée approximative en jours	20	60	30	30	15	45

10) Techniques culturales :

La mauvaise maîtrise des techniques culturales limite la production des cultures qui en condition défavorable peut être augmentée par une amélioration génétique ou par un meilleur respect et maîtrise de l'itinéraire technique.

10.1 Choix variétal :

Pour choisir une variété l'agriculteur disposerait jusqu'à présent d'une appréciation globale de la faculté d'adaptation régionale au travers du rendement et de ces fluctuations entre les années. Cette faculté d'adaptation est liée aux caractéristiques physiologiques qui sont également responsables des différences d'aptitude à valoriser les diverses techniques culturales.

Ces derniers subissent de grandes modifications dans le cadre de l'intensification céréalière (protection phytosanitaire et conduite de la fertilisation Phosphatée et azotée). Le choix variétal est issu des résultats d'essais menés régionalement par les différentes structures de recherche développement (ITGC et INRAA) et par l'étude des résultats de la collecte des années précédentes des données morphologiques, physiologiques et de rendement.

10.2 Travail du sol et Semis :

Il est primordial de maintenir une structure qui permettra une bonne implantation et un bon enracinement. La culture doit démarrer rapidement après le semis. On évite de laisser trop de mottes qui pourraient limiter l'efficacité du passage de la herse. Des faux semis peuvent être réalisés juste avant le semis. Il s'agit par une façon très superficielle de détruire les adventices en germination. Les dates de semis sont intermédiaires et à adapter à chaque précocité. On sème en générale entre le 15 Novembre et le 15 Décembre. Après cette période, les semis dans de bonnes conditions deviennent très aléatoires. La densité de semis varie entre 300 et 450 gr/m² selon la date et le type de sol de la région.

10.3 Fertilisation :

C'est un point délicat dans la mesure où tous les produits de synthèse pour le moment sont interdits. Les formes utilisables sont peu nombreuses et ont des efficacités très variables selon le type de sol, les conditions d'application. Le principal facteur limitant est fréquemment l'azote, le phosphore, et plus rarement la potasse.

10.4 Désherbage mécanique :

Le principal outil disponible est le cultivateur ou chisel et la herse. Son efficacité dépend de deux facteurs: Le décalage de stade entre le blé et les adventices. Le sol doit être bien ressuyé et présentant peu de grosses mottes.

10.5 Récolte :

Les normes de récolte sont les mêmes qu'en conventionnel. La même attention est à porter au nettoyage du matériel de récolte et de transport. La qualité du battage est primordiale pour maintenir des taux de germination au dessus de la norme de certification (>85%).

11) Maladies et ravageurs :

Les céréales peuvent être attaquées par de multiples maladies durant leur cycle de développement, et subir des pertes de rendement importantes, surtout lorsque la variété utilisée est sensible et que les conditions de l'environnement sont favorables au développement des agents pathogènes et particulièrement les agents cryptogamiques qui causent des dégâts importants (Aouali et Douici-Khalfi, 2013).

11.1 Les Rouilles :

Divers types de Rouille affectent le blé et l'orge. Les trois types de Rouille qui affectent le blé sont la Rouille brune, la Rouille noir des tiges et la Rouille jaune (Amrani, 2013).

Selon les enquêtes menées par (Sayoud et al.,1996) les Rouilles sont essentiellement présentes au niveau des hauts plateaux et les plaines de la Mitidja. Leur identification est relativement facile car l'agent fongique produit des pustules caractéristiques, formées essentiellement de spores qui sont facilement disséminées par le vent (Aouali et Douici-Khalfi, 2013).

11.2 Septoriose :

La tache Septorienne est l'une des principales maladies cryptogamiques du blé à travers le monde (Shipton et al., 1971; Eyal et al., 1987). La maladie est causée par l'attaque d'un champignon qui peut être présent sous deux formes au champ : la forme sexuée (*Mycosphaerellagraminicola*) et la forme asexuée (*Septoriatritici*) (Farid, 1992), appelé aussi *Zymoseptoriatritici* (Brunner et al., 2013).

11.3 L'Oïdium :

L'Oïdium causé par l'agent pathogène *Erysiphegraminisf.sp.tritici*, peut attaquer le blé sur toute la durée de la culture, sur feuille et sur épi. On le rencontre essentiellement sur variétés sensibles (Masson, 2012).

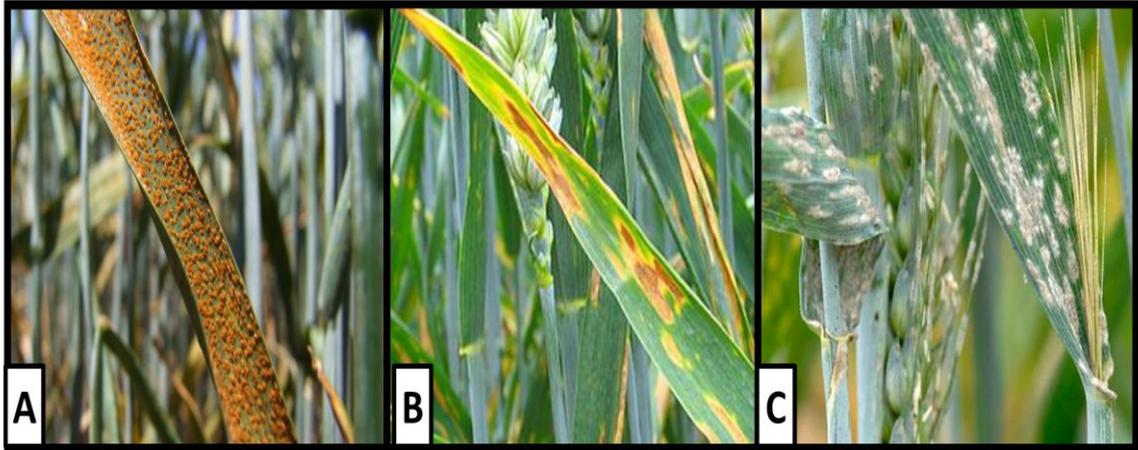


Figure N°09 : Maladies et ravageur attaquant le blé sur

A : la rouille **B** : la septoriose **C** : l'oïdium

MATERIEL
ET
METHODES

1) Matériel végétal :

Le matériel végétal utilisé dans notre étude est un ensemble de 20 hybrides pris au sein de la pépinière F1 de blé dur dont les croisements ont été réalisés en 2015/2016 à Elkhroub ; les parents qui constituent ces hybrides font partie de la collection qui comprend 125 variétés ou lignées avancées de blé dur composant la pépinière de croisement. Ce matériel très diversifié, regroupe des variétés populations très anciennes, des variétés locales anciennes, des variétés locales modernes, et un ensemble de nouvelles variétés introduites du CYMMYT, de l'ICARDA, d'Europe, des Etats unis d'Amérique, d'Australie et d'autres pays de la Méditerranée, relevant du Programme National de l'Amélioration du Blé (PNAB).

En fonction des objectifs de croisements pour la région d'étude (hautes plaines orientales) on a choisi ces 20 hybrides de la pépinière F1 considérant les facteurs précocité à l'épiaison et la hauteur qui auraient des liaisons indirectes pour le rendement grain. Pour ce, à ces hybrides on a considéré leurs parents respectifs soit 18 parents males et 18 parents femelles pris au sein de cette collection (Tableau N°04).

Tableau n°04 : Des hybrides F1 de blé dur étudiés à Elkhroub 2016/2017

N° hybride	N°- Parent 1	N° - Parent 2
01	50 : Belikh 2	40 : Cirta
02	62 : Senatore-capelli	03 : Wollaroi
03	62 : Senatore-capelli	117 : MIK13 = Stj3//Bcr/Lks4
05	66 : Mohamed ben bachir	68 : Montpellier
06	68 : Montpellier	50 : Belikh 2
07	68 : Montpellier	110 : Beni Mestina = Lahn/Ch12003
08	70 : Hedba 03	102 : Achouri = Mrfl/Stj2//Gdr2/Mgn11
12	73 : Kucuk	85 : Karasu
13	74 : Oued zenati 368	110 : Beni Mestina = Lahn/Ch12003
16	78 : Guemgoum rkhem	06 : Waha
24	95 : Ofonto	03 : Wollaroi
27	102 : Achouri = Mrfl/Stj2//Gdr2/Mgn11	31 : Tell 76
29	105 : Oss1/Stj5/5/Bidra1/4/Bezaiz-SHF//SD-19539/Waha /3/Stj/Mrb3	42 : Cocorit C 71
33	110 : Beni Mestina = Lahn/Ch12003	124 : T.Monococcum
38	05 : Capeiti 8	29 : CHEN 'S' /ALTAR 84
40	88 : Boussellem	109 : Icarasha*2 = Stj3//Bcr/Lks4/3/Ter-3
58	85 : Karasu	106 : Aghrass-1/Bezaiz98-1=ICAMOR-TA04-5
60	29 : CHEN 'S' /ALTAR 84	22 : Camadi abdou 73 N°7510
61	30 : CHEN 'S' /AUK	57 : Occotillo
65	48 : Araldur	63 : T.POLONICUMxZB

2) Estimation de l'hétérosis:

Nous avons étudié les manifestations de l'hétérosis pour différents caractères. L'estimation de l'hétérosis a été calculée par rapport au parent moyen

$$\% \text{ d'hétérosis} = \frac{F1 - (P1 + P2)/2}{(P1 + P2)/2} \times 100$$

F1 : valeur de l'hybride

P1 : valeur du premier parent

P2 : valeur du second parent

La référence au parent moyen met en évidence les effets de dominance donc l'écart à l'additivité et celle du meilleur parent met en évidence les effets de superdominance (Lefort-Buson, 1985).

