

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

N°Ref :.....



Centre Universitaire Abdelhafid BOUSSOUF-Mila

Institut des Sciences et de la Technologie
Département des Sciences de la Nature et de la Vie

**Mémoire préparé en vue de l'obtention du diplôme de
Master**

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Biotechnologie
Spécialité : Biotechnologie Végétale
Thème :

**Contribution à l'étude de comportement de vingt
hybrides (*Hordeum Vulgare* L.) cultivés au Nord et au
Sud de la wilaya de Mila**

Présenté par:

- BAALI Yasmina
- HALMOUCHI Manal

Devant le jury composé de :

M^{me} BELATTAR Hakima	Maitre conférence B	Présidente
M^{me} BENTAHAR Soumia	Maitre conférence B	Examinatrice
M^{me} BOUCHETAT Fouzia	Maitre assistante A	Promotrice

Année Universitaire: 2018/2019

Remerciement

Je remercie avant tout **DIEU**, tout puissant, pour la volonté, la santé et la patience qu'il m'a donnée et le courage pour terminer ce travail.

*Nous remercions de tout coeur notre encadreur Mme **BOUCHATET***

***Fouzia** Pour la confiance qu'elle nous a témoignée en acceptant de diriger ce travail, pour les conseils et directives qu'elle nous a donné pour une meilleure maîtrise du sujet.*

Nos remerciements vont également à **Mme BELLATAR Hakima** qui nous a fait l'honneur de présider le jury de soutenance.

Nos remerciements les plus profonds vont également à **BENTAHAR Soumia** d'avoir accepté d'examiner le présent travail.

Nous remercions s'adressent également :

*A tous les personnels de la Ferme pilote **BAHRI Mebarak** à oued segeun. Surtout le directeur de la Ferme Mr samire et Dibe lazhar*

*A tous les personnels de la Ferme pilote **AMIRA Ahmed** à Radjass surtout le directeur de la ferme mr Yamine*

*A tous les personnels de la DSA de **MILA**.*

*A le directeur Mr **BOUARROUDJ** de la Station de Ain tine.*

Je dédie ce travail :

Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime et le respect que j'ai toujours eu pour vous « **Ma mère: YAMOUNA** » pour ses compréhensions, ses grandes tendresses et ses prières pour moi et ses sacrifices. Je souhaite une longue vie et que le Dieu me le garde

D'abord et avant tout. Une prière sincère à mon père décédé « **Salah BAALI** » celle qui à fait l'impossible pour me permettre de poursuivre mes études,.. Puisse Allah éclairer votre tombe, pardonner vos péchés et vous maintenir en paix. Vous étiez fier et toujours fier de nous et de toute la famille ... Je suis vraiment fier quand je dis que je suis sa fille ... Si je devais vous donner mon âge pour enregistrer mon nom en votre nom mais que je n'ai que beaucoup de mots d'expressions sincères. Vous étiez la sagesse, la science et la virilité. Que Dieu ait pitié de vous.

A ma chère promotrice : **Fouzia**.

A mes frères en général : **HASSANE , SABER** et à mon frère **ANTAR** en particulier, vous avez été le seul lien avec moi dans toutes les étapes de mon succès et merci vous ne suffirez pas pour ce que vous avez fait pour moi ...et ses femmes.

A mes chères sœurs : **Sonia,Hannane,Amel,Wahiba** et leurs maris .

Pour leur soutien et encouragement.

Pour mes adorables nièces : **CHahd,Hadil,Kandi ,Arwa,Oumaima et Macha**.

Pour mes gracieux : **Abd elrahmen,Mohemed,Anis,Zohir,Adem ,youssef et Amir**.

A tous ma grande famille « **BAALI** »

A mon binôme **MANAL** pour son aide et sa patience durant la réalisation de ce travail et tout le long de nos études et à sa famille.

A toutes mes Chères amies : **CHourouk, Manar, chaima ,Hasna** et leurs familles ;
Aya,Houda ,Mayssa, Takia.

A tous (tes) mes amis (es) de ma promotion Biotechnologie Végétale.2019

Je dis à tous : « **L'impossible est ce qui demande un peu plus de temps.Vous pourrez dire : ça n'a pas été facile, mais j'ai**

YASMINA



Dédicace

Je dédie ce modeste travail à des êtres qui me sont très chers, et sans lesquelles je n'aurais jamais atteint le stade où je suis actuellement.

*A ma précieuse perle, celui qui ma guidé vers la voie de la réussite, pour
Ses conseils et ses encouragements*

A mon père Mourad

*A ma précieuse perle, celle qui à fait l'impossible pour me permettre de
Poursuivre mes études jusqu'à ce jours*

A ma mère Rabia

A ma très chère sœur : Amina.

A mon très cher frère : Raid

*A mon binôme Yasmine pour son aide et sa patience durant la
réalisation de ce travail et tout le long de nos études et à sa famille*

*A tous mes amies : chaima ,Aya ,Hasna ,Raneya , oumaïma ,khaled,
chafik ,Nassima ,Ayoubé ,Aïcha , Farah,*

A tous (tes) mes amis (es) de ma promotion 2018/2019.

*A tous ceux qui m'ont aidé de près ou du loin à la réalisation de ce
modeste travail.*

Manal

Merci .

Liste des figures

Figure 01 : Description de l'orge	2
Figure 02 : les zones de Distribution de l'orge sauvage (<i>Hordeum spontaneum</i>)	3
Figure 03 : Coupe longitudinale d'un grain d'orge à gauche et les grains à droite	7
Figure 04 : Cycle de développement de l'orge	9
Figure 05 : localisation des principales maladies de la semence	13
Figure 06 : les dégâts s Maladie due à un cortège de champignons.....	14
Figure 07: Symptômes de carie.....	15
Figure 08 : Symptômes de Le Charbonnu	15
Figure 09 : Symptômes Tache helminthosporienne (l'orge)	16
Figure 10 : Symptômes Le rayures réticulées (<i>net blotch</i>).....	17
Figure 11 : Symptômes Rhynchosporiose (<i>scald</i>)	18
Figure 12 : les semences de l'orge après le traitement	19
Figure 13 : Cartes des potentialités agricoles de la Wilaya de Mila	23
Figure 14 : Vue satellitaire de la ferme pilote Amira Ahmed (Google earth, 2019)	29
Figure 15 : Courbe ombrothermique de la campagne agricole 2018/2019	32
Figure 16 : Dispositif expérimental adopté au cours de la campagne (2018-2019).....	38
Figure 17 : Dispositif expérimental des hybrides étudiant durant la campagne (2018-2019).39	
Figure 18 : Les étapes de semis des blocs expérimentaux.....	40
Figure 19 : Les étapes de semis	41
Figure 20: Désherbage manuel effectué au cours de la campagne agricole (2018/2019)	41
Figure 21 : le désherbage manuelle de brome	42
Figure 22 : Désherbage mécanique réalisé durant la campagne 2018/2019.....	42
Figure 23: La mauvaise herbe (<i>Centaurea macrocephala</i>). (2019).....	43
Figure 24 : L'engrais utilisé au cours de la campagne 2018/2019 (N FORCE 40). (2019)....	44
Figure 25 : La rouille brune sur la feuille de l'orge.(2019).....	44
Figure 26 : Le symptôme de septoriose sur la feuille de l'orge (2019).....	45

Figure 27 : l'oïdium sur les feuilles d'orge (2019).	45
Figure 28 : Attaque des pucerons et la coccinelle au champ de culture (2018/2019).	46
Figure 29 : La chenille nourrisse le feuille d'orge et leur dégats	46
Figure 30 : Le fongicide utilisé (Acanto Plus) (2019).	47
Figure 31 : le traitement contre les mauvaises herbicides et les ravageurs	48
Figure 32: La récolte des variétés d'orge à Radjas(2019)	49
Figure 33 : La récolte des variétés d'orge à Oued Segeun (2019)	49
Figure 34 : La mesure d' hauteur des plantes à la floraison	50
Figure 35: Mesure la longueur de l'épi (2019)	51
Figure 36 : Mesure la longueur de la barbe (2019)	51
Figure 37 : Mesure longueur et largeur de la dernière feuille (2019)	52
Figure 38 : Poids des épis (2019)	52
Figure 39: poids de mille grains (2019)	53
Figure 40 : le poids des plantes (2019)	53
Figure 41 : Effet combiné de l'interaction GxM sur la précocité à l'épiaison	57
Figure 42 : Effet combiné de l'interaction GxM sur le nombre de telles herbacées par plantes	58
Figure 43 : Effet simple du facteur milieu sur la hauteur des plantes à la floraison	59
Figure 44 : Effet simple du facteur milieu sur le nombre de talles épis par plante	60
Figure 45: Effet simple du facteur milieu sur la longueur de l'épi	61
Figure 46 : Effet simple du facteur génotype sur la longueur de la barbe	62
Figure 47 : Effet simple du facteur milieu sur la longueur de la barbe.	62
Figure 48 : Effet simple du facteur génotype sur le poids de l'épi	63
Figure 49: Effet simple du facteur milieu sur le poids de la plante	64
Figure 50 : Effet combiné de l'interaction GxM sur le poids de mille grains	65
Figure 51 : Effet combiné de l'interaction GxM sur le nombre de grains par épi	66
Figure 52: Effet simple du facteur milieu sur l'indice de récolte	67
Figure 53 : Effet combiné de l'interaction GxM sur la productivité par plante	68

Liste des tableaux

Tableau 01 : Classification de l'orge cultivée	4
Tableau 02 : Projection de la production et de l'utilisation mondiales de l'orge	20
Tableau 03 : Les principales variétés d'orge cultivées en Algérie	21
Tableau 04 : La pluviométrie enregistrée à Oued Endja durant la campagne (2018 /2019) et les campagnes (2009/2010).....	30
Tableau 05 : Répartition saisonnière de la pluviométrie à Oued Endja durant la campagne agricole (2018/2019)	31
Tableau 06 : Les températures enregistrées à Oued Endja durant les campagnes 2009/20019-2018/2019	32
Tableau 07 : La représentation de la granulométrie du sol de Seraghna.....	33
Tableau 08 : Résultats d'analyse des échantillons du sol du site expérimental.....	34
Tableau 09 : Analyse chimique du sol,	35
Tableau 10 : liste des déférents parents.....	36
Tableau 11 : Fiche descriptives des variétés étudiées	36
Tableau 12 : liste des différents hybrides testés	37
Tableau 13 : Analyse de la variance de tous les paramètres étudiés chez les parents.	55
Tableau 14 : Analyse de la variance de tous les paramètres étudiés chez la génération F1	56

Liste des abréviations

C : Degré Celsius.

Cm : Centimètre.

DAS : Direction des Services Agricoles

E : Environnement

FAO : Organisation des nations unies pour l'alimentation et agriculture (Food and Agriculture Organization).

g : gramme

G : Génotype

G.I.D.M.D.C : Guide d'identification des maladies des céréales

G.T.D.S.M. : Guide traitements de semences maladies

G.D.M.D.S. : Guide de maladies de semences, septembre, 2012)

HPF : Hauteur de la plant à la floraison

ITGC : Institut Technique des Grandes Cultures

IR : Indice de Récolte.

IGC : Conseil international des céréales.

LOE : longueur de l'épi

LB : longueur de barbe

n : nombre de chromosomes

NGE : Nombre de grains par épi

NTH : Nombre de talles herbacées par plant

NTE : Nombre de talles épis par plant

PE : poids de épis

PP : poids de plantes

PPAS : plus petite amplitude de signification

PMG : poids de mille grains

PRO : la productivité

PRE : Précocité

QTL : quantitatif trait loci

SFE : Surface de feuille étandard

TEST F : test de Fishe

Table de matières

Remerciements

Dédicaces

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Résumé

Introduction

Partie 01 : Partie Bibliographique

Chapitre I : Généralités sur la culture de l'orge

1. Présentation de l'espèce	2
2. Histoire de l'orge	3
3. Les caractéristiques botaniques.....	4
3.1. Taxonomie de l'orge.....	4
3.2. Classification de l'orge	4
3.3. Les caractères morphologiques de l'orge	5
3.3.1. Le système racinaire.....	5
3.3.2. Le système aérien	5
3.4. Les caractères physiologiques (cycle de développement) de l'orge.....	7
3.4.1. Période végétative	8
3.4.1.1. Phase semis- levée	8
3.4.1.2. Phase deux à trois feuilles.....	8
3.4.1.3. La Phase tallage	8
3.4.1.4. Phase montaison.....	8
3.4.2. Période reproductrice	8

3.4.2.1.	Stade épiaison	8
3.4.2.2.	Stade floraison	9
3.4.3.	La période de maturation.....	9
4.	Les exigences agro-écologiques.....	9
4.1.	Exigence en sol	10
4.2.	Exigence en eau	10
4.3.	Exigence en gelées.....	11
4.4.	Exigence en températures	11
4.5.	Exigence en photopériode	12
4.6.	Exigence en vents violents	12
5.	Les maladies de l'orge	12
5.1.	Les maladies de semences	13
5.1.1.	Maladie due à un cortège de champignons	13
5.1.2.	Le carie	14
5.1.3.	Le Charbon nu	15
5.2.	Les maladies foliaires	16
5.2.1.	Tache helminthosporienne (l'orge)	16
5.2.2.	Les rayures réticulées (<i>net blotch</i>).....	16
5.3.	Les maladies de l'épi	17
5.3.1.	Rhynchosporiose (<i>scald</i>)	17
6.	Les moyens de lutte contre les maladies de semences.....	18

Chapitre II : Importance et utilisation de l'orge

1.	Situation de l'orge dans le monde.....	20
2.	Situation de l'orge en Algérie	20
3.	Situation de l'orge dans la Willaya de Mila.....	22

4.	Utilisation de l'orge	23
4.1.	Alimentation humains.....	24
4.2.	L'alimentation animale.....	24
4.3.	En médecine	24

Chapitre III : Interaction génotype X environnement

1.	Notion d'environnement	25
2.	Notion de génotype	25
3.	Notion de phénotype	25
4.	Notion d'interaction génotype x milieu	25
5.	Importance de l'interaction génotype x milieu	26
6.	La sélection multilocale	27
7.	Les QTLs et l'environnement	28

Partie 02 : Partie Expérimentale

Matériel et méthodes

1.	Etude expérimentale.....	1
1.1.	Objectif	1
2.	Localisation du milieu expérimental.....	1
2.1.	Milieu 1 : Ferme pilote Amira Ahmed (Radjas).....	1
2.2.	Milieu 2 : Ferme pilote Bahri Mebarak (Oued Seguen).....	2
3.	Conditions climatiques.....	2
3.1.	Ferme pilote Amira Ahmed (Radjas)	2
3.2.	Ferme pilote Bahri Mebarak (Oued Seguen).....	5
4.	L'analyse du sol.....	5

4.1.	Ferme pilote Amira Ahmed (Radjas)	5
4.2.	Ferme pilote BAHRI MABARAK (Oued Seguen).....	6
5.	Protocole expérimental	7
5.1.	Matériel végétal	7
5.2.	Les Fiche descriptives de variétés étudiées	8
6.	Dispositif expérimental.....	9
7.	Opération Culturelles	12
7.1.	Conduite des essais.....	12
7.1.1.	Préparation du sol.....	12
7.1.2.	Le Semis.....	12
7.1.3.	Désherbage	13
7.1.4.	L'engrais.....	15
7.1.5.	Maladies cryptogamiques.....	16
7.1.6.	Ravageurs	17
7.1.7.	Traitement contre les maladies et les ravageurs.....	19
7.1.8.	Récolte.....	20
8.	Méthodes d'études	21
8.1.	Suivi de la génération F2	21
8.2.	Caractères morphologiques	22
8.2.1.	Nombre de talles herbacées par plante	22
8.2.2.	Nombre de talles épis par plante	22
8.2.3.	Hauteur des plantes à la floraison	22
8.2.4.	Longueur de l'épi	22
8.2.5.	Longueur de la barbe.....	23
8.2.6.	La feuille étendard.....	23
8.3.	Les paramètres mesurés au laboratoire.....	24

8.3.1.	Le nombre de grain par épi.....	24
8.3.2.	Poids des épis	24
8.3.3.	Le poids de mille grains	24
8.3.4.	Le poids des plantes	25
8.3.5.	La productivité	25
8.3.6.	Indice de Récolte	26
9.	Techniques d'analyse statistique.....	26

Résultats et discussions

1.	Etude des parents	55
2.	Etude des hybrides	56
2.1.	La précocité à l'épiaison.....	57
2.2.	Nombre de talles herbacées par plante	58
2.3.	Hauteur des plantes à la floraison.....	59
2.4.	Nombre de talles épis par plante.....	60
2.5.	Longueur de l'épi.....	61
2.6.	Longueur de la barbe	62
2.7.	Poids de l'épi	63
2.8.	Poids de la plante	64
2.9.	Poids de mille grains.....	65
2.10.	Nombre de grains par épi	66

Conclusion

Références bibliographiques

Résumé

Résumé

Notre étude a été conduite au sein de deux Fermes pilotes, l'une se situe à la commune d'Oued Enja il s'agit de la ferme Amira Ahmed et l'autre se localise à la commune d'Oued Saguen, il s'agit de la Ferme Pilote Bahri Mebarak durant la campagne Agricole 2018-2019.