Certains auteurs comme Varenisita, 1971 cité par Auriou, 1975 ont montré la forte influence de la densité de semis sur les manifestations de la vigueur hybride. Notons à ce propos que les premiers travaux réalisés avec des semences obtenues par croisements manuels et sur de très petites surfaces ont montré de fortes augmentations de rendement par rapport aux parents.

Les rendements étant ramenés à la plante et non à l'unité de surface (Auriou 1975). L'estimation de la vigueur hybride pose aussi un problème de référence (Lefort, Buson 1985).

La supériorité de l'hybride pouvant être estimée relativement à la moyenne, ou à la meilleure des deux lignées parentales.

3) Site d'expérimentation :

Ce travail a été réalisé au niveau de la station expérimentale de l'institut technique des grandes cultures d'El khroub, située à 14km au Sud Est de Constantine, à une altitude de 640m, une latitude de 6,67 Est, et une longitude Nord de 36,25°. La pluviométrie cumulée de septembre 2016 à Mai 2017 était de 240 mm contre une moyenne ONM de 465mm.

4) Mise en place de l'essai :

Les variétés rassemblées en groupes selon leurs caractéristiques sont semées en quatre lignes de 1mètre de long espacés de 20cm.

5) Pratiques culturales pour la mise en place de l'essai :

L'essai a été mis en place le 30 Novembre 2016, sur une parcelle dénommée « Saad Belkheir » à texture argilo limoneuse et ayant comme précédent cultural une jachère travaillée. Le labour réalisé à l'aide de la charrue à soc au printemps a été repris à l'aide d'un scarificateur à 11 dents dès le début du mois d'août 2016.

Un engrais de fond, le super phosphate à 46% a été épandu en fin d'octobre 2016 à raison de 100kg/ha.

-Deux recroisages se sont suivis à l'aide d'un cover crop.

-La finition du lit de semence a été réalisée par un hersage au roto herse.

-Le semis a été effectué manuellement.

-Un désherbage chimique fut réalisé dès le stade plein tallage par l'association de deux herbicides spécifiques complémentaires (Cossak: anti dicotylédones et Topik: anti monocotylédones); un désherbage manuel a été nécessaire pour éliminer les repousses de l'année précédente.

- Une semaine après, un engraissement d'entretien (Urée à 42%) a été réalisé à la dose de 100kg/ha.

6) Notations effectuées :

Les observations et notations ont été réalisées durant la période allant de l'épiaison jusqu'à la maturité physiologique:

- ❖ L'épiaison : est le nombre de jours, de la germination jusqu'au stade de l'apparition des ébauches des épis, la date d'épiaison est notée lorsque 50% des épis de la parcelle élémentaire sont sortis de la gaine de la dernière feuille puis la précocité est mesurée en nombre de jours à partir du 1^{er} janvier jusqu'à la date d'épiaison ; elle a aussi été comptabilisée en degrés jours cumulés pour la même période.
- ❖ la hauteur de la plante (en cm) : mesurée à maturité du sol jusqu'au sommet des épis de la strate moyenne, barbes non incluses.

7) Analyse des Données :

Toutes les données collectées ont subi une analyse de moyenne et une analyse de variance à l'aide du logiciel STATICF qui inclut les formules suivantes :

$$\text{Moyenne} = X = \sum x_i / n$$

$$\text{Ecart type} = \delta = \sqrt{\text{var}(x)} = \sqrt{\sum (x_i - x)^2 / n - 1}$$

$$\text{Variance} = \text{var}(x) = \sum (x_i - x)^2 / n - 1$$

$$\text{Coefficient de variation CV} = (\delta / X) \cdot 100$$

Où: x_i = variété (génotype), n = nombre de génotypes.

La matrice des corrélations est aussi tirée de ce logiciel. Le dispositif adopté est de type bloc Fisher aléatoire où les variétés sont considérées comme des traitements et chaque ligne représente un bloc ou une répétition. Les observations sur l'ensemble des répétitions ont été faites sur les 20 traitements (variétés) pour la F1 et 18 traitements pour chaque parents, et pour les 4 répétitions (blocs)

8) Relevé climatique de la wilaya de Constantine:

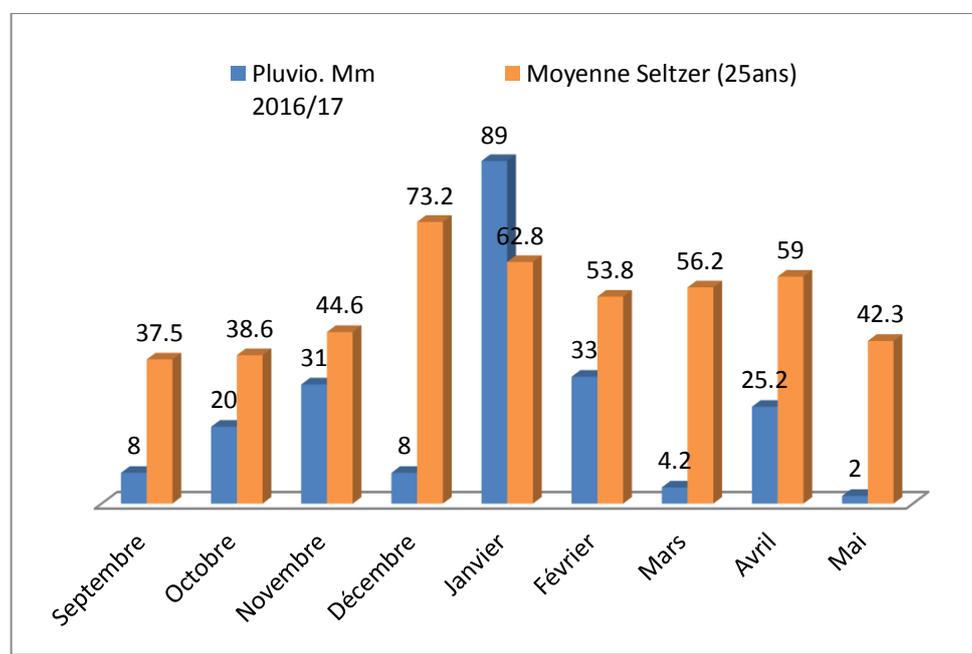


Figure n°10 : Pluviométrie Campagne 2016/2017 Vs Moyenne Seltzer.

Si on considère le cumul global de la pluviométrie de cette campagne 2016/2017, on remarque qu'il y a un grand écart négatif de 247,6mm par rapport à la moyenne de référence, ce qui est considérable et ne permet pas un développement normal des céréales.

9) Changements climatiques futurs :

En effet, Le modèle MAGICC (**Hulme, 2000**), centré sur la région du Maghreb. Estime un réchauffement, probable, de l'ordre de 1°C entre 2000 et 2020 et une perturbation des régimes pluviométriques (répartition spatio-temporelle) avec une tendance à la baisse, de l'ordre de 5 à 13 % à plus long terme.

RESULTS
ET
DISCUSSION

1) Paramètre phénologique :

1.1 Date d'épiaison :

La date d'épiaison est un critère de sélection qui permet de sélectionner les hybrides les plus performantes adaptés aux contraintes de l'environnement. L'épiaison détermine la durée des phases de développement, ces phases jouent un rôle important dans l'élaboration des composantes du rendement et dans l'évitement des effets climatiques défavorables.

Tableau N° 05: Durée d'épiaison des hybrides de blé dur étudiés (en jour).

N° hybride	Variété / lignée avancée	\bar{x}
01	Belikh 2 / Cirta	120
02	Senatore-capelli / Wollaroi	121
03	Senatore-capelli / Miki3	124
05	Mohamed benbachir / Montpellier	123
06	Montpellier / Belikh 2	122
07	Montpellier / Beni Mestina	121
08	Hedba 03 / 3 / Mrf1/Stj2//Gdr2/Mgn1	119
12	Kucuk / Karasu	121
13	Oued zenati 368 / Lahn/Ch12003	120
16	Guemgoum rkhem / Waha	124
24	Ofonto / Wollaroi	117
27	Mrf1/Stj2//Gdr2/Mgn1 / 3 / Tell	119
29	Oss1/Stj5/5/Bidra1/4/Bezaiz-SHF//SD-19539/Waha /3/Stj/Mrb3 / 6 /Cit71	120
33	Lahn/Ch12003 / T.Mono	118
38	Capeiti // Chen 'S' /Altar84	121
40	Boussellem / Icarasha*2	120
58	Karasu // Aghrass-1/Bezaiz98-1	120
60	Jori C69 / Kamillaroi	118
61	Chen 'S' /Auk/ / Occotillo	117
65	Chahaba 88 / Chanst 2	123
Moyenne	-	120,4

Selon (**Hadjichristodoulou,1989**) l'épiaison est souvent utilisée comme indicateur de précocité et également considérée comme un important caractère qui influence les rendements des céréales, particulièrement dans les zones où la distribution de la pluviométrie et de la variabilité des températures affectent la longueur du cycle de développement.

Ce critère intervient dans la sélection, ceci nous permet de sélectionner les variétés les plus performantes possédant une tolérance et une adaptation aux contraintes environnementales. Alors, la date d'épiaison permet aux agriculteurs de choisir selon les conditions de leurs environnements ; les variétés précoces pour une adaptation spécifique dans des zones caractérisées par un hiver doux et été sec à chaleur précoce. Quant aux variétés tardives qui ont besoin de vernalisation et de photopériode, doivent être plus aptes pour une adaptation spécifique dans des zones à printemps gélif.

Selon (**Wardlaw et al. ,1995**), la précocité à l'épiaison présente un critère de sélection et désignée comme un des importants mécanismes de l'esquive ou l'échappement des contraintes climatiques.(**Fisher et Maurer,1978**) ont rapporté qu'un gain d'un jour dans la précocité, induit un gain de rendement de 30kg/ha. Selon (**worland et al.,1994**), la précocité à l'épiaison et par conséquent celle à maturité, sont déterminées par un ensemble de gènes complexes.

L'épiaison des plantes chez les hybrides a été en moyenne de 120.4 ± 1.1 jours, l'analyse de variance nous permet de constater la présence d'une variabilité au sein des variétés étudiées. Cette phase est observée chez les vingt hybrides sur une période allant d'environ 117 à 124 jours soit sept jours d'intervalle ; les croisements (Ofonto / Wollaroi) et (Chen 'S' /Auk/ / Occotillo) ; ont été les plus précoces ; par contre (Senatore-capelli / Miki3) et (Guemgoum rkhem / Waha) ,ont pesé de leur tardivité.

Vu les conditions climatiques irrégulières et imprévisible au niveau de notre région (hautes plaines orientales) une différence de précocité à l'épiaison d'une semaine entre un génotype et un autre peut avoir des conséquences importantes sur le comportement variétale et sur la construction de son rendement, indiquant ainsi une grande variabilité pour ce caractère parmi les génotypes étudiés.

Chez les parents , l'intervalle dans les épiaisons a varié de 117 jours à 122 jours pour le parent P1 avec une moyenne de 121,85 jours et un intervalle de 115 à 125 jours pour le parent P2 avec une moyenne de 120j environ.

Il est donc à constater que globalement, en moyenne les parents ont été plus tardifs que les hybrides (Tableau N°06).

Tableau N° 06: Durée d'épiaison des parents de blé dur étudiés (en jour)

N°_P1	Variété P1	\bar{x}	N°_P2	Variété P2	\bar{x}
50	Belikh 2	119	40	Cirta	123
62	Senatore-capelli	125	03	Wollaroi	119
62	Senatore-capelli	125	117	MIKI3 = Stj3//Bcr/Lks4	120
66	Mohamed benbachir	127	68	Montpellier	124
68	Montpellier	124	50	Belikh 2	118
68	Montpellier	124	110	Beni Mestina = Lahn/Ch12003	117
70	Hedba 03	120	102	Achouri = Mrf1/Stj2//Gdr2/Mgnl1	122
73	Kucuk	121	85	Karasu	118
74	Oued zenati 368	126	110	Beni Mestina = Lahn/Ch12003	117
78	Guemgoum rkhem	123	06	Waha	119
95	Ofonto	121	03	Wollaroi	119
102	Achouri = Mrf1/Stj2//Gdr2/Mgnl1	122	31	Tell 76	115
105	Oss1/Stj5/5/Bidra1/4/Bezaiz-SHF//SD-19539/Waha/3/Stj/Mrb3	123	42	Cocorit C 71	119
110	Beni Mestina = Lahn/Ch12003	117	124	T.Monococcum	124
05	Capeiti 8	118	29	CHEN 'S' /ALTAR 84	118
88	Boussellem	120	109	Icarasha*2 = Stj3//Bcr/Lks4/3/Ter-3	122
85	Karasu	118	106	Aghrass-1/Bezaiz98-1=ICAMOR-TA04-5	123
29	CHEN 'S' /ALTAR 84	119	22	Camadi abdou 73 N°7510	119
30	CHEN 'S' /AUK	123	57	Occotillo	120
48	Araldur	122	63	T.POLONICUMxZB	125
Moyenne	-	121,85	Moyenne	-	120,5

En considérant cette moyenne et son écart type ; on peut dénombrer 11 génotypes soit environ la moitié qui ont eu une épiaison inférieure à la moyenne, c'est-à-dire qui ont épié avant ce seuil moyen et l'autre moitié des génotypes ont épié plus tard (9 génotypes). En tenant compte de la variété la plus précoce et en considérant une différence significative d'une semaine, on a pu déterminer deux différents groupes distincts. Dans le 1^{er} groupe on comptabilise 11 génotypes avec une moyenne de 118 jours ; et un 2^{em} groupes dont la moyenne est de 122,2 jours comprenant 9 génotypes (Tableau N°05).

L'analyse de la variance du paramètre mesuré 'épiaison' pour les différentes variétés testés 'hybrides, P1, P2' s'est montré significative, d'après les résultats CV (1,30%) et ET (1,52) obtenus on constate que les hybrides sont très variables comprenant plusieurs groupes (Annexe N°04)

1.2 Degré d'hétérosis :

Pour le caractère épiaison la population F1 présente plusieurs hétérosis négatifs significatifs cet effet est le plus remarqué pour la variété (Chen 'S' /Auk/ / Occotillo) avec $H = -3,7\%$ donc l'hybride est plus supérieur par rapport aux P1 et P2, il s'exprime plus fortement pour le paramètres épiaison que les deux parents, par contre le degré d'hétérosis le moins se distingue dans la variété (Capeiti//Chen'S'/Altar84) avec $H = 2,54\%$ (Tableau N° 07).

Tableau n° 07: Degré de l'hétérosis entre les hybrides et la moyenne des deux parents (épiaison).

N° hybride	XF1	XPM	H (%)
01	120	121	-0,82
02	121	122	-0,81
03	124	122,5	1,22
05	123	125,5	-2
06	122	121	0,82
07	121	120,5	0,41
08	119	121	-1,65
12	121	119,5	1,25
13	120	121,5	-1,23
16	124	121	2,47
24	117	120	-2,5
27	119	118,5	0,42
29	120	121	-0,82
33	118	120,5	-2,07
38	121	118	2,54
40	120	121	-0,82
58	120	120,5	-0,41
60	118	119	-0,84
61	117	121,5	-3,7
65	123	123,5	-0,4

1.3 Température :

La somme de température nécessaire à la croissance est différente pour chaque espèce végétale et même pour chaque variété d'une même espèce selon qu'elle est précoce ou tardive et selon le type de sol et les conditions d'irrigations.