L'objectif de cette recherche est de montrer l'effet de l'interaction Génotype x Milieu sur le comportement de vingt hybrides avec leurs géniteurs à travers l'évaluation des paramètres agronomiques, de la productivité et de ses composantes afin de sélectionner les meilleurs génotypes.

Le matériel végétal utilisé dans les deux fermes est composé d'une génération F2 et de cinq géniteurs dont deux locaux et trois introduits, le semis a été réalisé selon un dispositif en bloc aléatoire complet avec trois répétitions.

L'analyse de la variance des parents montre des effets très hautement significatifs du facteur interaction GxM pour la plupart des paramètres évalués NTH ; SFE NTE ; PRO ; IR ; PP ; PE NGE et le PMG. Le test F est très hautement significatif pour les effets simples du facteur génotype et du facteur milieu pour les caractères PRE ;HPF et LOE. Par contre, le paramètre LB exprime des différences très hautement significatives pour l'effet simple du facteur milieu. Concernant les hybrides, des effets très hautement significatifs à significatifs du facteur interaction GxM ont été constatés pour les paramètres NTH ; PRO ; NGE ; PMG et PRE. Le test F est très hautement significatif à significatif pour les effets simples du facteur génotype et du facteur milieu pour les caractères LB et PE par contre, les paramètres HPF ; NTE ; LOE, PP et IR expriment des différences très hautement significatives pour l'effet simple du facteur milieu. Chez les hybrides, seul le caractère SFE qui a exprimé des différences non significatives pour les effets simples et les effets de l'interaction GxM.

Mots clés : Orge ; comportement ; sélection ; interaction génotype x milieu ; hybride.

Abstract

Our study was carried out within two Pilot Farms, one is located in the commune of Oued Enja it is the farm Amira Ahmed and the other is located in the commune of Oued Saguen, it s' is the Pilot Farm Bahri Mebarak during the agricultural campaign 2018-2019.

The objective of this research is to show the effect of the Genotype x Medium interaction on the behavior of twenty hybrids with their parents through the evaluation of agronomic parameters, productivity and its components in order to select the best genotypes .

The plant material used in the two farms is composed of a generation F2 and five spawners, two of which are local and three introduced, the sowing was carried out according to a complete random block device with three repetitions.

. Parental variance analysis shows very highly significant effects of the GxM interaction factor for most NTH parameters assessed; SFE NTE; PRO; IR; PP; PE NGE and PMG. The F test is highly significant for the simple effects of the genotype factor and the middle factor for the PRE, HPF and LOE characters. On the other hand, the LB parameter expresses very highly significant differences for the simple effect of the middle factor. For hybrids, very highly significant to significant effects of the GxM interaction factor were observed for NTH parameters; PRO; NGE; PMG and PRE. The F test is very highly significant to significant for the simple effects of the genotype factor and the middle factor for the LB and PE characters, however, the HPF parameters; NTE; LOE, PP and IR express very highly significant differences for the simple effect of the middle factor. In hybrids, only the SFE trait that expressed nonsignificant differences for single effects and effects of GxM interaction.

Keywords: Barley; behavior; selection; genotype x environment interaction; hybrid.

التلخيص

تم إجراء دراستنا داخل مزرعتين تجريبتين، تقع الاولى بلدية وادي النجاء، وهي المزرعة عميرة أحمد والأخرى تقع في بلدية وادي سقان مبارك خلال الحملة الزراعية 2018-2019. حيث استعملنا المادة النباتية المزروعة (الشعير) من خمسة اصناف اثنان منها محلية . الهدف من هذا البحث هو إظهار تأثير تفاعل الوراثي والوسط على سلوك 20 هجين من خلال تقييم المعايير الزراعية والانتاجية ومكوناتها من اجل اختيار افضل الانماط الجينية.

ومن خلال النتائج يظهر تحليل التباين لا بء تأثيرات تفاعل عامل الوسط و العامل الوراثي لمعظم المعايير المقاسة مثل عدد السقاة الهواة .مساحة الورقة .وزن السنبل .وزن النبتة . الانتاجية . عدد السقاة تابعون لسنبله . الوزن الميلي لحبة .مقياس الحصاد

حيث يعتبر الاختبار F هام جد التأثيرات البسيطة لعامل الوراثي وعامل الوسط في المعايير طول السنبله لحبة ارتفاع النبة دورة الحياة من ناحية اخرى ام طول لحبة سنبله كان تأثيره على معامل الوسط .

اما بنسبة لهجينة كان تأثير على معايير دورة الحياة . لإنتاجيه .وزن الميلي لحبة .عدد السقاة الهواة .حيث ان اختبار F كان جد هام بنسبة لمعايير طول لحبة في السنبله .وزن السنبله التي كان تأثير فيها على مستوى التركيب الوراثي والوسط . اما بنسبة لمعايير ارتفاع النبة .وزن النبة . طول السنبله .عدد السقاة تابعة لسنبله .مقياس الحصاد .تعبير عن تاثير عامل البسيط الوسط.

الكلمات المفتاحية : الشعير .سلوك .الاختيار .التفاعل الوراثي . هجين.

Introduction

Introduction

En Algérie, l'orge (*Hordeum vulgare* L.) est la deuxième céréale en importance après le blé dur (**BENMAHAMMED, 2004**). Cette culture joue un rôle important dans l'équilibre de l'économie algérienne, elle est susceptible de contribuer à l'accroissement de la production fourragère, en particulier dans les zones semi-arides où elle montre une adaptation par rapport aux autres céréales. Elle est une céréale qui peut être cultivées dans les sols plus ou moins pauvres emblavés principalement dans la région aride et semi- aride des hauts plateaux. Cette région se caractérise par de larges fluctuations spatio-temporelles par des quantités de pluies irrégulières et des températures extrêmes (**BOUZERZOUR et DEKHILI, 1995**). La production d'orge est faible et irrégulière au regard des besoins nationaux que sont de plus en plus croissants (**MENAD , 2009**). La recherche d'une meilleure productivité sous conditions pluviales est un important objectif en sélection. Le choix de la variété à adopter prend une place importante pour produire plus et de manière plus régulière (**KADI, 2012**). En effet ,l'alternative de produire plus par extension des superficies et très peu probable suite au fait que, déjà, la culture de l'orge est pratiquée dans des zones marginale ou d'autres cultures céréalières telles que les blés ne peuvent être conduite de manière économique.

Le rendement est sous la dépendance des conditions environnementales influençant la croissance des orges et de leur interaction avec la constitution génétique de la plante. Cette interaction génotype x milieu représente un des problèmes les plus importants que l'améliorateur doit résoudre (**SASSI et BOUBAKER,2006**). Pour sélectionner un génotype donné, il faut donc tenir compte de sa réponse aux changements des milieux de production en plus de sa performance globale pour garantir à l'agriculteur les meilleures performances quels que soient l'année ou le milieu de production (**BOUZERZOUR et al.,2002**).Une bonne compréhension de l'environnement et de l'ampleur de l'interaction génotype x milieu est essentielle pour toutes les céréales dans un programme de sélection (**LILLEMO et al.,2005**). La comparaison des performances génotypiques dans des environnements favorables et non favorables à l'expression de hauts rendements en grain est souvent utilisée pour identifier les génotypes tolérants et productifs. Cette approche vise à minimiser les baisses de rendements en grain dans les environnements non favorables relativement aux rendements obtenus en milieux favorables (**BOUZERZOUR et al.,2000**)..

L'augmentation du rendement des orges peut se réaliser par la recherche de génotypes tolérants et performants (**BOUSBA et al.,2006**). Un rendement en grain élevé est l'objectif principal de toute amélioration céréalière (**SASSI et BOUBAKER,2006**).Une stratégie de

sélection fondée sur des rendements moyens à travers des conditions environnementales différentes est efficaces (**ROSIELLE et HAMBLIN ,1981**).

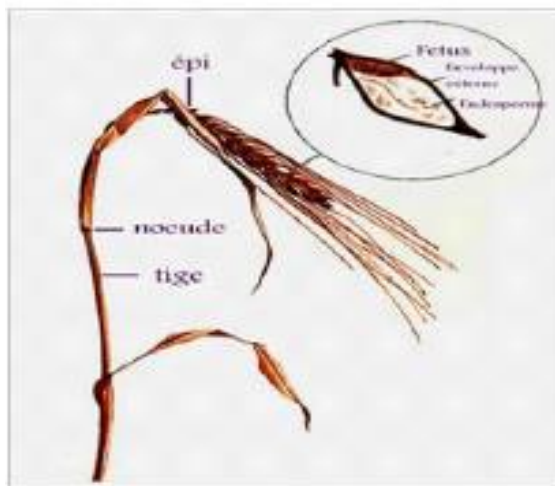
La présente recherche se propose comme objet d'étudier l'effet de l'interaction génotype x milieu sur les caractères agronomiques de vingt hybrides de l'orge ceci dans deux sites différents, à savoir une région humide (Oued Enja) et une région semi-aride (Oued Seguen). Cette étude va nous permettre de sélectionner les meilleurs hybrides dans chaque environnement.

Partie 01 : Partie Bibliographique

Chapitre I : Généralités sur la culture de l'orge

1. Présentation de l'espèce

L'orge est une plante annuelle de la classe des monocotylédones, qui appartient à la famille des graminées et au genre *Hordeum* qui comprend 31 espèces, mais seule l'espèce vulgare est couramment cultivée, *Hordeum vulgare* est une espèce diploïde ($2n=14$). (ZIBOUCHE et GRIMES, 2016). Sa classification est basée sur la fertilité des épillets latéraux, la densité de l'épi et la présence ou l'absence des barbes (GRILOTT, 1959). Selon MAZOYER, (2002) on distingue deux sous espèces, selon que l'épi porte deux ou six rangées de grain. Chez l'orge à deux rangs, (*H.vulgare* ssp). Distichum, chaque nœud du rachis comporte trois épillets dont un seul est fertile (SIMON, 1986). L'alternance de nœuds d'un côté et de l'autre du rachis produit un épi à deux rangs. Chez l'orge à six rangs, (*H.vulgare* ssp). Hexastichum, les trois épillets de chaque nœud contiennent des fleurs fertiles ce qui donne naissance à trois rangées de grains de chaque côté du rachis, (BONJEAN et PICARD, 1990). L'orge est une espèce très adaptée aux systèmes des cultures pratiquées en zones semi-arides et aride. Cette adaptation est liée à un cycle de développement plus court et à meilleure une vitesse de croissance en début de cycle. La culture de l'orge s'insère bien dans le milieu caractérisé par une grande variabilité climatique où elle constitue avec l'élevage ovin l'essentiel de l'activité agricole. (ABBAS et ABDELGUERFI, 2008).



A- Schéma descriptif de l'orge.

B- Orge à 2 rangs et orge à 6 rangs.

Figure 01 : Description de l'orge (Anonyme, 2008).

2. Histoire de l'orge

La domestication des orges était plus ancienne que celle du blé puisque les études archéologiques effectuées en Syrie et en Iraq ont mis en évidence la présence de caryopses d'orge qui datent d'environ 10.000 ans avant Jésus-Christ. Ainsi, pendant l'antiquité et jusqu'au deuxième siècle avant Jésus-Christ, l'orge était la céréale la plus utilisée pour l'alimentation humaine dans les régions du croissant fertile, d'Europe et du bassin méditerranéen. Quant aux pays du Maghreb son introduction s'est faite depuis le croissant fertile en passant par l'Égypte (**BOULAL et al., 2007**). *Hordeum spontaneum* ou l'orge à 2 rangs sauvage répandue depuis la Grèce et la Libye jusqu'au Nord-Est de l'Inde est presque unanimement reconnue comme la forme ancestrale de l'orge cultivée *Hordeum vulgare* (**JESTIN, 1992**). Les types d'orges à 6 rangs à rachis fragile rencontrés en Asie centrale et antérieurement dénommés *Hordeum agriocrithon* (Aberg.), sont maintenant considérés comme des descendants subspontanés d'hybrides entre les types cultivés à 6 rangs et *Hordeum spontaneum* (**VON BOTHMER et al., 1990 in JESTIN, 1992**). La distribution très large des orges cultivées va de pair avec une diversification morphologique et d'adaptation très étendue. Des types à 2 rangs remontant au Néolithique (7000 avant Jésus-Christ) trouvés dans le croissant fertile du Moyen-Orient paraissent être les restes les plus anciens de l'orge cultivée, bien antérieurs aux orges à 2 et à 6 rangs trouvées en Extrême-Orient et en Égypte (**ZOHARY, 1973 in JESTIN, 1992 ; BOULAL et al., 2007**). Selon **BESSAOUD (1999)**, en Algérie, dans la Numidie antique, de nombreux textes et vestiges attestent que la culture des céréales était développée avant le III^e siècle (orge et blé de Numidie). **LAUMONT (1937)**, a déclaré que l'orge qui était cultivée de tout temps par les indigènes algériens, a occupé dans les emblavures une place prépondérante supérieure à celle accordée au blé dur et parfois même à celle réservée au blé dur et au blé tendre réunis.

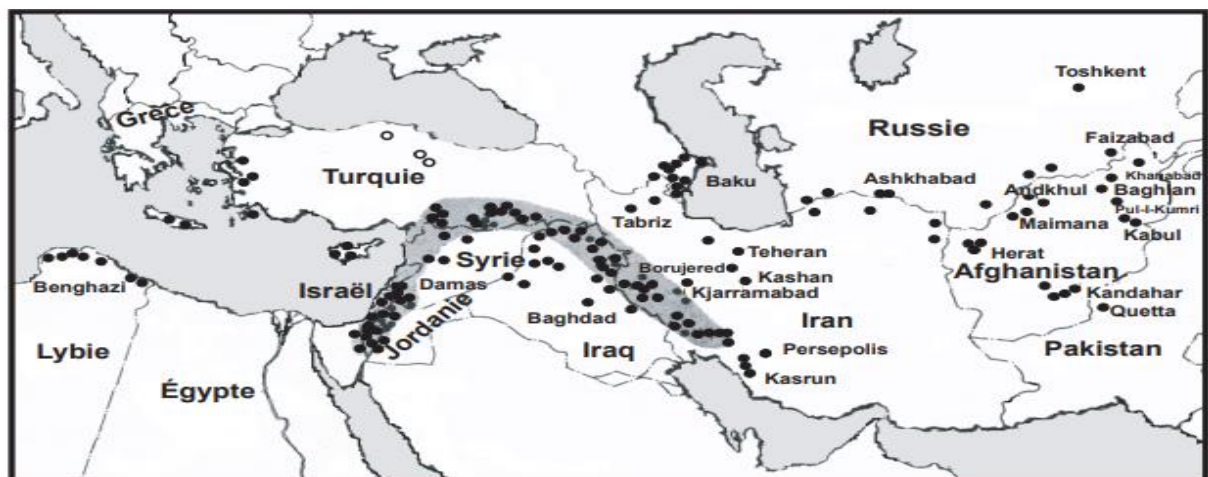


Figure 02 : les zones de Distribution de l'orge sauvage (*Hordeum spontaneum*). (**Harlan, 1975**.)