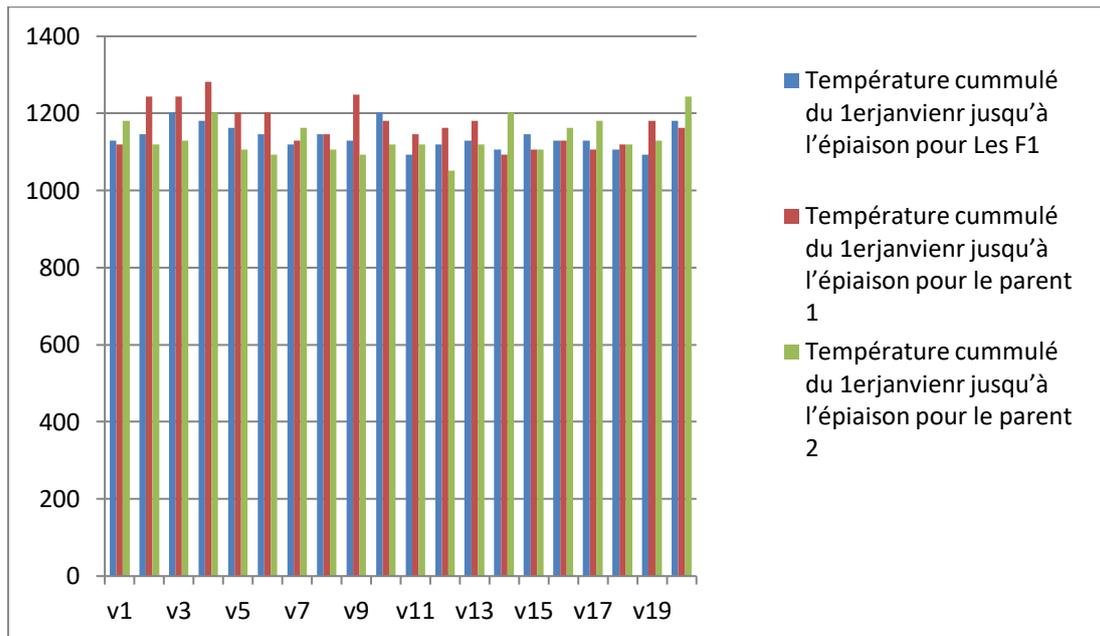


Figure n°11 : Température cumulée du 1er Janvier à l'épiaison des F1, P1 et P2(en C°).

Une variabilité de température au sein des trois populations (F1, P1 ,P2) a été démontré . Cependant une moyenne maximale a été observé chez l'hybride (Senatore-Capelli/Miki3) et (Guemgoum Rkhem/Waha) avec un cumule de 1202°C, et une valeur minimale de 1093°C a été observée pour les hybrides (Chen 'S' /Auk/ / Occotillo) et (Ofonto /Wollaroi) (Annexe N°9).

Après avoir analysé ces résultats on constate que les génotypes des parents (P1) et(P2) présentent un cumule supérieur par rapport aux hybrides (F1) avec une valeur maximale de 1282°C pour le génotype (Mohamed Benbachir) (P1) et 1243°C pour le génotype (Agathe) (P2) (Figure N°11).

Tableau N°08: Degré de l'hétérosis entre la F1 et la moyenne des deux parents (température)

N° hybride	XF1	XPM	H (%)
01	1130	1150	-1,73
02	1146	1181,5	-3
03	1202	1186,5	1,3
05	1180	1242	-4,99
06	1162	1154	0,69
07	1146	1147,5	-0,13
08	1120	1146	-2,26
12	1146	1126	1,77
13	1130	1170,5	-3,46
16	1202	1150	4,52
24	1093	1133	-3,53
27	1120	1106,5	1,22
29	1130	1150	-1,73
33	1106	1147,5	-3,61
38	1146	1106	3,61
40	1130	1146	-1,39
58	1130	1143	-1,13
60	1106	1120	-1,25
61	1093	1155	-5,36
65	1180	1202,5	-1,87

Pour le caractère température cumulé à l'épiaison la population F1 présente plusieurs hétérosis négatifs significatifs, cet effet est le plus remarqué pour la variété (Chen 'S' /Auk / Occotillo) avec $H = -5,36\%$ donc l'hybride présente un cumule inférieur par rapport aux P1 et P2, donc il s'exprime moins pour ce paramètres que les deux parents, par contre l'hétérosis supérieur se distingue dans la variété (GuemgoumRkhem /Waha) avec $H = 4.52\%$.

Après cette estimation d'hétérosis on considère qu'une baisse de degré de température après la phase épiaison dans les lignées F1 est bénéfique pour le comportement variétale face au stress hydrique de notre région.

2) Paramètre morphologique :

2.1 Hauteur des plantes :

C'est un caractère d'adaptation, la hauteur des plantes a présenté une variabilité phénotypique élevée dont les valeurs oscillent entre 54,25 cm et 72,25 cm pour les hybrides étudiés (figure N°12).

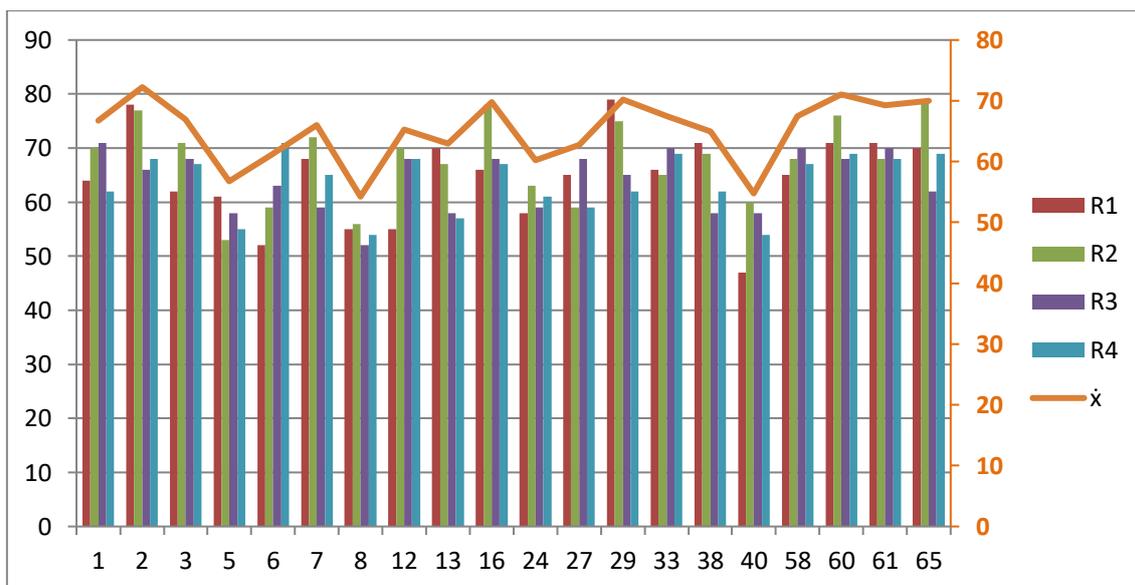


Figure N° 12 : Hauteur des différentes variétés et lignées avancées de blé dur.

La taille moyenne des plantes a été de 54,25 cm à 105,75 pour le parent 1 et entre 55,25 cm à 92,5 cm pour le parent 2. Ce paramètre a subi les effets du froid hivernal et de la sécheresse des mois de mars à mai limitant la croissance normale des plantes (Annexe N°6).

Tableau n°09 : Hauteur des hybrides de blé dur étudiés (en cm).

N° hybride	Variété/ lignée avancée	\bar{x}
01	Belikh 2 / Cirta	66,75
02	Senatore-capelli / Wollaroi	72,25
03	Senatore-capelli / Miki3	67
05	Mohamed benbachir / Montpellier	56,75
06	Montpellier / Belikh 2	61,25
07	Montpellier / Beni Mestina	66
08	Hedba 03 / 3 / Mrf1/Stj2//Gdr2/Mgn11	54,25
12	Kucuk / Karasu	65,25
13	74 : Oued zenati 368 / Lahn/Ch12003	63
16	Guemgoum rkhem / Waha	69,75
24	Ofonto / Wollaroi	60,25
27	Mrf1/Stj2//Gdr2/Mgn11 / 3 / Tell	62,75
29	Oss1/Stj5/5/Bidra1/4/Bezaiz-SHF//SD-19539/Waha /3/Stj/Mrb3 / 6 /Cit71	70,25
33	Lahn/Ch12003 / T.Mono	67,50
38	Capeiti // Chen 'S' /Altar84	65
40	Boussellem / Icarasha*2	54,75
58	Karasu // Aghrass-1/Bezaiz98-1	67,50
60	Jori C69 / Kamillaroi	71
61	Chen 'S' /Auk/ / Occotillo	69,25
65	Chahaba 88 / Chanst 2	70
Moyenne	-	65,02

Selon (Hamadache et Aknine ,2001), une hauteur des plantes plus grande est le résultat d'un bon enracinement de la culture. En comparant les deux caractères (hauteur et épiaison) pré-analysés, on peut observer en générale que les variétés les plus hautes sont celles les plus tardives or selon (Bouzerzour et Monneveux, 1992) les variétés les plus hautes sont les plus

tardives à l'épiaison. Demagh, (1993), a conclu dans son travail qu'une bonne partie du travail d'amélioration des rendements sont dues à la réduction de la hauteur de la tige. La réduction dans la hauteur des plantes contribue éventuellement à l'amélioration de la résistance à la verse de chaque variété. La hauteur varie en fonction de la variété, sur cette base les variétés haute répondent mieux aux conditions de sécheresse et les variétés courtes tolèrent mieux les zones humides (**Oudjani, 2009**)(Annexe N° 5).

Bouzerzour et Hafsi, (1993) ; Meziani et al., (1993) ; Hamada (2002) ont montré que les variétés à paille courte produisent mieux que celles à paille haute en zones semi- arides. **Bahlouli et al., (2006)** en étudiant cinq variétés de blé dur sous climat méditerranéen et ont mis en évidence l'importance de la paille dans le remplissage des grains. Ils ont ainsi déduit que la participation des assimilats des tiges au remplissage des grains est relativement plus importante à mesure que le milieu devient contraignant.

Tableau N°10: Hauteur des parents de blé dur étudiés (en cm).

N°_P1	Variété	\bar{x}	N°_P2	Variété	\bar{x}
50	Belikh 2	65	40	Cirta	83,5
62	Senatore-capelli	105,75	03	Wollaroi	55,25
62	Senatore-capelli	105,75	117	MIKI3 = Stj3//Bcr/Lks4	57,25
66	Mohamed benbachir	60,75	68	Montpellier	59
68	Montpellier	54,25	50	Belikh 2	65
68	Montpellier	54,25	110	Beni Mestina = Lahn/Ch12003	64,5
70	Hedba 03	54,25	102	Achouri = Mrf1/Stj2//Gdr2/Mgn1	92,5
73	Kucuk	61,75	85	Karasu	58
74	Oued zenati 368	64,50	110	Beni Mestina = Lahn/Ch12003	64,5
78	Guemgoum rkhem	85	06	Waha	64,5
95	Ofonto	50,75	03	Wollaroi	55,25
102	Achouri = Mrf1/Stj2//Gdr2/Mgn1	97	31	Tell 76	69,75
105	Oss1/Stj5/5/Bidra1/4/Bezaiz- SHF//SD-19539/Waha /3/Stj/Mrb3	47,75	42	Cocorit C 71	75
110	Beni Mestina = Lahn/Ch12003	64,50	124	T.Monococcum	63,5
05	Capeiti 8	81,50	29	CHEN 'S' /ALTAR 84	76,75
88	Boussellem	62,25	109	Icarasha*2 = Stj3//Bcr/Lks4/3/Ter-3	61,75
85	Karasu	58	106	Aghrass-1/Bezaiz98- 1=ICAMOR-TA04-5	58
29	CHEN 'S' /ALTAR 84	76,75	22	Camadi abdou 73 N°7510	75,75
30	CHEN 'S' /AUK	69,75	57	Occotillo	58,75
48	Araldur	54,25	63	T.POLONICUMxZB	85
Moyenne	-	68,68	Moyenne	-	67,17

2.2 Analyse de la hauteur :

L'analyse globale de ce caractère montre une grande variabilité entre les différents génotypes dont l'intervalle va de 72,25cm (Senatore-Capelli/Wollaroi) à 54,25cm (Hedba 03 / 3 / Mrf1/Stj2//Gdr2/Mgn1). La moyenne pondérée est de 65,02cm \pm 4,94 (Tableau N°10).

En considérant le classement relatif aux types de précocité des différences apparentes, la hauteur moyenne des variétés précoces a atteint 67.75 cm par contre celle des variétés tardives est de 68.37 cm. Les variétés tardives ont pu s'allonger un peu plus que les autres variétés.

Tableau N°11: Degré de l'hétérosis entre la F1 et la moyenne des deux parents (hauteur).

N° hybride	XF1	XPM	H (%)
01	66,75	74,25	-10,10
02	72,25	80,5	-10,24
03	67	59	13,55
05	56,75	56,62	0,22
06	61,25	59,62	2,73
07	66	59,37	11,16
08	54,25	77,12	-29,65
12	65,25	61,25	6,53
13	63	74,75	-15,71
16	69,75	57,62	21,05
24	60,25	76,12	-20,84
27	62,75	58,75	6,80
29	70,25	69,75	0,71
33	67,50	72,5	-6,89
38	65	69,5	-6,47
40	54,75	62	-11,69
58	67,50	58	16,37
60	71	76,25	-6,88
61	69,25	64,25	7,78
65	70	69,62	0,54

Pour le paramètre morphologique 'hauteur des plantes' la population F1 présente plusieurs hétérosis positifs significatifs qui font l'objectif de cette sélection, sachant que ces hybrides présentent une hauteur supérieure par rapport à celle des parents. Cet effet est le plus remarqué pour la variété (Guemgoum Rkhem /Waha) avec $H = 21,05\%$ donc l'hybride est plus supérieur par rapport aux P1 et P2, il s'exprime plus fortement pour le paramètre hauteur que les deux parents, par contre le degré d'hétérosis le moins se distingue dans la variété 8 avec $H = -29,65\%$ (Tableau N° 11).

3) Discussion des résultats:

La comparaison des moyennes entre les 20 génotypes étudiés ainsi que les paramètres phénologiques et morphologiques (précocité, hauteur de la tige et température cumulée) indiquent des différences significatives pour ces différents caractères, et montre de grandes variabilités. Les résultats obtenus soulignent bien la grande diversité existante dans le matériel génétique Algérien. Cette diversité apparaît tout au long du cycle de développement de ces génotypes (**Makhlouf et al 2008**). Ces résultats indiquent que plusieurs caractéristiques doivent être réunies en une combinaison favorable chez un génotype donné pour s'exprimer sous la forme d'un haut rendement leur dispersion même avec des niveaux élevés ne donnerait nécessairement pas un meilleur résultat. Dans nos résultats on voit aussi un effet assez apparent de la précocité à l'épiaison sur les différents paramètres mesurés. En effet plus les génotypes sont tardifs et plus ils sont hauts.

Selon (**Blum 1996**) un cycle de développement plus long autorise un potentiel de production de matière sèche plus élevé comparativement à un cycle de durée plus réduite. En adoptant des génotypes de cycle plus court, on arrive à obtenir des rendements plus conséquents. Le raccourcissement de la durée du cycle. (Précocité) a été utilisé comme mécanisme de tolérance dans l'évitement des stress de fin de cycle dit stress thermique (**Oosterom et al.1993**).

Il est constaté que le stress hydrique subi par les plantes durant la période Mars – Mai a limité la croissance des plantes.

L'étude de la précocité a montré que la plupart des hybrides ont une précocité identique et même inférieure au parent moyen. Cette hétérosis a été estimée de $-3,7$ à $2,54$ pour les hybrides pour la précocité et la hauteur. Ces résultats sont comparables à ceux obtenus par **Goujon et Paquet (1968)**, **Deshmukh et Deshmukh (1989)**, **Ziaddin et al (1989)**, **Tarkeshiwar et Mishara (1990)**.

La précocité est un paramètre phénologique d'adaptation à la sécheresse (**Ben Abdellah et Ben Sallem 1993**). Il est recherché par les sélectionneurs des cultivars à cycle court dont la période végétative se situe à l'intérieur de la saison favorable ou alors des cultivars dont les stades végétatifs sont contrôlés par la photopériode pour coïncider avec la période la plus favorable (**Renard, 1985**).

CONCLUSION

Conclusion:

L'année agricole durant laquelle le déroulement du cycle de développement a eu lieu, s'est caractérisée par une longue période de sécheresse et des précipitations irrégulières durant l'hiver. La hauteur des plantes a atteint $65,02 \pm 4,94$ le groupe de variétés à haute stature a eu en moyenne $72,25$ cm.

Selon la durée d'épiaison on a pu classer les 20 génotypes en deux groupes précoces 117 jours et tardives 120,4 jours. Les liaisons pouvant exister entre les deux caractères phénologiques et morphologiques.

La constatation faite sur le comportement des génotypes étudiés vis-à-vis des conditions climatiques, nous ont permis d'aboutir à la conclusion suivante. Vu les conditions climatiques irrégulières et imprévisible au niveau de notre région (hautes plaines orientales) une différence de précocité à l'épiaison entre un génotype et un autre peut avoir des conséquences importantes sur le comportement variétale, indiquant ainsi une grande variabilité pour ce caractère parmi les génotypes étudiés. Il serait plus judicieux de sélectionner des génotypes précoces.

L'épiaison n'intervient en fait que pour positionner le cycle de la plante dans l'évitement du gel tardif, de la sécheresse et des hautes températures de fin de cycle Ce travail ne peut suffire à lui seul d'autre suivis doivent être échelonnés pour mieux maîtriser la repense des différents génotypes dans différentes conditions climatiques.