3. Les caractéristiques botaniques

Taxonomie de l'orge

D'après CHADEFAUD et EMBERGER (1960) ; PRATS (1960) et FEILLET (2000), les orges cultivées appartiennent à la taxonomie suivante :

Tableau 01 : Classification de l'orge cultivée.

Classification	Orge
➤ Règne	➤ Plantae
➤ Division	➤ Magnoliophyta
➤ Classe	➤ Liliopsida
➤ Sous Classe	➤ Commelinidae
➤ Ordre	➤ Poale
➤ Famille	➤ Poaleceae (Graminées)
➤ Sous Famille	➤ Hordeoideae
➤ Tribu	➤ Hordeae (Hordées)
➤ Sous Tribu	➤ Hordeinae
➤ Genre	➤ Hordeum
➤ Espèce	➤ <i>Hordeum vulgare</i> L.

Classification de l'orge

Quant à SOLTNER (2005), classe les orges selon leur milieu de culture en trois groupes :

- ❖ **Les orges d'hiver** : dont le cycle de développement varie de 240 à 265 jours, s'implantent en automne. Ces orges ont besoin pour assurer leur montaison, de température vernalisante qui manifeste un degré plus au moins élevée de résistance au froid hivernal.
- ❖ **Les orges de printemps** : dont le cycle de développement est très court (environ 120 à 150 jours), s'implantent au printemps. Ces orges n'ont aucun besoin de vernalisation pour assurer leur montaison.
- ❖ **Les orges alternatives** : qui sont intermédiaires au plan tolérance au froid, entre les orges d'hiver et celles de printemps.

Les caractères morphologiques de l'orge

L'orge (*Hordeum vulgare* L.) est une plante annuelle, autofécondée dont la morphologie de ses organes végétatifs et floraux est très semblable au blé. Au stade herbacé, elle se distingue principalement des autres céréales par un feuillage vert clair, la présence d'une ligule très développée, des oreillettes glabres, et un fort tallage herbacé, (BOULAL et al., 2007).

Le système racinaire

La céréale dispose, au cours de son développement, de deux systèmes racinaires successifs. Le système racinaire primaire ou séminale, fonctionnel de la levée au début tallage, ce système est constitué d'une racine principale et de deux paires de racines latérales. Le système racinaire secondaire ou tallage (ou coronales) apparaît au moment où la plante émet les talles, il est de type fasciculé et assez développé. (SIMON et al., 1989). Les céréales se disposent de deux systèmes racinaires successifs :

- Le système racinaire primaire ou séminale, fonctionnel dès la germination, on compte sept racines séminales chez l'orge.
- Le système racinaire secondaire ou racines adventives, de type fasciculé apparaît au tallage. Le nombre des racines est d'autant plus élevé que le tallage est plus important et que la phase de tallage est plus longue, (BOULAL et al., 2007).

Le système aérien

Il est formé d'un certain nombre d'unités biologiques ou des ramifications appelées talles. Ces dernières partent toutes d'une zone, appelée court-nouée située à la base de la tige ; (le plateau de tallage). L'orge cultivée est caractérisée par un nombre de talles élevé par rapport au blé tendre (*Triticum aestivum* L.). La tige est creuse elle est formée d'entre-nœuds, séparées par des nœuds, représentant les zones méristématiques à partir desquelles s'allongent les entre-nœuds et se différencient les feuilles. (HAZMOUNE, 2006).

A .La tige

La chaume des céréales est une tige cylindrique ; formées d'entre nœuds séparés par des nœuds plus au moins saillants. Chez l'orge le chaume est creux entrecoupé de cinq à six nœuds (SIMON, 1972).

B .Les nœuds

Sont des zones méristématiques à partir des quelles s'allongent les entre-nœuds. Chaque nœud est le point d'attache d'une feuille. **(HAZMOUNE, 2006).**

C. Les entre-nœuds

Sont pleins chez l'orge ainsi le blé, et creux chez le blé tendre. Le facteur variétal intervient également, dans une même espèce le nombre d'entre-nœuds est à peu près constant. Les entres nœuds sont de plus en plus long de la base au sommet de la tige. **(HAZMOUNE, 2006).**

D. La feuille

Les feuilles sont alternes, distiques non pétiolées à couleur vert clair **(MOSSAB, 1991)**. Les feuilles ont nervures parallèles et formées de deux parties :

- La partie inférieure entourant la jeune pousse ou la tige, est la gaine, car, les gaines sont attachées au niveau des nœuds et sont emboîtées les unes dans les autres pendant leur jeunesse, **(CLEMENT-GRANCOURT et PART., 1966)**. Elles forment un tube cylindrique entourant la tige qui se déboîte au fur et à mesure de la croissance de celle-ci.
- La partie supérieure en forme de lame est le limbe, possède souvent à la base deux prolongements arqués embrassant plus ou moins complètement la tige : les stipules, **(CLEMENT-GRANCOURT et PART., 1966)**.

3.3.3. Le grain

C'est un caryopse à glumelles adhérentes chez les variétés cultivées. Une coupe transversale du grain, montre les mêmes assises de cellules que chez le blé.

Cependant l'assise à aleurone comporte trois couches de cellules au lieu d'une seule **(SIMON et al., 1989)**. La coupe longitudinale de grain d'orge révèle de l'extérieur vers l'intérieure les parties suivantes : Le péricarpe ou l'enveloppe qui est constitué de l'extérieure vers l'intérieur par le péricarpe (parois de l'ovaire), le tégument, et l'assise protéique.

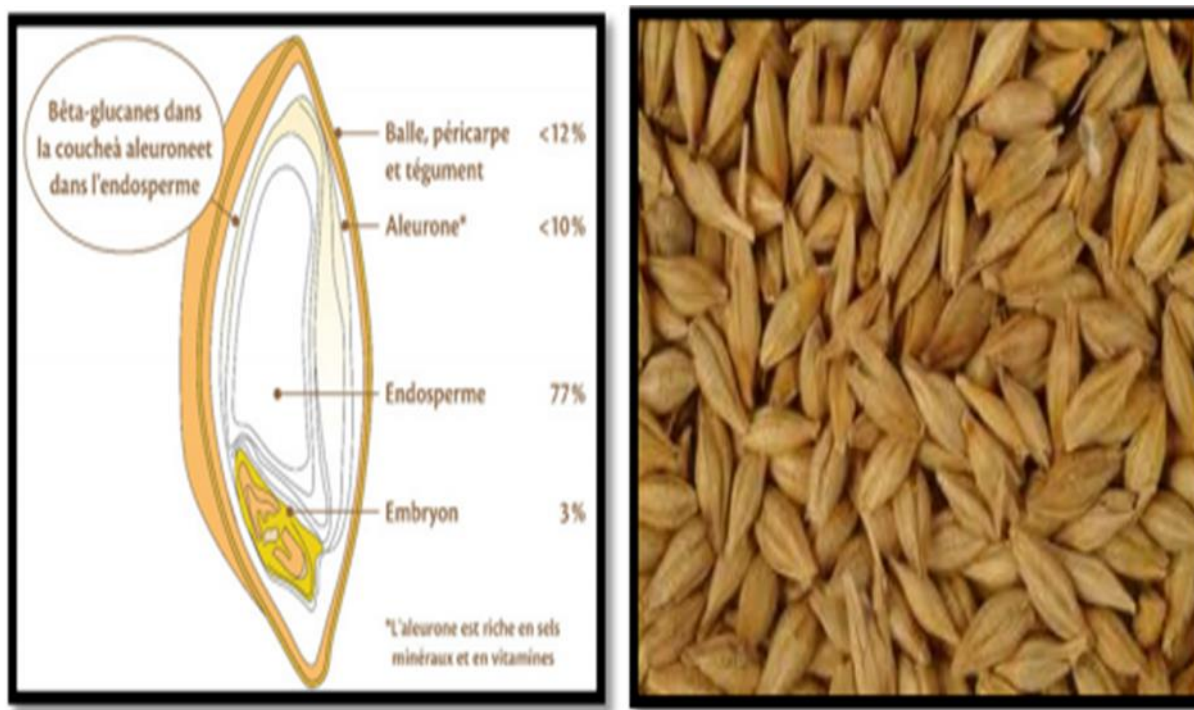


Figure 03 : Coupe longitudinale d'un grain d'orge à gauche et les grains à droite (FAO, 2017).

L'endosperme ou l'amande qui constitue presque tout l'intérieur du grain et se compose principalement de minuscules grains d'amidon. Le germe ou l'embryon qui comprend deux parties : la plantule (future plante) et le cotylédon (réserve de nourriture, facilement assimilable, destinée à la plantule qui contient l'essentiel des matières grasses du grain).

Les caractères physiologiques (cycle de développement) de l'orge

Le développement représente l'ensemble des modifications phénologiques qui apparaissent au cours du cycle des cultures. Les dates de réalisation des stades de développement des variétés de céréales (blé dure, blé tendre, orge et avoine) dépendent essentiellement des températures et photopériodes subies par la culture depuis sa germination. L'identification des stades de développements des céréales est une nécessité absolue pour technicien ou l'agriculteur, chacun des stades de la culture permet d'observer et de décrire les caractères d'identification de la variété (**BOUFENAR-ZAGHOUE et ZAGHOUE, 2006**). L'orge (*Hordeum vulgare* L.) est une plante annuelle herbacée, effectuant son cycle évolutif en trois grandes périodes (période végétative, période reproductrice et période de maturation), (**BOUFENAR-ZAGHOUE, 2006**)

Période végétative

Cette période comprend plusieurs phases et elle est caractérisée par plusieurs stades

Phase semis- levée

Elle débute par le passage du grain de l'état de vie ralentie à l'état de vie active lors du processus de germination, qui se traduit par la sortie des racines séminales et par la croissance du coléoptile qui s'entrouvre pour laisser passer la première feuille vers la surface du sol.(**GATE, 1995 ; SOLTNER, 2005**)

Phase deux à trois feuilles

Après la levée, les ébauches foliaires entassées à position alternée croissent et émergent. Les unes après les autres à un rythme régulier. A ce stade, le nombre de pieds par m² est définitivement établi. (**HARRAT, 2009**).

La Phase tallage

Le tallage est caractérisé par l'entrée en croissance de bourgeons différenciés à l'aisselle des feuillés. Nous distinguons le début tallage, caractérisé par l'apparition de la première talle à l'aisselle de la première feuille, c'est la talle primaire. Chaque talle primaire émet une talle secondaire susceptible d'émettre une talle tertiaire. (**INOAT et COUVREUR, 1980**) Le plein tallage, est un stade plus difficile à repérer étant donné que l'intensité du tallage varie selon les conditions climatiques et la densité de semis. A ce stade, la plante émet de nombreuses talles primaires et secondaires tout en conservant son port rampant. En même temps que se déploie la quatrième feuille et que pointe la première talle, de nouvelles racines sortent de la base du plateau de tallage donnant les racines secondaires. Le stade fin tallage est atteint lorsque la jeune inflorescence (apex) est d'environ 1 cm au-dessus du plateau de tallage. (**HARRAT, 2009**).

Phase montaison

Elle se caractérise par la différenciation et l'élongation des ébauches des nœuds et d'entre nœuds. Le premier nœud est détectable au toucher à plus de 1 cm du plateau de tallage, la date d'apparition de ce stade est évaluée sur le maître brin. (**HARRAT, 2009**).

Période reproductrice

Le début de cette phase est marqué par différenciation de l'ébauche d'épillet sur l'apex (stade A). ce stade marque la fin de la période végétative et l'acheminement vers la fonction de reproduction. (**BOUFENAR-ZAGHOUE et ZAGHOUE, 2006**).

Stade épiaison

La gaine de la dernière feuille s'écarte progressivement suite à l'allongement des derniers entre nœuds de la tige : c'est le stade gaine écartée. Dans les jours qui suivent, le sommet de l'épi sort de la dernière gaine et atteint alors sa longueur définitive : c'est le début de l'épiaison (**HARRAT, 2009.**)

Stade floraison

Il se caractérise par l'apparition des étamines hors des épillets. A ce stade, la croissance des tiges est terminée, (**GATE, 2005**).

La période de maturation

Au cours de cette période, l'embryon se développe et l'albumen se charge de substance de réserve, à savoir la phase de multiplication cellulaire, qui se termine par le stade laiteux (**SOLTNER, 2005**) . La phase d'accumulation des assimilats, caractérisée par la migration intensive des réserves, cette phase se termine par le stade pâteux et en fin la phase de dessiccation où on assiste à une perte rapide du poids d'eau. Le grain devient dur et sa couleur devient jaunâtre. C'est le stade de maturité physiologique (teneur en eau 13 à 14 %). (**HARRAT, 2009.**)

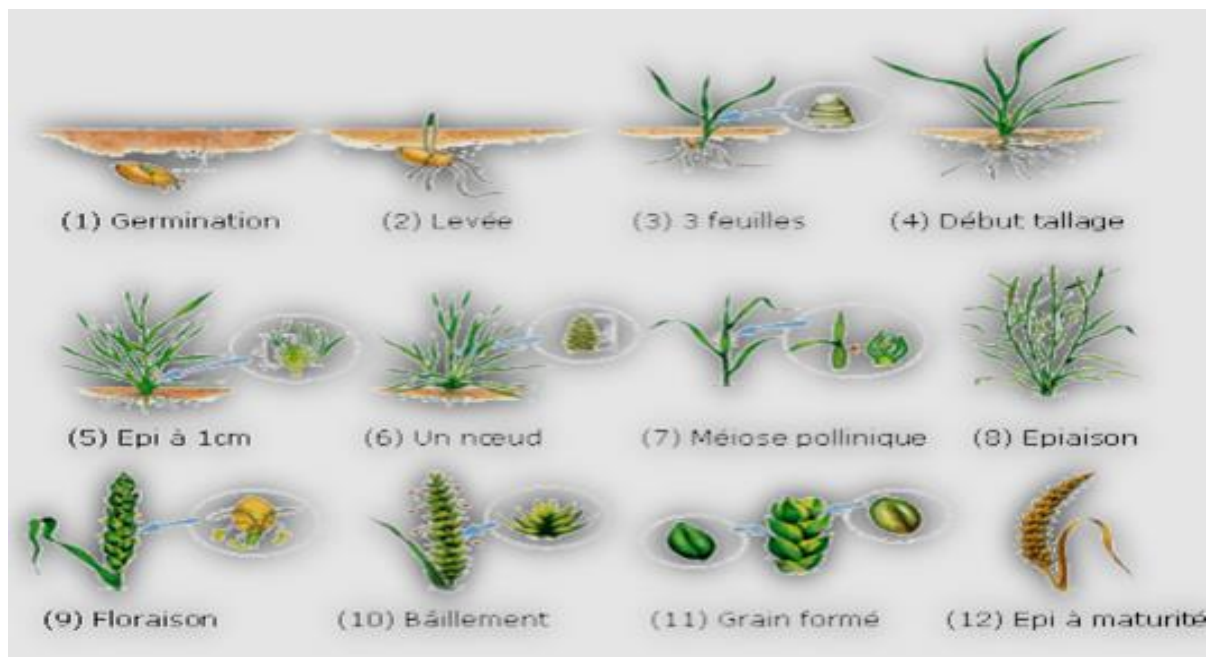


Figure 04 : Cycle de développement de l'orge (BOUHANIA, 2005).