Les résultats obtenus à partir des analyses effectuées ont permis de confirmer les liaisons existantes entre la précocité et la hauteur des plantes. La précocité à l'épiaison est en effet fortement et positivement corrélée à la hauteur des plantes. Les variétés locales plus tardives ont une hauteur plus importante. L'épiaison est souvent utilisée comme indicateur de précocité et également considérée comme un important caractère qui influence les rendements des céréales, particulièrement dans les zones où la distribution de la pluviométrie et de la variabilité des températures affectent la longueur du cycle de développement.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUE

- **Ali Dib, et al 1992.** Adaptation à la sécheresse et notion d'idiotype chez le blé dur. II. Caractères physiologiques d'adaptation à la sécheresse Agronomie ; 12 : 381-93.
- **Amrani, 2013.** Maladie : Méthode et échelle de notation des maladies et accidents divers. Bulletin des grandes cultures. ITGC. 02. p5.
- **Anonyme, 2011.** Station expérimental de l'institut technique des grandes cultures de Khroub (ITGC).
- **Anonyme, 2000.** Le blé dur en Afrique du Nord, Bul. Bim. Vol. 13. N.11-Agric. et agroalimentaire, Canada.
- **Anonyme, 2003.** INA. P-G. Botanique et écophysologie des céréales à paille.
- **Anonyme MADR2007.** office national interprofessionnelle des céréales Ed .ITCF.Paris.10p.
- **Aouali et Douici-Khalfi, 2013.** Recueil des principales maladies fongiques des céréales en Algérie : symptômes, développement et moyens de lutte. ITGC. 8-36.
- **Bajji , 1999.** Étude des mécanismes de résistance au stress hydrique chez le dur : caractérisation de cultivars différant par leurs niveaux de résistance à la sécheresse et de variants soma clonaux sélectionnés in vitro. Thèse de doctorat, faculté des sciences, université catholique de Louvain, 25-31p.
- **Ben Abdellah N., Ben Sallem. 1993.** Paramètres morphophysologique de sélection pour la résisrance à la sécheresse des céréales en zone méditerranéenne. Diversité génétique et amélioration variérale. Montpellier (France), INRA editions
- **Ben Naceur, et al ,1999.** L'amélioration variétale et les autres actions contribuant à la sécurité alimentaire en Tunisie en matière de céréales. Sécheresse; 10 : 27-33.
- **BenSalem, et al,1997.** Évaluation de la résistance à la contrainte hydrique et calorique d'une collection de blé dur plantes, Orsay, 30 juin-3 juillet. -Benbelkacem A.,M.S.Mekhni and Rasmusson.
- **Bio, 2006.** Document de biologie BIO2006-07: La biologie du *Triticum turgidum* ssp. *durum* (Blé dur).
- **Bouzerzour H., Benmahammed A. et Hassous K.L.,2006.** Etude des liaisons entre le rendement, la durée de vie de la feuille étendard, la vitesse de remplissage et la remobilisation des assimilats de la tige de blé dur (*Triticum durum* Desf.) sous climat méditerranéen. Ed. Annales de L'INRA, El-Harrach, 27: 15-33.
- **Bouzerzour H. et Monnerveux, 1992 .** Analyse des facteurs de stabilité du rendement de l'orge dans les conditions des hauts plateaux de l'est algérien, Ed : INRA (les colloques n° 64 : 138-158).
- **Bouzerzour H. et Hafsi M.,1993.** Diagnostic du comportement variétal du blé dur dans les hautes plaines sétifiennes. dans : Tolérance à la sécheresse des céréales en zone méditerranéenne. Diversité génétique et amélioration variétale. Montpellier, France. Ed : INRA, Paris, 64: 205-215.
- **Brunner et al., 2013.** Coevolution and Life Cycle Specialization of Plant Cell Wall Degrading Enzymes in a Hemibiotrophic Pathogen. Mol. Biol. Evol. p1.
- **Chamant, 2013.** *Blumeria graminis* Biologie, épidémiologie. INRA [En ligne] : <http://ephytia.inra.fr/fr/C/16203/hypp-Biologie-epidemiologie>. (Consulté le 15/05/2015).
- **Debaeke P,et al 1995** Elaboration du rendement du blé d'hiver en condition du déficit hydrique . Etude en lysimetres Ann.Agronomie 16 :3-23p.
- **Deshmukh S N, Deshmukh J N, 1989.** Exlent of helerosis in a few crosses of wheat (*Triticurn* spp). PVK. Res J. vol 13 (1).
- **Engleddow FL, Wadham 1923)** Investigation on yield in the cereals. Part. I. J Agric Sci; 13 : 390-439p.

- **Farih, 1992** . Components of partial resistance, mode of inheritance of resistance to *Septoria tritici* blotch, and status of *septoria* diseases in Morocco. PhD Thèse, Oklahoma State Univ, Stillwater, USA. 89 p.
- **Feliachi, 2000**. Programme de développement de la céréaliculture en Algérie. Dans. Actes du premier symposium international sur la filière blé 2000 - Enjeux et stratégies, Alger (Algérie), 7-9 février 2000, pp. 21-27.
- **Fisher R.A. et Maurer R., 1978**. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yields responses. Aust J. Agr. Res., 29 : 897-912.
- **Gallais 1990**. Amélioration des espèces végétales cultivées. Objectifs et critères de sélection. Ed : INRA, 768 p.
- **Gallais et Bannierot, 1992**) Amélioration des espèces végétales cultivées .Objectif et critère de sélection .E d INRAA.
- **Gate et al 1993**. Caractères physiologiques -décrivant la tolérance à la sécheresse des blés cultivés en France . Les colloques, n°64. Paris.
- **Gate, 1995**. Ecophysiologie du blé Ed :Tec & Doc , lavoisier p 429 .
- **Grignac ,1978**. Amélioration variétale de blé dur (*Triticum durum* Desf.). Annale de l'INRA (El – Harrach) : 83 -110.
- **Hadjichristodoulou A., 1989**. Environmental correlations among grain yield and other important traits of wheat in dry lands. Euphytica, 44: 143-150.
- **Hamada Y., 2002**. Evaluation de la variabilité génétique et utilisation des espèces tétraploïdes du genre *Triticum* en amélioration génétique de la tolérance au déficit hydrique chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.). Thèse Magistère, I.S.N Université Mentouri .Constantine. Algérie.
- **Hamadache A.M., 2001**. Manuel illustré des grandes cultures à l'usage des valorisateurs et techniciens de l'agriculture. Stades et variétés de blé, ITGC, Alger ; p 22.
- **Hamadache A. et Aknine M., 2001**. Effet du mode de semis, de la fertilisation azotée et du désherbage chimique sur le rendement du blé dur (var. Waha) en zone sub-humide. Céréaliculture n°36 : 32-35.
- **Hsissou, 1994**. Sélection in vitro et caractérisation de mutants de blé dur tolérants à la sécheresse. Thèse de doctorat, faculté des sciences, université catholique de Louvain.
- **Hulme, 2000**. Model MAGIC changements climatiques et leur impact sur l'environnement PP34.
- **Laumont et Erroux, (1961** Inventaire des blés durs rencontrés et cultivés en Algérie. Mémoire de la société d'Histoire naturelle de l'Afrique du Nord n°5 nlle série.
- **Legrève, 2012**. Pourquoi *Mycosphaerella graminicola* développe t'il si facilement des résistances au fongicides ? Petite histoire d'un grand stratège ! Université Catholique de Louvain. p4.
- **Masson, 2012**. Diagnostic des accidents du blé tendre. ARVALIS-Institut du végétal. 36-40.
- **Meziani L., Bammoun A., Hamou M., Brinis L. et Monneveux P., (1993)**. Essai de définition des caractères d'adaptation du blé dur dans différentes zones agro climatiques de l'Algérie. Dans. Tolérance à la sécheresse des céréales en zones méditerranéenne. Diversité génétique et amélioration variétale. Montpellier (France) 15-17 Décembre 1992. Ed. INRA, Paris, 64: 191-203.
- **Monneveux Ph., 1991**. Quelle stratégie pour l'amélioration génétique de la tolérance au déficit hydrique des céréales d'hiver ? dans: Chalbi Demarly Y. éd. L'amélioration des plantes pour l'adaptation aux milieux arides. Ed. AUPELF-UREF. John Libbey. INSA-INRA, P165:186.
- **Oosterom et al.1993**. Yield response of barley to rainfall and temperature in Mediterranean environments. J. Agric.Sci, 121: 307-313.
- **Oudjani W., 2009**. Diversité de 25 génotypes de blé dur (*Triticum durum* Desf.) : étude des caractères de production et d'adaptation. Thèse Magistère. Univ. Constantine.

- **Poorter H.1989.** Inter specific variation in relative growth rate : on ecological consequences. In : Causes and consequences of variation in growth rate and productivity of higher plants.
- **Renard C.,1985.** Mécanismes d'adaptation à la sécheresse chez le riz pluvial. Rapport de conférence internationale «besoins en eau des cultures INRA, Paris, 195-203.
- **Riou C1993.** L'eau et la production végétale. Sécheresse ; 2 : 75-83.
- **Sayoud et al.,1996.** situation des maladies des céréales en Algérie. In proceeding du symposium régional sur les maladies des céréales et des légumineuses alimentaires. 11-14 novembre (1996). Rabat, Maroc. 69-70.
- **Shipton et al., 1971; Eyal et al., 1987.** The common *Septoria* diseases of wheat. Botanical Review 37: 231-262.
- **Soltner, 2005.** Les grandes productions végétales céréalières, plantes sarclées- prairies. 20^{ème}Ed, collection sciences techniques agricoles.464p.
- **Tarkeshwar S., Mishara D P., IYYO, 1990.** Heterosis and inbreeding depression in bread wheat (*Triticum aestivum* L. EM. THELL). Narendra Deva J. Agri., Res 5 (1) : 128-131.
- **Thorne,1966.** caractères physiologiques du blé dur PP112.
- **Triboi E, 1990 .**Model d'élaboration du poids du grain chez le blé tendre (*Triticum aestivum* Desf) agronomie ,10 :191-200.
- **Vavilov (cite par Auriou, 1967 et Moule, 1980) .**Studies on the origin of cultivated plants. Bull. App L; Bot and plant breed XVI: 1- 25.
- **Vavilov N.L., 1934.** Studies on the origin of cultivated plants. Bull. App L; Bot and plant breed XVI: 1- 25.
- **Wardlaw I.F. et Moncur 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.
- **Worland A.J., Apendina M.L. et Sayers E.J., 1994.** The distribution in European winter wheat of genes that influence eco-climatic adaptability while determining photoperiod insensitivity and plant height. Euphytica, 80: 219-228.
- **Ziaddin A., Pramod K., Katiyar R.P., Gupta R.R.,(1988).** Heterosis in Macaroni Wheat. Indian Journal of Genetics & PlantBreeding. Vol. 39, n°2 279-284 .

ANNEXES

N° hybride	R1	R2	R3	R4	Σ	x̄
01	120	122	118	120	480	120
02	121	118	124	121	484	121
03	124	121	127	124	496	124
05	123	122	124	123	492	123
06	122	125	119	122	488	122
07	121	123	119	121	484	121
08	119	120	118	119	476	119
12	121	122	120	121	484	121
13	120	121	119	120	480	120
16	124	126	122	124	496	124
24	117	118	116	117	468	117
27	119	120	118	119	476	119
29	120	122	118	120	480	120
33	118	119	117	118	472	118
38	121	123	119	121	484	121
40	120	122	118	120	480	120
58	120	118	122	120	480	120
60	118	120	118	118	472	118
61	117	119	115	117	468	117
65	123	120	117	123	492	123
TOTAL	2408	2421	2388	2408	9632	2408

Annexe N° 1 : Epiage des hybrides en jour.

N° P1	R1	R2	R3	R4	Σ	x̄
50	119	120	118	119	476	119
62	125	123	127	125	500	125
62	125	122	128	125	500	125
66	127	126	128	127	508	127
68	124	125	123	124	496	124
68	124	126	122	124	496	124
70	120	122	118	120	480	120
73	121	120	122	121	484	121
74	126	124	128	126	504	126
78	123	125	121	123	492	123
95	121	120	122	121	484	121
102	122	120	124	122	488	122
105	123	122	124	123	492	123
110	117	118	116	117	468	117
05	118	120	116	118	472	118
88	120	122	118	120	480	120
85	118	116	120	118	472	118
29	119	120	118	119	476	119
30	123	120	126	123	492	123
48	122	124	120	122	488	122
TOTAL	2437	2435	2439	2437	9748	2437

Annexe N° 2 : Epiaison des parents 1 en jour.

N° P2	R1	R2	R3	R4	Σ	x̄
40	123	120	126	123	492	123
03	119	120	118	119	476	119
117	120	118	122	120	480	120
68	124	121	126	124	496	124
50	118	120	116	118	472	118
110	117	118	116	117	468	117
102	122	120	124	122	488	122
85	118	119	117	118	472	118
110	117	118	116	117	468	117
06	119	120	118	119	476	119
03	119	121	117	119	476	119
31	115	117	113	115	460	115
42	119	120	118	119	476	119
124	124	123	125	124	496	124
29	118	120	116	118	472	118
109	122	120	124	122	488	122
106	123	122	124	123	492	123
22	119	120	118	119	476	119
45	120	119	121	120	480	120
63	125	124	126	125	500	125
TOTAL	2401	2400	2401	2401	9604	2401

Annexe N° 3 : Epiaison des parents 2 en jour.

Résultats	F1	P1	P2
CV %	1,30	1,2	1,20
ET	1,52	1,52	1,38
M	120,31	121,85	120,04
PPAS	2,15	2,15	1,96
PPDS	4,30	4,30	3,91
GROUPES	A→ V3 , V10 BCD→ V7 , V12 AB→ V4 CD→ V18 , V 14 ABC→ V5 D→ V19 , V11 ABCD→ V6 , V2 , V8 ,V15 , V20 , V9 , V13 , V17 , V16 , V1	A→ V4 CDEFG→ V8 , V 11 AB→ V9 DEFG→V7 , V 16 ABC→ V3 , V2 EFG →V1 , V18 ABCD→ V5 , V6 FG→ V 17 , V15 ABCDE→ V19 , V13 , V10 G→ V14 BCDEF→ V20 ,V12	A→ V20 , V14 CD→ V19 , V13 , V11 , V2 , V18 , V10 AB→V4 , V17 , V1 DE→ V15 , V5 , V8 , V6 , V9 ABC→V16 , V7 E → V12 BCD→V3 , V19

Annexe N° 4 : Analyse statistique (épiaison F1/P1+P2).

N° hybride	R1	R2	R3	R4	Σ	\bar{x}
01	64	70	71	62	267	66,75
02	78	77	66	68	289	72,25
03	62	71	68	67	268	67
05	61	53	58	55	227	56,75
06	52	59	63	71	245	61,25
07	68	72	59	65	264	66
08	55	56	52	54	217	54,25
12	55	70	68	68	261	65,25
13	70	67	58	57	252	63
16	66	78	68	67	279	69,75
24	58	63	59	61	241	60,25
27	65	59	68	59	251	62,75
29	79	75	65	62	281	70,25
33	66	65	70	69	270	67,50
38	71	69	58	62	260	65
40	47	60	58	54	219	54,75
58	65	68	70	67	270	67,50
60	71	76	68	69	284	71
61	71	68	70	68	277	69,25
65	70	79	62	69	280	70
TOTAL	1294	1355	1279	1274	5202	1300,5

Annexe N°5 : Hauteur des hybrides en cm.

N° P1	R1	R2	R3	R4	Σ	\bar{x}
50	71	72	59	58	260	65
62	109	111	105	98	423	105,75
62	109	111	105	98	423	105,75
66	55	60	65	63	243	60,75
68	55	56	53	53	217	54,25
68	55	56	53	53	217	54,25
70	55	56	52	54	217	54,25
73	63	59	61	64	247	61,75
74	66	64	65	63	258	64,50
78	89	79	90	82	340	85
95	45	47	53	58	203	50,75
102	98	95	96	99	388	97
105	50	48	52	41	191	47,75
110	58	61	70	69	258	64,50
05	74	85	87	80	326	81,50
88	66	64	60	59	249	62,25
85	58	57	56	61	232	58
29	76	74	82	75	307	76,75
30	66	76	71	66	279	69,75
48	50	56	55	56	217	54,25
TOTAL	1368	1387	1390	1350	5495	1373,75

Annexe N°6 : Hauteur des des parents 1 en cm.

N° P2	R1	R2	R3	R4	Σ	\bar{x}
40	89	78	76	91	334	83,5
03	55	58	56	52	221	55,25
117	58	59	51	61	229	57,25
68	70	54	58	54	236	59
50	71	72	59	58	260	65
110	58	61	70	69	258	64,5
102	95	98	85	92	370	92,5
85	58	57	56	61	232	58
110	58	61	70	69	258	64,5
06	69	63	56	70	258	64,5
03	55	58	56	52	221	55,25
31	75	62	69	73	279	69,75
42	73	70	81	76	300	75
124	67	60	61	66	254	63,5
29	76	74	82	75	307	76,75
109	69	53	60	65	247	61,75
106	67	56	59	50	232	58
22	80	75	78	70	303	75,75
45	58	60	62	55	235	58,75
63	91	87	83	79	340	85
TOTAL	1392	1316	1328	1338	5374	1343,5

Annexe N°7 : Hauteur des des parents 2 en cm.