4. Les exigences agro-écologiques

Dans les pays du Maghreb, les plus grandes surfaces des céréales sont cultivées en conditions pluviales, particulièrement dans les zones semi-arides. Ces zones sont souvent

soumises aux aléas climatiques, qui agissent sur la croissance et le développement des céréales et par conséquent sur leur productivité. **(BOULAL et al., 2007)**

Exigence en sol

Le sol ce n'est pas une matière compacte mais un système complexe de composés minéraux et organiques dans lesquels des facteurs comme le climat, l'eau et d'autres substances, les organismes présents dans les sols et les plantes agissent ensemble dans des processus dynamiques. **(BLIEFERT et PERRAUD, 2001).**

Les espèces blé et orge prospèrent sur une gamme assez variée de sols et l'optimum semble être des terres neutres, profondes et de texture équilibrée. En sol peu profond, le rendement en grain des céréales est pénalisé. L'orge demande des terrains sains, bien pourvus en chaux. Les terres légères, calcaires ou siliceuses conviennent bien, tandis que les terres lourdes, humides, tourbeuses sont défavorables. **(KELLIL, 2010.)**

Exigence en eau

La culture des céréales exige que la croissance végétale commence tôt, afin que les plantes puissent tirer le meilleur parti possible des précipitations hivernales,**(Soltner ,1999)**

Les orges et les blés ont des besoins en eau respectifs d'environ 450 et 550 mm en moyenne au cours de leur cycle de développement. Par rapport aux blés, les orges sont plus exigeantes en eau au début de cycle mais elles supportent les sécheresses de fin de cycle à cause de leur cycle court.**(TAMBUSSI et al., 2005 in BOULAL et al., 2007.)**

La quantité d'eau disponible, emmagasinée pendant l'hiver, ne peut en général assurer une croissance végétale satisfaisante pendant une année; le terrain est donc laissé en jachère d'été pour que les couches profondes récupèrent l'humidité **(LERY, 1982)**. De fortes pluies provoquent un engorgement du sol entraînant le pourrissement des semences. Ce pourrissement est à mettre en relation avec un déficit d'oxygène se produit quand l'engorgement dure quelques jours. En outre, de fortes pluies peuvent provoquer, sur les sols limoneux, la formation d'une croûte de battance qui peut être un obstacle à la levée. Celle-ci est retardée et certaines plantes disparaissent,**(GIBAN, 2001)**. Après la levée, des pluies excessives provoquent l'asphyxie des racines et un ralentissement de la croissance de la plante. Ce retard, qui peut s'observer tant sur le rythme d'apparition des feuilles que des talles, est généralement accompagné d'un jaunissement des feuilles les plus âgées. Il en résulte, au stade épi à 1 cm, une production de matière sèche réduite, susceptible de limiter le nombre de talles qui donneront des épis. La sécheresse retarde souvent les stades de développement de la plante à cause de l'inhibition de la croissance par de déficit hydrique . Quand le déficit hydrique apparaît pendant la période de

tallage herbacé, la vitesse d'émission des talles diminue et si le déficit s'accroît sévèrement, il y a arrêt du tallage. En cours de montaison, montaison, et notamment pendant les premières semaines de la montaison, le stress hydrique accentue très sensiblement le taux de régression des talles. Chez l'orge, ce phénomène s'extériorise préférentiellement au sommet de l'épi, zone où les épillets sont les moins développés (**BLUM, 1996 in HARGAS, 2007**). En l'absence d'humidité suffisante, la graine n'évolue pas et la levée de la culture est retardée. Outre les situations extrêmes qui peuvent se traduire par une absence de levée, on constate généralement une levée irrégulière. (**KELLIL, 2010.**)

Exigence en gelées

Les gelées de printemps sont provoquées par un refroidissement nocturne intense et leur gravité est due au fait qu'elles se produisent à une époque de reprise de la végétation, (**VILAIN, 1997**). Ils peuvent être dus à une nécrose partielle du rhizome, dont l'évolution sous l'effet des micro-organismes comme (*Fusarium*), conduit progressivement à la rupture totale d'alimentation de la plantule. Les dégâts foliaires constituent les premiers symptômes apparents des méfaits du gel. Ils se caractérisent d'abord par une teinte vert foncé ou un rougissement des feuilles et des gaines, (**KELLIL , 2010.**)

Exigence en températures

Pour le cycle des céréales, le zéro de germination du blé et de l'orge est de 0°C. L'orge est plus sensible au froid que le blé. Selon la sensibilité variétale, le seuil thermique de mortalité varie entre -12 et -16°C, (**SIMON et al., 1989 in BOULAL et al., 2007**). De plus, le blé est moins sensible à la température durant sa phase végétative par rapport à sa phase reproductive. Des températures basses de l'ordre de 5°C gênent la sortie des feuilles dont le limbe peut alors être déformé. La déformation a lieu sur les bords du limbe, en général dans son tiers supérieur lui conférant un aspect « étranglé ». A l'épiaison, le froid peut gêner la sortie des épis et l'on constate parfois qu'ils se plient lorsque les barbes ou les becs de glumes restent accrochés au niveau de la ligule de la dernière feuille. (**GATE et Giban, 2003**)

L'effet des hautes températures au semis se matérialise par une réduction de la longueur de la coléoptile, la plante ne peut pas s'ancrer en profondeur et devient très sensible aux effets du stress thermique. Des températures élevées supérieures à 28°C pendant la maturation du grain, peuvent expliquer le phénomène d'échaudage physiologique. Les symptômes sont plus importants lorsque l'élévation de température est brutale et que cette température reste élevée longtemps. L'élévation de la température, tard au cours du cycle de développement de la plante,

particulièrement après anthèse, est une contrainte à l'augmentation des rendements en zone semi-aride. (KELLIL, 2010.)

Exigence en photopériode

On désigne par photopériode, l'influence de la durée d'éclairement journalier sur le développement de la plante. Le blé et l'orge sont adaptés aux jours longs (donc la floraison s'effectue plus rapidement en jours longs. Il faut que la durée d'éclairement soit d'environ 12 heures pour que l'épi commence à monter dans la tige .La durée du jour en dessous de laquelle il n'y a pas de développement se situe aux Alentours de 6 à 7 heures. A l'opposé, la durée du jour à partir de laquelle le développement s'effectue le plus rapidement est de l'ordre de 18 heures (KELLILH, 2010.)

Exigence en vents violents

Si la vitesse du vent est élevée, son action est moins favorable, on considère son rôle sur la dissémination des spores de champignons, des semences d'adventices, d'insectes parasites et éventuellement de polluants atmosphériques. Lorsque la vitesse du vent est élevée, le vent accroît considérablement la demande climatique en eau et augmente les besoins hydriques des cultures. A une fréquence et une vitesse encore plus élevées, il devient nettement préjudiciable, il entraîne la verse, provoque le bris des tiges.

En phase de la montaison, le vent peut provoquer des dégâts mécaniques sur feuilles : suite au frottement des feuilles les unes sur les autres, on observe un dessèchement des extrémités des limbes des dernières feuilles apparues. Ce sont généralement les dernières feuilles et avant dernières feuilles qui sont les plus touchées. Ces symptômes après l'épiaison. (KELLIL, 2010.).

5. Les maladies de l'orge

Les maladies affectent le rendement, mais aussi la qualité des grains. Au Québec, la maladie la plus redoutée des céréaliculteurs est sans contredit la fusariose. En plus de diminuer le poids des grains, elle produit une toxine qui rend ces derniers impropres à la consommation. Malheureusement, la fusariose n'est pas la seule maladie qui affecte nos cultures de blé, d'orge et d'avoine. Plusieurs autres se développent durant la saison et affectent le rendement. (G .D'I D. M.D.C, Mai 2008.)

Les maladies de semences

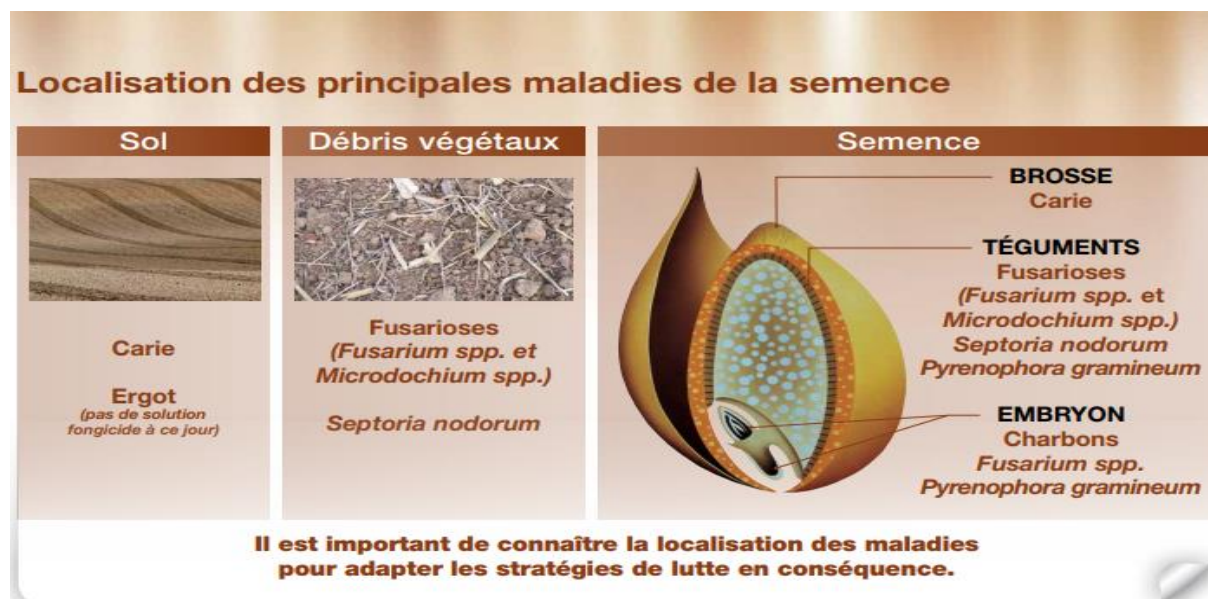


Figure 05: Localisation des principales maladies de la semence (G.T. D.S. M, 2012)

Une semence indemne de pathogènes et une levée préservée des attaques de champignons dès les tout premiers stades de développement, sont des éléments clés de l'itinéraire cultural d'une céréale. C'est même déterminant pour optimiser l'installation de son potentiel. (G. T. D. S M. 2012)

Maladie due à un cortège de champignons

Fusarium spp. et *Microdochium spp.* sont les deux genres de champignons responsables de la maladie ; ils cohabitent la plupart du temps. *Fusarium spp.* regroupe un ensemble d'espèces qui comprend : *F. graminearum*, *F. culmorum*, *F. avenaceum*. (G. T.D.S.M. 2012)

❖ Impactes

- Diminution de la faculté germinative : manque à la levée.
- Baisse de l'énergie germinative : levées de plantes malades qui disparaîtront ensuite c'est la fonte des semis. (G. T. D. S.M.2012)
- Symptômes multiples : déformation du germe, dessèchement brutal de la plante, lésion sur le coléoptile, racines peu ou pas développées.

❖ Transmissions

- Soit par le sol, à partir de débris végétaux.
- Soit par la semence (localisation externe et interne). (G. T. D.S.M ,2012)

❖ Dégâts

- Dégat de fusariose grains contamine Par **F.culmorum**.
- Fonte de semis provoqué par **M.nivale**. (G. T. D.S.M.,2012)



Figure 06 : les dégâts Maladie due à un cortège de champignons(G.T.D.S.M. ,2012)

Le carie

Une maladie qui réapparaît *Tilletia caries* et *Tilletia foetida* sont les deux espèces du champignon présentes en France. (G.T.D.S.M.2012)

❖ Impactes

- Un grain carié peut contenir jusqu'à 9 millions de spores.
- Au battage, les épis cariés libèrent les spores qui viennent contaminer les autres grains et le sol. (G.T. D.S.M. ,2012)
- Les spores peuvent centaines de mètres et ainsi contaminer les parcelles.

❖ Transmissions

En général, les spores de carie germent et pénètrent dans la coléoptile avant la levée. Au-delà de 2 feuilles, n'est plus sensible .Les plantes cariées sont plus courtes avec des épis et un tallage moindre stade floraison. (G.T.D.S.M ,2012)



Figure 07 : Symptômes de carie(G.T.D.S.M,2012)

Le Charbon nu

Ustilago nuda pour l'orge , Le charbon nu de l'orge est peu fréquent en France
Il existe des tolérances variétales. (G.T.D.S.M. ,2012)

❖ Transmissions

- Une production de semences de base saine est la garantie d'une production indemne de charbon. (G.T. D.S.M. ,2012)
- La contamination se fait au moment de la floraison
- La contamination est interne, la spore venant se localiser dans l'orge.



Figure08 : Symptômes de Le Charbonnu(G.T.D.S.M.,2012)

Les maladies foliaires

Tache helminthosporienne (l'orge)

Le champignon se développe sur les feuilles, s'étend à l'épi puis entraîne la stérilité des épillets et l'échaudage du grain. Des stries jaunes. (G.T.D.S.M. ,2012)

❖ Incidences

Les pratiques de ré sol contribuent à une augmentation du travail du de l'incidence de la tache **helminthosporienne**. (G .T.D.S.M. ,2012)

❖ Symptômes

Se manifeste d'abord sur les feuilles du bas. Les taches sont elliptiques, brun foncé, de 2 à 10 mm de longueur pouvant être bordées d'un halo jaune. Puis brunes et noires apparaissent sur feuilles. Le limbe se dessèche et se découpe en lanières. Traitement des semences, traitement fongique, variétés résistantes. (G.T.D.S.M. ,2012)

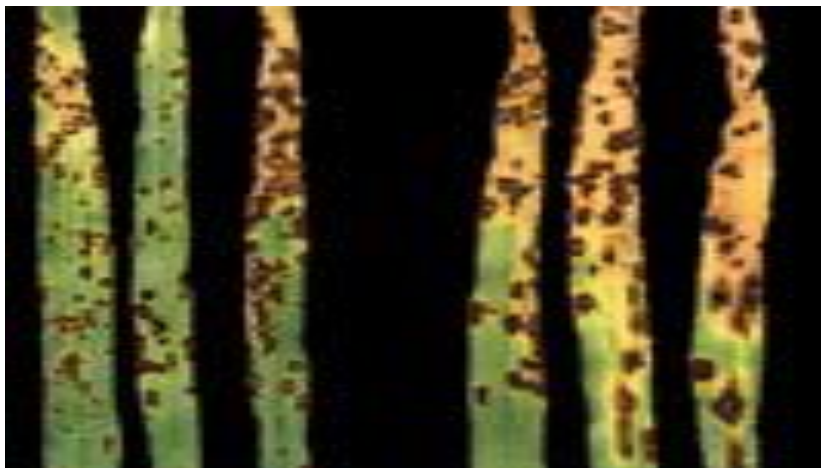


Figure 09 : Symptômes Tache helminthosporienne (l'orge)

(G.T.D.S.M,2012)

Les rayures réticulées (*net blotch*)

Pâles sur les feuilles, les épis atteints se dressent alors que les épis sains se courbent. Des stries longitudinales apparaissent sur les feuilles, jaunes puis brunes et enfin noires. (G.T.D.S.M.

❖ Incidences

La rayure réticulée est une maladie très fréquente chez l'orge. Elle est favorisée par des temps humides et des températures fraîches à élevées. (G.T.D.S.M.2012)

❖ Symptômes

Les taches sont elliptiques, d'un brun foncé, s'allongeant pour former des stries étroites et longues le long des nervures. L'intérieur de ces lésions, de minuscules lignes horizontales plus foncées sont présentes formant un réseau ayant l'apparence d'un quadrillé. (G.T.D.S.M ,2012)

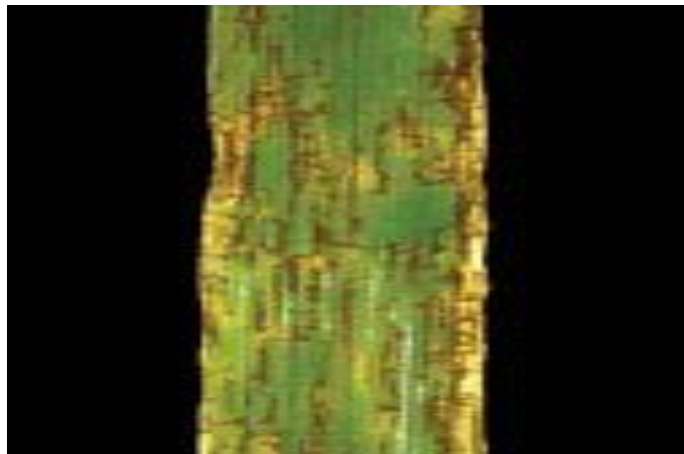


Figure 10 : Symptômes Le rayures réticulées (*net blotch*)(G.T.D.S.M.2012)

Les maladies de l'épi

Rhynchosporiose (*scald*)

La **rhynchosporiose** est une maladie majeure de l'orge. La maladie est favorisée par le temps frais (12 à 14 degrés) et humide. Elle se développe sur les feuilles qui restent mouillées pendant de longues périodes. de temps. Le degré d'infection est habituellement le plus élevé tout juste avant et durant l'épiaison . (G.T.D.S.M ,2012)

❖ Symptômes

Les taches sont ovales, le centre est grisâtre et la Marge brune foncée. La longueur varie entre 10 et 15 mm. Le tissu au centre de la tache se dessèche et blanchit. On peut observer des taches similaires sur les glumes et sur les grains. (G.T.D.S.M, 2012)



Figure 11 : Symptômes Rhynchosporiose (scald)(G.T.D.S.M. ,2012)

6. Les moyens de lutte contre les maladies de semences

Traitement de la semence une bonne partie des semis est détruite par les parasites et pathogènes du sol certaines maladies véhiculées par les semences et/ou par le sol, ne peuvent combattues que l'application préventive de produits sur les semences.

- Évaluer le risque : à la récolte, il est possible de faire une analyse mycologique pour connaître les champignons présents sur la semence. En revanche, pour la contamination venant du sol, difficile d'évaluer le risque.
- Ajuster ses pratiques agronomiques : enfouir profondément les débris végétaux, tenir compte du précédent. (G.D.M.D.S., 2012)
- Effectuer un triage sévère en cas de risque avéré.
- Utiliser un traitement de semences efficace contre les 2 types de fusarioses comme Redigo. (G.D.M.D.S, septembre,2012)

➤ La protection efficaces des semences vise à

- Empêcher le développement des maladies.
- Assurer une bonne implantation de la culture.
- Limiter les attaques des pathogènes du sol.
- Garantir la qualité de produit récolté. (HARKATI, 2009).



Figure 12 : les semences de l'orge après le traitement. (Harkati, 2009)

Chapitre II :

Importance et utilisation de l'orge

1. Situation de l'orge dans le monde

L'orge est une céréale dont la culture est une des plus anciennes au monde (**BARAKAT-NUQ, 1999**). L'orge est considérée comme étant la quatrième céréale au niveau mondiale après le blé, le maïs et le riz (**LEON, 2010**), se situant au quatrième rang des céréales pour la production de grain (**KHALDOUN, 1989**). L'orge est un grain céréalier hautement adaptable et se classe au cinquième rang parmi toutes les cultures pour la production de matière sèche dans le monde. En outre, il est une source importante de nourriture dans de nombreuses parties du monde (**GUPTA et al., 2010**). L'orge est la céréale dont l'aire de culture est la plus étendue dans le monde. Cette espèce, très rustique, est ainsi cultivée dans plus de 90 pays allant du Canada et de la Suède jusqu'aux tropiques. Quelques génotypes, spécifiques d'oasis ou de zones marginales, ont sans doute disparu. Cependant des prospections ont permis de collecter l'essentiel de la diversité naturelle de l'orge et de l'espèce sauvage *H.vulgare ssp.spontaneum*, diversité qui est maintenant conservée dans des collections (**DORE et al., 2006**).

Tableau 02 : Projection de la production et de l'utilisation mondiales de l'orge. (**IGC ; 2013**).

Caractéristiques	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017	2017/2018	2018/2019
rendements (tha-1)	2.5	2.8	2.6	2.7	2.7	2.7	2.8
Superficies 106 ha	51	51	53	54	54	54	55
Production (106 t)	129	143	140	143	146	148	151
Consommation(106t)	133	193	140	143	146	148	151
Humaine	7	7	7	7	7	7	7
Animale	87	92	92	94	96	98	100
Industrie	29	30	30	31	32	32	33
Stocks (106 t)	23	27	27	28	28	28	28

2. Situation de l'orge en Algérie

Selon **HAKIMI, (1993)**, au début du XIXe siècle, l'orge venait en tête des cultures par son importance ; elle était destinée à l'autoconsommation humaine et servait de complément fourrager aux troupeaux entretenus pendant la plus grande partie de l'année dans les régions steppiques. **HANIFI (1999)**, souligne que l'orge est la troisième céréale en Algérie du point de vue superficie et production.

Les variétés

Le groupe d'ITGC, sélectionnées quelques variétés d'orge ;les plus cultivées en Algérie. Le choix de la variété à été fait selon ses caractéristiques agronomiques et la zone de culture.

Tableau 03: Les principales variétés d'orge cultivées en Algérie (ITGC, 2013).

Variétés	Caractéristiques
Jaidor (Dahbia)	Variété à paille court, précoce, fort tallage, bonne productivité, tolérante aux maladies et à la verse, sensible au gel et a l'égrenage
Rihane 03	Variété à paille courte, précoce, fort tallage, bonne productivité, à double exploitation.
ACSAD 68 (Remada)	Précoce, à fort tallage et bonne productivité. Elle est tolérante aux rouilles et à la verse, adaptée aux zones des plaines intérieures
Barberousse (Hamra)	Variété à paille moyenne, précoce, tallage moyen, bonne productivité, tolérante à la verse, à la sécheresse et au froid
ACSAD 60 (Bahria)	Variété à paille courte et creuse, précoce, fort tallage, bonne productivité, résistante à la verse.
Saida 183	Variété locale, semi-tardive, à paille moyenne et creuse, tallage moyen, bonne productivité, sensible aux maladies.
Tichedrett	Variété locale, à paille moyenne, précoce, tallage moyen, bonne productivité et rustique.
El Fouara	Variété à paille courte ou moyenne, fort tallage, bonne productivité, tolérante au froid, à la sécheresse et à la verse. Elle est adaptée aux Hauts-Plateaux.

Les aires de production

La culture de l'orge est pratiquée en Algérie, essentiellement sur les Hautsplateaux. Cette espèce est cultivée dans les zones où les rendements du blé sont faibles (zones marginales à sols assez pauvres) (MONNEVEUX et BENSALEM, 1993). Selon BOULAL et al.,(2007) , les principales zones de production sont :

- ❖ **la zone semi-aride des plaines telliennes où la pluviométrie** est comprise entre 350 et 500mm avec une distribution des précipitations irrégulière (Constantine, Bouira, Tlemcen, Mila, Souk Ahras, Ain Defla, Chlef, Ain Témouchent, Sidi-Bel-Abbès).
- ❖ **la zone sub-aride des Hauts plateaux** caractérisée par une faible pluviométrie (200-350mm), à prédominance agro-pastorale à des altitudes supérieures à 1000m (Tissemsilt, Tiaret, Sétif, Saida, Bourdj Bou Arreridj).
- ❖ **la zone humide et subhumide** des régions littorales et sub-littorales Centre- Est du pays (Tipaza, Skikda, Guelma, Bejaïa, Annaba).

3. Situation de l'orge dans la Wilaya de Mila

La wilaya de Mila s'étend sur une superficie totale de 348840 hectares. Elle offre de grandes potentialités agricoles avec une superficie agricole totale de 316 775 hectares dont 238 557 hectares sont des terres utiles (DSA, 2018). La céréaliculture occupe une place très prépondérante parmi les autres activités agricoles avec une superficie emblavée de 109 950 hectares (DSA, 2018), ce qui donne à la wilaya une vocation céréalière. La culture des céréales se trouve localisée au niveau de la zone sud car Mila se caractérise par deux types de climat. Un climat humide au nord et semi-aride au sud.

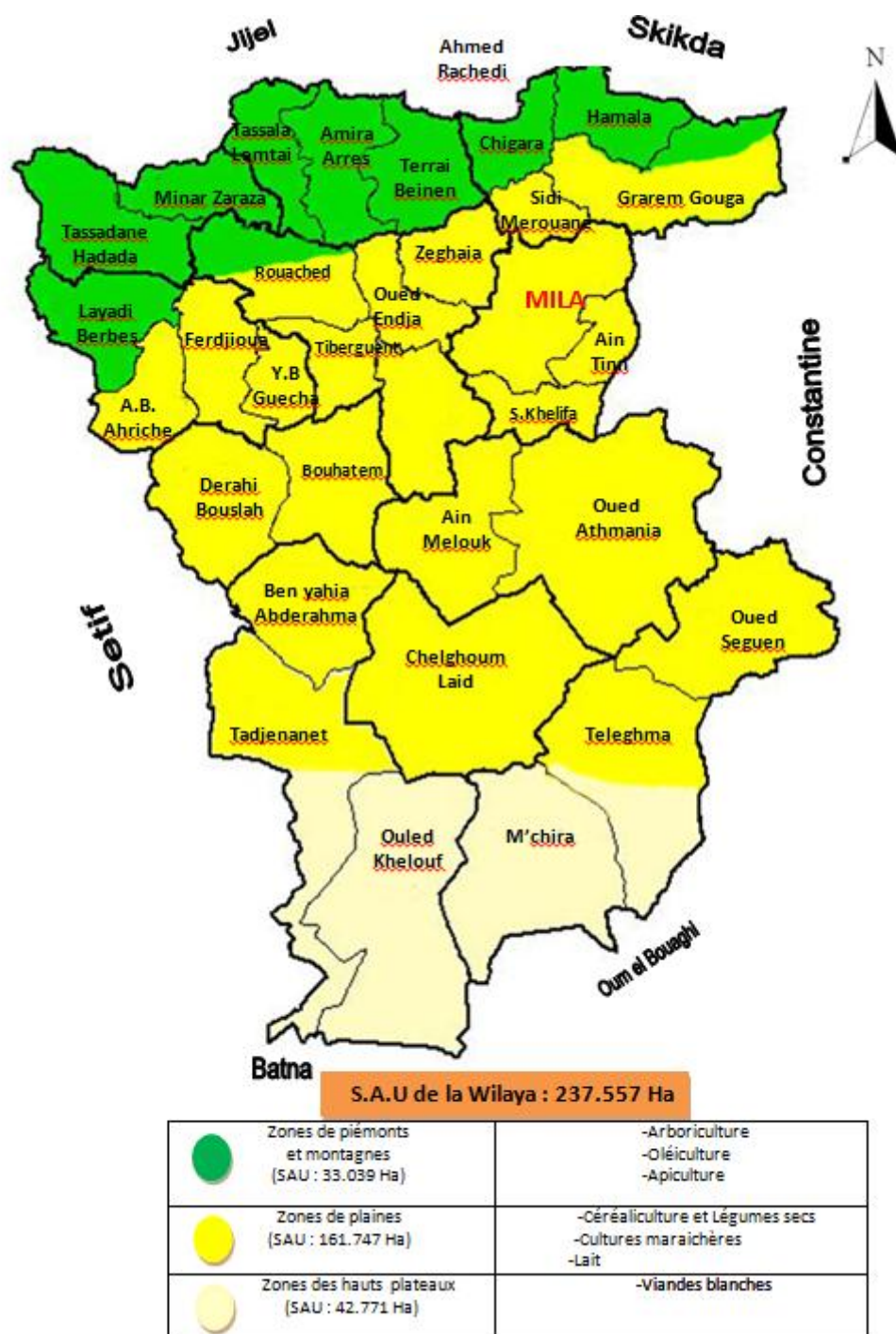


Figure 13 : Cartes des potentialités agricoles de la Wilaya de Mila

4. Utilisation de l'orge

En Algérie, la culture d'orge était très importante car l'orge était destinée à l'autoconsommation humaine et servait de complément fourrager pour les troupeaux dans les régions steppiques (**HAKIMI, 1993**). Actuellement, l'orge est utilisée dans l'alimentation humaine selon les régions sous formes de galette, de couscous et de soupe (**RAHAL-**

BOUZIANE et ABDELGEURFI, 2007). C'est une espèce fourragère importante par sa production en vert, en foin (en association avec d'autres espèces), en ensilage et par son grain et sa paille (**BELAID, 1986**). Dans toutes les régions, du nord au sud, elle reste l'une des plus importantes sinon la plus importante ressource fourragère (**BOULAL et al., 2007**).

4.1. Alimentation humains

L'orge peut être également consommée par les nourrissons puisqu'elle a de nombreuses vertus en contenant du phosphore, du calcium, du fer, du potassium, du magnésium, des glucides complexes, des minéraux et de nombreuses vitamines (B1, B2, PP) et de la provitamine A . Elle est utilisée aussi pour la fabrication du sirop d'orgeat, du whisky et de la bière, (**DJEZAR et al., 2014**).

4.2. L'alimentation animale

L'orge est une céréale adaptée à l'alimentation des chevaux puisqu'elle contient plus de phosphocalcique, de protéines et moins de cellulose et est plus énergétique. Elle est de plus en plus consommée dans l'alimentation des porcins, de volailles, bovines et ovines à cause de sa meilleure rentabilité économique. De plus, cette céréale est particulièrement conseillée pour le transit intestinal et pour une bonne digestion des animaux. Mais avant d'être utilisée, elle devra tout de même être aplatie, concassée, trempée ou cuite, (**DJEZAR et al., 2014**).

4.3. En médecine

Dans les rapports historiques et archéologiques, l'orge est référée comme une source de santé, de force, et d'énergie pour les athlètes et les ouvriers manuels. Les bénéfices sur la santé et les aspects médicaux des aliments à base d'orge font référence à la littérature arabe, chinoise, égyptienne, éthiopienne et grec que ancienne, et ont été signalés par des civilisations plus récentes, de l'Asie jusqu'en Europe (**NEWMAN RK et al ., 2008**). L'orge constitue une excellente source de fibres solubles de β -glucanes, ce qui permet de réduire le cholestérol, un facteur de risque pour les maladies cardiaques. L'orge est également une importante source de protéines, de fibres insolubles, de vitamines et minéraux.

Chapitre III :

Interaction génotype X environnement

1. Notion d'environnement

L'environnement peut être défini comme un ensemble de conditions biophysiques influençant la croissance et le développement du matériel biologique, et de ce fait l'expression de certains caractères (**ARCHIE et al.,2008**) Les facteurs environnementaux (les facteurs non génétiques) tels que le lieu, la saison de croissance, l'année, les précipitations, la quantité de précipitation reçue pendant chaque saison, etc. peuvent avoir des effets positifs ou négatifs sur le génotype (**BONDARI ,2003**).