Résultats	F1	P1	P2
CV %	7,6	6,3	7,8
ET	4,94	4,33	5,26
M	65,03	68,69	67,18
PPAS	6,99	6,13	7,45
PPDS	13,97	12,25	14,89
GROUPEs	A→ V2 . V18 C→ V16 , V7 AB→ V19 , V13 , V20 BC→ V4 ABC→V11 , V5 , V14 , V17 , V3 , V1 , V6 , V8 , V15 , V9 , V12	A→ V2 , V3 EFG →V1 6, V8 , V4 B→V12 FGH →V1 7 C→V10 GHI → V20 , V5 , V6 CD→ V15 HI →V11 D→V18 I →V1 3 E→V19 EF→V1 , V14 , V9	A→ V7 CDEF→ V12 AB→ V20 DEF→V5 , V9 , V6 , V10 , V14 ABC→V1 EF→ V16 BCD→ V15 F→ V4 , V19 , V8 , V3 , V17 , V11 , V2 BCDE→ V13 , V18

Annexe N° 8 : Analyse statistique (épiaison F1/P1+P2).

N° hybride	Température cumulé du 1^{er} janvier jusqu'à l'épiaison	P1	température	P2	température
01	1130	50	1120	40	1180
02	1146	62	1243	03	1120
03	1202	62	1243	117	1130
05	1180	66	1282	68	1202
06	1162	68	1202	50	1106
07	1146	68	1202	110	1093
08	1120	70	1130	102	1162
12	1146	73	1146	85	1106
13	1130	73	1248	110	1093
16	1202	78	1180	06	1120
24	1093	95	1146	03	1120
27	1120	102	1162	31	1051
29	1130	105	1180	42	1120
33	1106	110	1093	124	1202
38	1146	05	1106	29	1106
40	1130	88	1130	109	1162
58	1130	85	1106	106	1180
60	1106	29	1120	22	1120
61	1093	30	1180	45	1130
65	1180	48	1162	63	1243
total	22798	-	23381	-	32746

Annexe N°9 : Température cumulé F1, P1, P2.

Mois	Pluvio. mm	Moyenne Seltzer (25ans)	Ecart
Septembre	8	37,5	-29,5
Octobre	20	38,6	-18,6
Novembre	31	44,6	-13,6
Décembre	8	73,2	65,2
Janvier	89	62,8	+26,2
Février	33	53,8	-20,8
Mars	4,2	56,2	-52
Avril	25,2	59	-33,8
Mai	02	42,3	-40,3
Total	220,4	468	-247,6

Annexe N° 10 : Relevé Pluviométrique 2016/2017 comparée à la moyenne Seltzer de 25 ans à Constantine de septembre à Mai 2017.

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
2006									21,0	19,1	12,5	8,4
2007	8,3	9,4	9,0	13,4	17,0	23,2	26,2	25,9	21,2	16,9	9,9	6,8
2008	7,4	8,2	9,7	13,6	18,3	21,8	27,1	26,2	21,7	16,9	10,3	6,8
2009	7,1	6,5	9,4	10,9	17,7	23,0	28,3	25,6	19,9	15,3	11,0	9,8
2010	7,8	9,1	10,5	13,6	15,3	21,2	26,0	25,5	20,6	16,4	11,6	8,2
2011	7,2	6,5	9,9	14,5	16,9	21,3	26,2	26,5	22,1	15,8	12,1	7,7
2012	6,2	3,7	10,1	12,7	17,8	25,6	27,4	28,3	21,7	18,4	12,9	7,8
2013	6,9	5,9	11,2	13,8	16,1	20,2	26,0	24,5	21,3	20,1	10,5	7,0
2014	8,1	8,9	8,7	13,7	16,9	22,6	25,6	26,3	24,2	18,5	13,9	7,3
2015	6,0	5,9	9,8	14,3	18,8	22,3	27,3	26,1	21,5	17,2	11,2	7,9
2016	8,8	9,1	9,6	14,6	17,6	22,6	26,0	24,3				

Annexe N° 11: température de l'air sous abri moyenne à Constantine en C°.

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
2006									26,2	10,0	19,1	118,8
2007	14,2	28,9	117,8	66,2	26,1	13,6	4,3	2,4	59,9	39,1	23,8	84,4
2008	9,9	8,7	72,6	23,1	58,2	5,8	11,3	33,9	38,8	21,0	37,6	27,0
2009	76,4	48,6	81,1	113,3	43,4	0,0	2,0	37,5	103,9	49,4	24,9	47,1
2010	74,0	30,5	46,9	67,2	50,0	16,5	2,0	8,0	37,3	48,1	76,4	33,7
2011	8,0	174,5	65,4	66,4	40,6	24,2	7,0	5,2	13,4	87,0	26,8	53,3
2012	34,6	104,6	52,0	68,4	19,5	6,2	1,8	10,5	36,2	33,4	29,4	19,0
2013	64,0	111,9	47,4	31,0	10,0	17,0	2,6	36,0	23,0	26,8	86,2	29,6
2014	42,8	31,0	131,7	5,7	60,3	14,8	1,0	0,4	12,8	13,0	25,1	105,4
2015	113,0	121,0	85,8	5,2	18,8	9,2	0,6	125,0	24,4	48,8	40,6	0,0
2016	43,8	16,2	66,4	46,4	44,6	9,2	0,0	9,0				

Annexe N° 12: pluie mensuel en mm à Constantine.

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
2006									267,7	258,1	197,4	135,8
2007	192,7	177,5	192,5	184,8	287,8	283,1	376,2	307,3	250,0	173,0	185,2	118,0
2008	204,6	208,3	222,7	263,9	245,1	326,4	327,7	328,2	200,6	209,1	199,7	148,2
2009	141,9	156,6	242,2	197,1	291,3	360,0	347,5	301,3	229,4	221,0	192,4	159,6
2010	159,8	160,3	187,2	201,6	249,4	325,4	348,2	332,1	246,8	210,9	158,1	153,4
2011	133,6	140,4	178,8	249,9	249,1	294,4	324,1	331,5	258,5	221,9	161,1	144,5
2012	175,6	150,8	204,5	214,8	318,9	325,7	352,1	304,0	221,9	202,6	171,8	181,3
2013	159,9	150,7	177,0	228,4	268,0	349,9	355,4	322,4	210,3	231,5	155,7	137,0
2014	167,7	179,1	158,3	302,4	309,9	307,8	347,0	330,4	227,3	242,7	168,4	126,4
2015	158,5	128,4	214,5	290,4	306,2	344,5	396,3	310,5	221,0	222,1	175,3	212,3
2016	190,2	172,3	222,1	240,0	273,2	333,4	364,8	366,4				

Annexe N° 13: durée d'insolation en heures à Constantine.

Année universitaire : 2016/2017

Présenté par : *AKKOUCHE yasmina*

GAHMOUS amira nihed

Utilisation de l'hétérosis comme méthode de sélection pour l'amélioration du blé dur (*triticum durum desf.*) en Algérie.

Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme de Master en Biotechnologie et Génomique Végétales

Résumé:

La connaissance de la précocité à l'épiaison est un indicateur certain de l'adaptation des cultivars de blé aux conditions stressantes de l'Algérie, notre étude a porté sur la caractérisation d'une collection de 56 génotypes différents pour ce caractère et son éventuelle relation avec le rendement et ses composants .

Lors de cette étude on a effectué 20 croisements en utilisant les 56 génotypes (parents) pour but de réaliser une forme de sélection (hétérosis) et créer des variétés hybrides qui s'adaptent mieux aux changements climatiques afin d'augmenter le rendement du blé dur dans notre région (Constantine) .

Une grande variabilité de la précocité à l'épiaison a pu être décelée et les 20 hybrides ont pu être classés en deux groupes. Les précoces ont épié en moyenne en 117 jours, les plus tardives en 124.jours. Cette grande variabilité génétique s'est aussi répercutée sur le caractère étudié 'hauteur' ce qui prouve ainsi une grande diversité et une richesse importante de ce germoplasme

Le groupe de variétés à court cycle végétatif a pu avoir un bon remplissage du grain en bénéficiant des pluies hivernales contrairement aux variétés à long cycles.

La constatation faite sur le comportement des génotypes étudiés vis-à-vis des conditions climatiques permet de confirmer que pour les conditions pédo-climatiques du Constantinois, il serait plus judicieux de sélectionner des génotypes précoces ou ayant un grand nombre d'épis et une bonne fertilité afin de parvenir à de hauts rendements en grain.

Mots clés : Précocité à l'épiaison, hétérosis, blé dur, hautes plaines constantinoises

Jury d'évaluation :

Président du jury :	Pr. YKHLEF. Nadia	Professeur UFM Constantine
Rapporteur :	Dr. Abdelkader. Benbelkacem	Directeur de recherche INRA
Examineur :	Pr. Abdelhamid. Djekoun	Professeur UFM Constantine
Invité d'honneur :	Mr. Zelteni .Abdslam	Ingénieur ITGC

Date de soutenance : 17 /06/2017