BONDARI(1996) in BONDARI (2003) rapporte les variations environnementales en deux types : (1) micro environnementales qui ne peuvent être identifiées facilement ou prévues (exemple : les variations de précipitation d'une année à une autre, les conditions de sécheresse, la dimension des dommages par les insectes) et les variances macro environnementales qui peuvent être identifiées et prévues (exemple : le type du sol, les pratiques culturales, le contrôle de la température).

2. Notion de génotype

L'ensemble des allèles d'un individu constitue un génotype (**ELROD et STANFIELD,2003**) ;**MCGRAW/HILL (2001)** Ces allèles sont héréditaires transmis des parents à leurs descendants.. Le génotype stable au cours de la vie, contrôle le phénotype. Celui-ci est soumis aux influences du milieu dans lequel vit l'organisme (**GENEVES,1983**).

3. Notion de phénotype

Le phénotype est une caractéristique mesurable ou distinctive d'un organisme. Le phénotype est l'expression visible du génotype dans un environnement donné (**BAZETTOUX et al .,2001**) (**ELROD et STANFIELD,2003**) .Les caractères héréditaires qui décrivent le phénotype d'un organisme sont l'expression d'une information génétique (**BAZETTOUX et al .,2001**)

4. Notion d'interaction génotype x milieu

L'association entre l'environnement et l'expression phénotypique du génotype constitue l'interaction génotype x environnement. L'interaction génotype x environnement détermine si le génotype est largement adapté pour une gamme entière de conditions environnementales ou des génotypes séparés doivent être choisis pour différents subenvironnements. Lorsque l'interaction génotype x environnement a lieu, les facteurs du milieu (température, précipitation, etc), en plus de la constitution génétique d'un individu (génotype), influencent l'expression phénotypique d'un caractère. Les plans de multiplication peuvent se concentrer sur l'interaction génotype x environnement pour choisir le meilleur génotype dans un ensemble d'environnements (**BONDARI ,2003**).

L'existence de l'interaction génotype environnement peut signifier que le génotype qui est le meilleur dans un certain milieu n'est plus le meilleur s'il est placé dans un autre milieu. Mais il n'est pas aussi évident que de petites différences entre les conditions de milieu nécessitent aussi des adaptations locales. **(FALOCNER, 1974)** . En absence d'interaction génotype x environnement, le meilleur génotype dans un environnement peut être considéré comme meilleur génotype en général, tandis que la présence de l'interaction génotype x environnement confirme que les génotypes particuliers étant meilleurs dans des environnements particuliers **(BONDARI ,2003)**.

5. Importance de l'interaction génotype x milieu

L'interaction génotype x environnement est un phénomène commun dans la recherche agricole. Les différences entre les valeurs génotypiques peuvent augmenter ou diminuer d'un environnement à l'autre (**BONDARI ,2003**).. Une compréhension des causes de l'interaction génotype x environnement GE peut aider à identifier les caractères qui contribuent à la performance d'un meilleur cultivar et les environnements qui facilitent l'évaluation des cultivars **(YAN et HUNT,2001)**.

Les interactions produites entre le génotype et l'environnement (G x E), dues à différentes réactions des variétés spécifiques à un environnement donné, certaines restent plus tolérantes que d'autres aux conditions extrêmes de croissance et de récolte (**WRIGLEY ,2007**).

Dans les régions à contraintes environnementales fortes et erratiques, la productivité ne peut être retenue, ni comme objectif de sélection (des niveaux de rendement proches du rendement potentiel ayant de très faibles probabilités d'être atteints), ni, *a fortiori*, comme critère de sélection. La définition des objectifs passe en effet dans ces zones par une analyse de la variabilité des rendements intégrant l'analyse de la variabilité environnementale (spatiale et interannuelle), en d'autres termes par une analyse des interactions génotype x milieu ; dans le cas contraire, le risque est grand pour le sélectionneur de tomber dans ce piège que Reitz appelait la *one-year miracle variety* **(REITZ,1974)**

Le concept de corrélation génétique peut être appliqué à des problèmes ayant trait aux interactions du génotype avec le milieu. La signification de l'interaction entre génotype et environnement est une source de variation des valeurs phénotypiques qui dans beaucoup d'analyses est inséparable de la variance d'environnement .**(FALOCNER, 1974)**.

Le terme interaction génotype x environnement se rapporte généralement à la variation du rendement qui ne peut pas être expliqué par l'effet principal du génotype et l'effet principal de l'environnement E **(YAN et HUNT,2001)**.

La qualité des grains au moulin et le résultat de l'interaction du génotype avec l'environnement (G x E), impliquant tous les facteurs environnementaux de l'ensemencement à la livraison au moulin. L'interaction G x E est différente potentiellement pour chaque aspect de la qualité du grain(WRIGLEY ,2007).

6. La sélection multilocale

Dans la sélection multilocale, en présence d'interaction génotype x milieu, la meilleure stratégie est d'étudier le matériel (familles, descendances) dans le plus grand nombre de milieu avec une seule répétition par milieu. Cela conduit donc à une héritabilité faible pour un milieu donné mais à une plus grande précision sur la valeur génotypique du matériel. L'introduction des marqueurs va permettre d'augmenter l'héritabilité dans chaque milieu de test et ainsi il sera possible de voir les adaptations particulières et de repérer les QTLs d'adaptation : il devient possible de sélectionner simultanément et efficacement sur la performance moyenne et sur la stabilité des performances (GALLAIS,1994). L'amélioration des performances dans un milieu différent de celui dans lequel la sélection a été faite peut se prévoir en connaissant l'héritabilité de ces performances dans chacun des milieux et la corrélation génétique qui existe entre ces performances. (FALOCNER, 1974).

Le sélectionneur ne peut donc améliorer un caractère que dans la mesure où la variation phénotypique totale de ce caractère dépend de l'effet additif des gènes, c'est-à-dire à l'exclusion de cette partie de la variation qui dépend de l'environnement, des interactions interalléliques et des interactions épistatiques. Il est donc important de connaître la part de la variance phénotypique totale, due à l'effet additif des gènes. Si V_P est la variance phénotypique totale :

$$V_P = V_A + V_D + V_I + V_E$$

Où V_A est la variance due à l'effet additif des gènes.

V_D la variance due à la dominance

V_I la variance due à l'interaction épistatique entre loci et V_E la variance due à l'environnement (LINTS,1991).

Les qualifications sont, la première, est que les valeurs génotypiques et les déviations environnementales peuvent être corrélées, dans ce cas V_P augmente deux fois la covariance de G avec E ; et, en second lieu, il peut y avoir une interaction entre les génotypes et les environnements, dans ce cas il y aura un composant additionnel de la variance attribuable à l'interaction (FALCONER et al.,1946).

Exprimant la valeur phénotypique (P) en fonction du génotype (G) et de l'environnement E, l'équation, $P = G + E$ indique la situation où les facteurs influencent chaque génotype d'une manière égale. Cependant, quand l'environnement influence quelques génotypes davantage que d'autres, le rapport phénotypique change en $P = G + E + IGE$ et l'expression inclut la limite de $G \times E$. Statistiquement, l'interaction $G \times E$ a lieu si la performance des génotypes varie significativement à travers les environnements (**BONDARI, 2003**). La présence de l'interaction $G \times E$ indique que l'expression phénotypique d'un génotype pourrait être supérieure à un autre génotype dans un environnement mais inférieure dans un autre environnement (**FALCONER et al., 1996**)

7. Les QTLs et l'environnement

Les facteurs génétiques peuvent être individuellement localisés et quantifiés et sont nommés QTL « Quantitatif Trait Loci ». QTL est locus polymorphe ayant une influence sur la valeur quantitative du caractère étudié (**HARRY, 2001**). La génétique quantitative vise à quantifier certains effets, comme ceux du milieu, du génotype, de l'additivité, etc..., sur l'expression ou la transmission d'un caractère dont, par principe, le déterminisme génétique est inconnu (**NOIROT, 1992**).

Dans la mesure où il semble exister des QTLs spécifiques d'adaptation à certains milieux (ce qui était prévisible), pour construire la variété la plus stable possible, il faudra accumuler dans un même génotype le maximum de QTLs d'adaptation. Les marqueurs devraient permettre de construire, plus rapidement et avec plus de sécurité, de tels génotypes (**GALLAIS, 1994**).

Si un marqueur est lié par déséquilibre de liaison, quelle que soit l'origine, à un locus affectant un caractère quantitatif (QTL), alors connaissant le génotype marqueur, il devient possible d'estimer avec beaucoup de précision la part de la variabilité génétique du caractère quantitatif due au QTL marqué à la génération considérée. En effet, dans un milieu donné, la part des variations aléatoires dues au micro-milieu sera très fortement réduite par le fait que la valeur d'un génotype marqueur sera calculé sur la moyenne d'un grand nombre d'individus (les individus d'un même génotype marqueur sont en fait des répétition du QTL) (**GALLAIS, 1994**).

Partie 02 : Partie Expérimentale

Matériel et méthodes

1. Etude expérimentale

Objectif

Dans le souci d'améliorer le rendement de l'orge, le présent travail a pour objectif de montrer l'effet de l'interaction « Génotype x Environnement » sur les paramètres agronomiques de 20 hybrides d'orge. L'intérêt est de sélectionner les génotypes les plus performants, en d'autres termes, cibler les potentiels génétiques qui expriment au mieux leurs qualités agronomiques en s'adaptant à des milieux différents. Les questions posées sont essentiellement les suivantes :

- 1) Existe-t-il un effet du génotype sur les caractères étudiés autrement dit, y a-t-il une liaison entre le facteur génotype et l'ensemble des caractères?
- 2) Existe-t-il un effet milieu sur les différents caractères ?
- 3) L'interaction « génotype x milieu » est-elle significative ?

2. Localisation du milieu expérimental

Milieu 1 : Ferme pilote Amira Ahmed (Radjas)

La ferme pilote Amira Ahmed se trouve à **Mechtat SERAGHNA**, commune d'Oued Endja qui se situe au centre-Nord de la wilaya de Mila. Elle est limitrophe à la ferme Mazouzi. Ses coordonnées lambert sont compris entre 810 et 815 en longitude et entre 315 et 355 en latitude sur la carte d'état-major n72. Le choix du terrain a été selon l'accessibilité et la sécurité.



Figure 14 : Vue satellitaire de la ferme pilote Amira Ahmed (Google earth, 2019)

Milieu 2 : Ferme pilote Bahri Mebarak (Oued Seguen)

La ferme pilote **BAHRI MEBARAK** se situe au nord d'**Oued Seguen**. Ses coordonnées Lambert sont comprises entre 634 et 727 en longitude et entre 331 et 325 en latitude. La commune d'**Oued Seguen** se trouve au sud-est de la wilaya de Mila à 55 km de Mila et 25 km de Constantine avec les coordonnées géographiques suivantes 36° 10' 16" Nord et 6° 25' 12" Est.

3. Conditions climatiques

Ferme pilote Amira Ahmed (Radjas)

Oued Endja, est une région humide, caractérisée par un climat relativement doux mais avec un été chaud. Au cours de ces dernières années, la moyenne pluviométrique variant entre **300 mm** et **860 mm** avec des températures élevées et des vents chauds caractérisant la fin de cycle provoquant parfois des déficits hydriques qui touchent surtout la phase de remplissage du grain.

A. La précipitation

Les précipitations caractérisant la ferme pilote Amira Ahmed durant la campagne agricole 2018/2019 ainsi que le cumul pluviométrique d'une décennie sont représentés dans le tableau 04.

Tableau 04 : La pluviométrie enregistrée à Oued Endja durant la campagne (2018 /2019) et les campagnes (2009/2010)

Mois	Campagne 2018/2019	Moyenne 2009/2019	Ecart Pluviométrique
Septembre	31.60	29.03	+2.57
Octobre	45.70	42.56	+3.14
Novembre	75.10	51.83	+23.27
Décembre	64.80	66.43	-1.63
Janvier	50.40	73.08	-22.68
Février	154.50	83.25	+71.25
Mars	160.00	154.7	+5.3
Avril	120.00	45.30	+74.7
Mai	60.20	73.98	-13.78
Juin	20.00	38.73	-18.73
Pluviométrie cumulée en (mm)	782.3	658.89	+123.41

Source : Station météorologique Ain Tin (2018-2019)

Le total pluviométrique enregistré durant cette campagne agricole qui s'étale de Septembre au mois de Juin 2019 est de **782.3 mm** ce qui révèle des quantités en eau très satisfaisantes pour que la plante puisse effectuer tout son cycle de développement dans de bonnes conditions en effet, nous avons enregistré un cumul pluviométrique positif dépassant les **123 mm**. De plus, la campagne agricole a été caractérisée par une répartition régulière des pluies dont les mois les plus pluvieux sont Mars, février et avril soient respectivement (**160 mm; 154.5 mm et 120 mm**).

Tableau 05: Répartition saisonnière de la pluviométrie à Oued Endja durant la campagne agricole (2018/2019)

Campagne	Automne		Hiver		Printemps	
	Cumul pluviométrique en mm	Ecart pluviométrique en mm	Cumul pluviométrique en mm	Ecart pluviométrique en mm	Cumul pluviométrique en mm	Ecart pluviométrique en mm
2018/2019	152.4	+28.98	296.7	+73.94	340.2	+101.47

Source : Station météorologique Ain Tin (2018-2019)

Au cours de cette campagne nous n'avons pas enregistré de déficit hydrique, en effet, un cumul pluviométrique positif a caractérisé toutes les saisons ce qui a favorisé le bon déroulement du cycle végétatif de l'orge et par conséquent, la réalisation de bon rendement en grain. Les besoins en eau nécessaires pour un bon rendement de l'orge sont de l'ordre de **450 à 500 mm** (variant selon le climat et la durée du cycle végétatif du génotype), cependant, le total pluviométrique enregistré au cours de cette campagne dépasse largement ces besoins en eau ce qui montre une bonne répercutions sur le remplissage du grain de l'orge.

B. Températures

Les températures enregistrées au cours de la campagne agricole 2018/2019 à Oued Endja selon la station météorologique d'Ain Tin sont comprises dans le tableau 06.

Tableau 06: Les températures enregistrées à Oued Endja durant les campagnes 2009/20019-2018/2019

Mois Campagne	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	fév	Mar	Avr	Mai	Jui
Campagne 2018/2019	23.1	16.8	13.3	10.2	6.8	8.1	10.6	13.4	15.9	29.10
Moyenne 2009/2019	22.17	18.6	12.61	10.52	8.25	9.16	11.74	14.31	16.84	49.44
Ecart entre température	0.93	-1.8	0.69	-0.32	-1.45	-1.06	-1.14	-0.91	-0.94	241.56

Source : Station météorologique Ain Tin (2018-2019)

Les températures enregistrées à Mila durant la campagne agricole 2018-2019 sont généralement modérées et favorables pour la culture de l'orge, très élevées en automne pour devenir moyennement basses à très basses en hiver après elles augmentent au printemps. En comparant les températures de cette campagne par rapport à la moyenne d'une décennie, (2009/2019), on constate une baisse des températures moyennes enregistrées durant campagne agricole 2018/2019.

La courbe ci-après regroupe les précipitations moyennes et les températures moyennes mensuelles enregistrées durant la campagne 2018/2019.

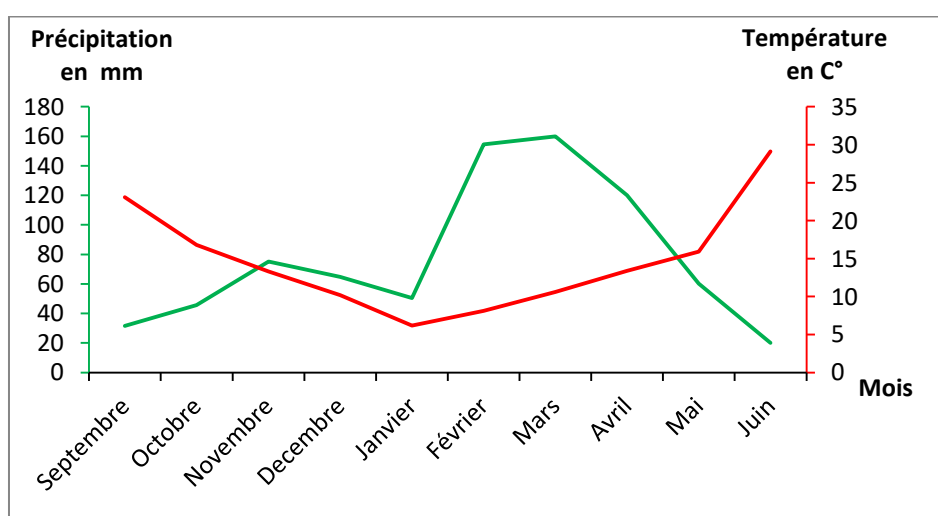


Figure 15: Courbe ombrothermique de la campagne agricole 2018/2019.

D'après la courbe ombrothermique la période humide s'étale de la mi-novembre jusqu'à la mi-mai ce qui signifie que la culture réalise son cycle de développement dans de bonnes conditions sans l'enregistrement de déficit hydrique.

Ferme pilote Bahri Mebarak (Oued Seguen)

La ferme est située au niveau de l'étage bioclimatique semi-aride caractérisé par un climat relativement sec avec une faible pluviométrie variant entre 200 et 300 mm, et de fortes chaleurs de fin de cycle provoquant, la plupart de temps, des déficits hydriques qui touchent surtout la phase de remplissage du grain. Par manque de données climatiques caractérisant la ferme pilote d'Oued Seguen durant la campagne agricole (2018/2019), au niveau de la station météorologique d'Ain Tin, nous n'avons pas pu représenter les précipitations et les températures moyennes marquant le site expérimental. Cependant, nous avons constaté une abondance de pluie et avec de bonne répartition saisonnière ce qui a peu influencé la productivité des orges cultivées. De même pour les températures moyennes qui étaient favorables pour un bon développement des hybrides et de leurs géniteurs

4. L'analyse du sol

Ferme pilote Amira Ahmed (Radjas)

A. L'analyse physique du sol

Le sol de la station expérimentale est caractérisé par une texture lumino-argileuse. Donc l'analyse physique consiste principalement à la détermination de la granulométrie du sol. La granulométrie est résumée dans le tableau 06, chaque profondeur exprime le type de sol qui nous a donné le classement textuel pour une bonne rétention d'eau dans la période de déficit hydrique.

Tableau 07: La représentation de la granulométrie du sol de Seraghna (juin, 1996).

	Profondeur		
Granulométrie %	0-12cm	12-53 cm	53 cm
Argile	33 ,5	35,1	37 ,2
Limon	28, 35	26	25,9
Sable	5 ,04	4 ,7	3 ,07

Source: la ferme pilote 2019.

B. L'analyse chimique du sol

L'analyse chimique consiste à mesurer certains paramètres permet de se renseigner sur l'état chimique du sol.

L'analyse montre que le PH du sol est basique de teneur 7.9 (tableau 08) ce qui explique par la présence de calcaire d'une teneur moyenne de 16 %.

La couche superficielle du sol est riche en matière organique qui accuse une nette diminution en profondeur, elle passe de 3,69 % à 1,32 % en profondeur.

Tableau 08 : Résultats d'analyse des échantillons du sol du site expérimental.

Profondeur	PH	CE	MO	N	P2O5	CaCO3	K	Na
0-12 cm	7,9	3,42	3,39	0,18	125,2	16	3,69	1,79
12-53 cm	7,6	2,32	1,17	0,14	86,83	12,5	1,32	2,17

Source : la ferme pilote 2019.

Ferme pilote BAHRI MABARAK (Oued Seguen)

Les zones semi-arides d'altitude se caractérisent par des sols peu profonds et peu fertiles suite à l'absence de restitution de la matière organique.

L'étude pédologique a été menée selon les normes françaises et a pour base la prospection, le prélèvement d'échantillons et d'analyse au laboratoire qui a indiqué un type de sol calcimagnésique

A. Analyse chimique du sol

Tableau 09 : Analyse chimique du sol, (Ferme BAHRI ,2019).

Profondeur (cm)	PH 1/2.5	CE DS/m 1.5	MO %	N %	P2O5 Ppm	Meq /100				
						Ca	Mg	Na	K	C
0-25 cm	8.5	0.11	2.24	0.11	105.23	17.06	3.40	0.43	0.41	21.30
25-50 cm	8.6	0.10	1.89	-	-	11.92	4.22	0.66	0.39	16.82
50cm et plus	8.1	0.10	-	-	-	16.27	4.11	0.30	0.40	21.34

Source :Ferme Bahri Mebarak 2018.2019.

5. Protocole expérimental

Matériel végétal

Le matériel végétal étudié au cours de la campagne agricole 2018/2019 est composé de 20 hybrides issus d'un croisement diallèle complet entre cinq variétés locales et introduites de l'orge (*Hordeum vulgare* L.). Ces variétés sont: Saida, Tichedrett, Bahia, Express, et Plaisant qui sont cultivés dans les deux Fermes .

- **Le choix des parents a été basé sur :**

- la diversité géographique.
- La productivité, exprime la capacité maximale de rendement d'une variété.
- La résistance au froid.
- La résistance à la verse.
- La résistance aux maladies.

Nous avons attribué un numéro et une abréviation pour chaque parent comme l'indique le tableau ci-après

Tableau 10 : liste des déférents parents

Numéro et abréviation des parents	Le nom des parents
P1	Saida
P2	Tichdrette
P3	Bahia
P4	Express
P5	Plasion

Les Fiche descriptives de variétés étudiées**Tableau 11:** Fiche descriptives des variétés étudiées

Variétés	Description
Saida 183	Obtenir : ITGC de Saida. Pedigree : sélection dans la population locale. Origine : local (Algérie) Demandeur : ITGC.
Tichedrett	Obtenir : ITGC de Sétif. Pedigree : C95203S F4N°21 1998/99. Origine : station d'amélioration des plantes, en 1931 Demandeur : ITGC. Cycle : Tardive
El-Bahia	Obtenir : ITGC de Sétif. Demandeur : ITGC. Origine : Algérie. Pedigree : Tichedrett /RebelleC5 95203 SF4
Plaisant	Type de l'orge : 6 rangs Origine : Syrie Cycle : Demi-Précoce Sélection/Station : Khroub

ITGC, 2006

Tableau 12 : liste des différents hybrides testés

Les combinaisons hybrides				
H1 Saida*Tichedrett	H 5 Tichedrett*Saida	H9 Bahia *Saida	H 13 Express* Saida	H 17 Plaisant *Saida
H2 Saida *Bahia	H6 Tichedrett* Bahia	H 10 Bahia *Tichedrett	H 14 Express*Tichedrett	H 18 Plaisant* Tichedrett
H3 Saida *Express	H7 Tichedrett *express	H11 Bahia *Express	H 15 Express* Bahia	H 19 Plaisant*Bahia
H4 Saida*plaisant	H8 Tichedrett* Plaisant.	H 12 Bahia *Plaisant	H 16 Express*Plaisant	H 20 Plaisant *Express.

6. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental utilisé pendant la campagne agricole (2018 / 2019) était un plan en blocs aléatoires complet avec 3 répétitions à un facteur étudié (les hybrides). Donc, nous avons au total avec les répétitions aléatoires 60 unités expérimentales. Les traitements sont affectés aléatoirement sur les parcelles élémentaires de chaque bloc .pour les deux fermes (sites).

- Les blocs furent espacés de 1 mètre et les parcelles élémentaires de 1m.
- La superficie de la parcelle élémentaire est de : $1 \times 1 = 1\text{m}^2$.
- Le nombre de ligne par parcelle est de 5.
- Le plan d'essai est représenté dans la figure 16



Figure 16 (a) : Dispositif expérimental adopté au cours de la campagne (2018/2019) au niveau de site 02



Figure 16 (b): Dispositif expérimental adopté au cours de la campagne (2018/2019) au niveau de site 01 .

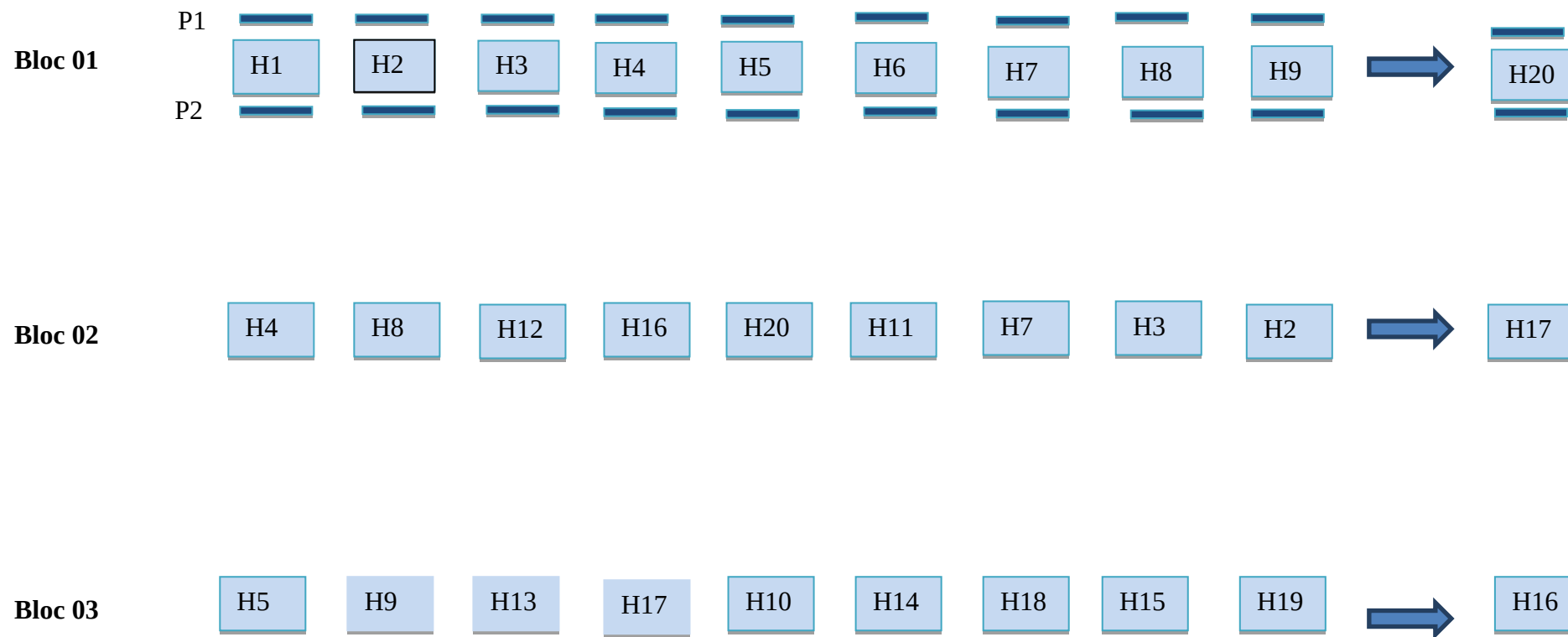


Figure 17: Dispositif expérimental des hybrides étudiés durant la campagne (2018-2019).

7. Opération Culturelles

Conduite des essais

La conduite des essais a été suivie de façon très régulière au niveau de les deux fermes pilotes de Radjas et Oued Seguen , des mesures ont été effectuées pour chaque parent ainsi que pour les hybrides.

Préparation du sol

Dans les deux fermes (sites) ont effectué un labour moyen avec une charrue, dans de bonnes conditions du sol, à une profondeur de 25 cm, suivi d'un passage croisé de Cover-Crop considéré comme reprise de labour. Les façons superficielles ont été effectuées manuellement, on a utilisé un râteau pour éliminer les grosses mottes et pour assurer un certain nivellement du sol. Le but de façons superficielles qui suivent le labour est la préparation d'un lit de semences adéquat en vue de la mise en place de la culture.

Le Semis

A. Ferme pilote Amira Ahmed (Radjas)

Le semis a été effectué manuellement le 19/12/2018 à une profondeur de 3 cm, après la préparation des parcelles et le traçage des lignes à l'aide d'une binette.



Figure 18: Les étapes de semis des blocs expérimentaux.

B. Ferme pilote BAHRI MABARAK

Le semis a été effectué manuellement le 20/12/2018 à une profondeur de 3 cm, après la préparation des parcelles et le traçage des lignes à l'aide d'une binette.



Figure19: Les étapes de semis à Oued Seguen.

Désherbage

Désherbage manuel

A. Ferme pilote Amira Ahmed (Radjas)

On a réalisé un désherbage manuel à l'aide des binettes les mains, pour éliminé les mauvaises herbes et de diminuer l'effet néfaste de ces adventices sur notre culture et pour éviter surtout l'installation des parasites et des maladies d'orge. Le désherbage à été effectué manuellement à plusieurs reprises:

- Le 01/03/2019 au cours de début tallage.
- Le 19/03/2019 au cours tallage.
- Le 11/04/2019 au cours de floraison.



Figure 20: Désherbage manuel effectué au cours de la campagne agricole (2018/2019).

B. Ferme pilote BAHRI MABARAK

Après l'utilisation de l'herbicide on a effectué le désherbage manuel pour éliminer les mauvaises herbes qui sont développées et parmi ces muscicoles existant dans la région semi-aride



Figure 21: le désherbage manuel pour éliminer le brome.

Désherbage mécanique

A. Ferme pilote Amira Ahmed (Radjas)

Nous avons procédé à un désherbage mécanique aux alentours de dispositif à l'aide d'une faucheuse afin d'éliminer les mauvaises herbes qui sont des plantes hôtes pour plusieurs maladies.



Figure 22: Désherbage mécanique réalisé durant la campagne 2018/2019.

Malgré le désherbage effectué, nous avons observé une infestation élevée en plantes adventices. La mauvaise herbe que nous avons surtout identifiée est l'espèce : *Centaurea macrocephala*.



Figure 23: La mauvaise herbe (*Centaurea macrocephala*). (2019).

L'engrais

Engrais de fond

Ont été utilisés avant le semis l'engrais en fond est le **MAP (le phosphate monoammonique)** au date 01/03/2019, il est composé d'un mélange de:

- L'azote **12%** sous forme ammonium.
- L'acide phosphorique assimilable (**P₂O₅**) **61%**.
- Le phosphore soluble(**P**) **27%**.

Il est particulièrement adapté Pour la fertilisation localisée au semis des cultures exigeantes en phosphore en début de saison car il est nécessaire à la croissance racinaire des jeunes plantes et aussi utilisé comme source de phosphore tout au long du cycle de la production dans les deux fermes pilotes.

Engrais de couverture

On a utilisé aussi un autre engrais de couverture **N FORCE 40 (Engrais organo-minéral azoté)** au cours de début tallage le 27/03/2019. Il est utilisé pour satisfaire les besoins nutritionnels des cultures. Cet engrais est composé de:

- L'azote **N 30 %**.
- Trioxyde de soufre (**SO₃**) **10%** soluble.
- Carbone (**C**) **7,5%** d'origine biologique.



Figure 24: L'engrais utilisé au cours de la campagne 2018/2019 (N FORCE 40). (2019)

Maladies cryptogamiques

Au cours de la campagne agricole 2018/2019, on a observé dans les deux fermes pilotes des maladies sur les différents génotypes d'orges testés qui avaient une certaine tolérance vis-à-vis de ces maladies cryptogamiques. En revanche, nous avons observé une attaque sur les feuilles au cours de tallage par l'oïdium surtout chez les lignées parentales et la septorioses chez les hybrides. Nous avons observé aussi une couleur orange à brune sur les feuilles durant la période de la montaison à l'épiaison c'est la rouille brune. Cette maladie provoque une diminution de la photosynthèse, nombre d'épi et de grain.



Figure 25: La rouille brune sur la feuille de l'orge.(2019)



Figure 26: Le symptôme de septoriose sur la feuille de l'orge (2019).



Figure 27: l'oïdium sur les feuilles d'orge (2019).

Ravageurs

Ferme pilote AMIRA Ahmed

– Les pucerons

Nous avons observé l'apparition des pucerons sur le champ de culture en grand nombre au cours de stade tallage et de la montaison-épiaison, ces pucerons provoquent le jaunissement des feuilles et sont de trois couleurs :

- *Rhopalosiphum padi* : vert foncé à noire.
- *Sitobion avenae* : vert foncé et rouge.
- *Schisaphis graminis* : vert clair.



Figure 28: Attaque des pucerons et la coccinelle au champ de culture (2018/2019).

Ferme pilote BAHRI Mabarak

– La chenille

Une chenille est une larve de papillon. Elle a un corps mou, composé d'une tête, d'un thorax et d'un abdomen. Le thorax comporte trois paires de pattes ; l'abdomen compte au maximum cinq paires. Ces dernières sont appelées « fausses pattes ».

Les chenilles se nourrissent de végétaux vivants. En fonction de l'espèce, elles s'attaquent aux feuilles, aux fleurs, au bois et aux fruits.



Figure 29: La chenille qui se nourrit des feuilles d'orge

Traitement contre les maladies et les ravageurs

Ferme pilote AMIRA Ahmed

– Le fongicide

La protection contre les maladies et les ravageurs est indispensable. En ce qui concerne le fongicide, on a utilisé l'**Acanto Plus** le 11/04/2019 qui est un fongicide systémique à large spectre d'action doté d'un haut niveau de protection contre les maladies fongiques (rouille, oïdium, septorioses et l'helminthosporiose) de l'orge, contenant **200 g/L** de **Picoxytrobine** et **80g/L** de **cryproconazole** ces deux matières actives ont un mode d'action différent et assurant une efficacité à la fois préventive et curative.



Figure 30: Le fongicide utilisé (**Acanto Plus**) durant la campagne (2018 /2019).

Ferme BAHRI Mabarak

Pour assurer un bon rendement de l'orge en grain, il est recommandé de désherber tôt, au stade levée et jusqu' à la fin tallage, on peut utiliser un herbicide systémique sélectif avec une dose de 12.5g/ha à 30 /03 /2019 pour la lutte contre les mauvaises herbes dicotylédones post émergence printemps.

Ce pesticide **RAPID 750 DF**. Il est rapidement absorbé par les feuille et les racines des adventices et translocalisé dans toute la plante. Les plantes affectées cessent de croître immédiatement après traitement post émergence et meurent 7 à 21 jours.



Figure 31 : le traitement contre les mauvaises herbes et les ravageurs

– **L'insecticide**

On a utilisé l'insecticide **Decis 25 EC (concentré d'émulsionnable)** à large spectre sur arbres fruitiers, agrumes, olivier, maraîchage et les céréales dont la matière active est le **déltametrine 25 g/L** qui appartient à la famille des **pyréthrinoides**. Il agit par contact et ingestion sur un grand nombre d'insectes nuisibles suceurs et broyeurs.

Récolte

Ferme pilote AMIRA Ahmed

Les épis contenant les grains de la F2 ont été récoltés manuellement les 18/06/2019 et conservés dans de bonnes conditions.



Figure 32: La récolte des Hybrides d'orge à Radjas campagne (2018/2019).

Ferme BAHRI Mabarak

Les épis contenant les grains de la F2 ont été récoltés manuellement les 16/06/2019 et conservés dans de bonnes conditions.



Figure 33: La récolte des variétés d'orge à Oued Seguen campagne (2018/2019). (2019).

8. Méthodes d'études

Suivi de la génération F2

Nous avons étudié 13 paramètres par des mesures et comptages qui sont effectués au champ et au laboratoire par le suivi des hybrides et de leurs géniteurs durant le cycle de développement (levée, montaison, épiaison) nous a permis de repérer la précocité des différents génotypes testés, un stade est noté lorsque 50% du caractère considéré est atteint pour les deux fermes.

Caractères morphologiques

Nombre de talles herbacées par plante

Au stade plein tallage, Nous avons pris 10 plantes (les parents et les hybrides) au hasard au niveau de chaque parcelle élémentaire afin de compter le nombre de talles herbacées par plante puis on a calculé la moyenne. Pour les deux fermes.

Nombre de talles épis par plante

Lors de stade floraison, nous avons pris aléatoirement 10 échantillons (les parents et les hybrides) de chaque parcelle. On a compté directement le nombre de talles épis puis on a calculé la moyenne .pour les deux fermes.

Hauteur des plantes à la floraison

La hauteur des hybrides et des lignées parentales a été mesurée à partir de 10 plantes choisies au hasard. La mesure a été prise de la base de la plante jusqu'à la base de l'épi. Les mesures de la hauteur des tiges sont nécessaires, pour connaître son effet sur l'épiaison et sur la verse mécanique, pour les deux fermes.



Figure 34: La mesure d' hauteur des plantes à la floraison campagne (2018/2019).

Longueur de l'épi

Nous avons mesuré la longueur de 10 épis (parents et hybrides) pris au hasard (sans barbes), pour chaque parcelle élémentaire. Pour les deux fermes



Figure 35: Mesure de la longueur de l'épi campagne (2018/2019).

Longueur de la barbe

La longueur de la barbe est mesurée sur 10 plantes (parents et hybrides), de chaque parcelle et qui sont choisis au hasard. Pour les deux fermes .



Figure 36: Mesure de la longueur de la barbe campagne (2018/2019).

Surface de La feuille étendard

Au stade épiaison, La surface foliaire est estimée à partir d'un échantillon de 10 feuilles de chaque parcelle (parents et hybrides), dont on mesure la longueur (**L**) et la plus grande largeur (**I**) de la feuille étendard. Pour les deux fermes .

La surface foliaire est déduite par la formule : **SF (cm²) = 0.607 (L x I)**.

Où: **0,607** = coefficient de régression de la surface estimée à partir du papier grammage sur celle déduite par le produit (**L x I**).



Figure 37: Mesure de la longueur et de la largeur de la dernière feuille campagne (2018/2019).

Les paramètres mesurés au laboratoire

Le nombre de grain par épi

C'est un élément essentiel du rendement et de la productivité on compte l'ensemble de graines de chaque épi. Pour les deux fermes.

Poids des épis

On a choisi dix épis au hasard de chaque génotype et variété pour qu'ils soient pesés puis on a calculé le poids d'un épi .pour les deux fermes.



Figure 38: Mesure du poids des épis

Le poids de mille grains

Après la récolte et le nettoyage, mille grains sont comptés manuellement de chaque parcelle (parents et hybrides), puis pesés à l'aide d'une Balance électrique .pour les deux fermes.



Figure 39 : mesure du poids de mille grains

Le poids des plantes

On a mesuré le poids de 3 plantes de la même parcelle pour chaque parent et chaque hybride puis on a calculé la moyenne entre ces 3 plantes .pour les deux fermes.



Figure 40: Mesure du poids des plantes

La productivité

Pour les deux fermes .Elle est calculée à partir du nombre d'épis par plante, de nombre de grains par épi et de PMG, elle est déterminé par la formule suivante :

$$\text{Productivité} = \frac{\text{Nombre de graines /épi} \times \text{Nombre d'épi /plant} \times \text{PMG}}{1000}$$

Indice de Récolte

Pour les deux fermes .Elle est calculée à partir du productivité et le poids des plantes .elle est déterminé par la formule suivantes :

$$\text{Indice de Récolte} = \frac{\text{la productivité}}{\text{Le poids de la plante}} \times 100$$

9. Techniques d'analyse statistique

Les données collectées ont été analysées par le logiciel SPSS version 20 . Ce logiciel nous a permis de traiter les données. L'analyse de la variance permet de comparer les moyennes de plusieurs populations supposées normale et de même variance à partir des échantillons aléatoires simples et indépendant les uns des autres, ce test globale préalable et indispensable. Le seuil de signification est de 5% car la signification des différences et exprimée en fonction de probabilité (p). Pour les deux fermes.

- $P > 0.05$: les traitements ne sont pas significativement différents.
- $P \leq 0.05$: les traitements sont significativement différents.
- $P \leq 0.01$: les traitements sont hautement et significativement différents.
- $P \leq 0.001$: les traitements sont très hautement et significativement différents.

Résultats et discussion

1. Etude des parents

Les résultats de l'analyse de la variance de tous les paramètres testés sont représentés dans le tableau 13.

Tableau 13 : Analyse de la variance de tous les paramètres étudiés chez les parents.

Caractères étudiés	Moyennes des carrée		
	Génotypes	Milieux	Interactions
NTH	24.763 ^{ns}	277.613 ^{**}	13.884 ^{***}
HPF	87.845 ^{***}	11873.137 ^{***}	5.282 ^{ns}
SFE	7.087 ^{ns}	44.214 ^{ns}	10.053 ^{***}
NTE	26.983 ^{ns}	396.760 ^{***}	9.231 ^{***}
LOE	10.680 ^{***}	25.337 ^{***}	0.126 ^{ns}
LB	1.541 ^{ns}	6.293 ^{***}	0.256 ^{ns}
PRO	790.774 ^{ns}	36.225 ^{**}	271.48 ^{***}
IR	835.134 ^{ns}	2403.791 ^{ns}	1122.617 ^{***}
PP	851.277 ^{ns}	2455.265 ^{ns}	622.960 ^{***}
PE	509.897 ^{ns}	3315.485 ^{ns}	461.352 ^{***}
NGE	252.219 ^{ns}	622.167 ^{ns}	333.130 ^{***}
PMG	21.200 ^{ns}	45.633 ^{ns}	58.633 ^{***}
PRE	31.867 ^{***}	440.833 ^{***}	1.667 ^{ns}

***Hautement significatif, ns : non significatif

L'analyse de la variance des parents montre des effets très hautement significatifs du facteur interaction GxM pour la plupart des paramètres évalués NTH ;SFE NTE ; PRO ; IR ; PP ; PE NGE et le PMG. Le test F est très hautement significatif pour les effets simples du facteur génotype et du facteur milieu pour les caractères PRE ;HPF et LOE. Par contre, le paramètre LB exprime des différences très hautement significatives pour l'effet simple du facteur milieu.

2. Etude des hybrides

Les résultats de l'analyse de la variance de tous les paramètres testés sont représentés dans le tableau 14.

Tableau 14 : Analyse de la variance de tous les paramètres étudiés chez la génération F1

Caractères étudiés	Moyennes des carrés		
	Géotypes	Milieux	Interactions
NTH	061,989*	265,370**	24,763***
HPF	135,474 ^{ns}	2671,134***	86,730 ^{ns}
SFE	004,262 ^{ns}	11,939 ns	4,672 ^{ns}
NTE	014,503 ^{ns}	49,975**	7,158 ^{ns}
LOE	2,195ns	163,730***	0,035 ^{ns}
LB	002,858***	251,648***	0,268 ^{ns}
PRO	707,758*	16,868 ns	314,710***
IR	594,641 ^{ns}	10227,948***	556,139 ^{ns}
PP	347,347 ns	12099,807***	306,344 ^{ns}
PE	000,94***	20,650***	0,237 ns
NGE	323,696*	551,265 ^{ns}	145,476***
PMG	87,886 ^{ns}	1098,075***	57,426***
PRE	4,279 ^{ns}	2466,133***	5,011*

***Hautement significatif, **significatif ns : non significatif

L'analyse de la variance des hybrides montre des effets très hautement significatifs à significatifs du facteur interaction GxM pour les paramètres NTH ; PRO ; NGE ; PMG et PRE. Le test F est très hautement significatif à significatif pour les effets simples du facteur génotype et du facteur milieu pour les caractères LB et PE par contre, les paramètres HPF ; NTE ; LOE, PP et IR expriment des différences très hautement significatives pour l'effet simple du facteur milieu. Le caractère SFE est le seul paramètre qui a exprimé des différences non significatives pour les effets simples et les effets combinés du facteur génotype et du facteur milieu.

2.1. La précocité à l'épiaison

Les résultats relatifs à la précocité à l'épiaison (Appendice A, tableau25) sont illustrés par la figure 41.

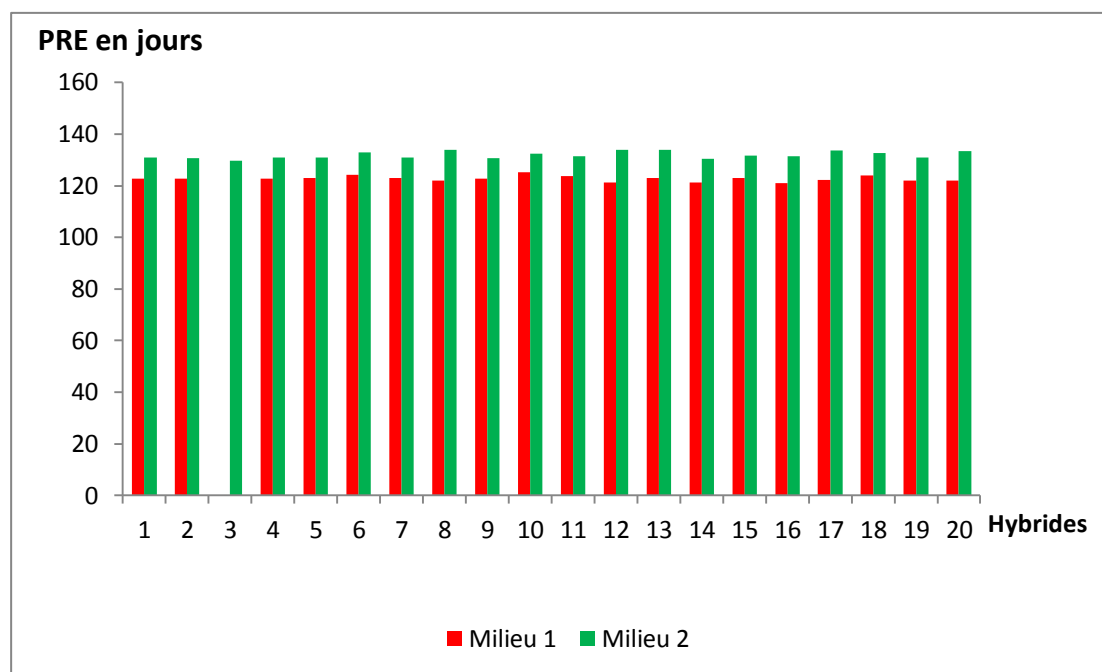


Figure 41: Effet combiné de l'interaction GxM sur la précocité à l'épiaison

L'analyse de la variance du facteur interaction GxM révèle un effet hautement significatif avec la probabilité de (0.013). Le test de la **PPAS de NEWMAN et KEULS** a révélé plusieurs groupes homogènes. Notamment, dans le milieu 1(Radjas), le génotype le plus précoce est l'hybride H16 avec une valeur moyenne de (121.00 jours)suivi par les hybrides H12 et H8 soient respectivement (121.33 jours ; 122.00 jours) , tandis que l'hybride H10 a été le plus tardif avec (125.33jours) . Par contre, dans le milieu2 (Oued Seguen), le génotype le plus précoce est l'hybride H3 avec une moyenne de (129.66 jours) suivi par H14 et H2 avec respectivement les valeurs moyennes (130.33 jours ; 130.66 jours) tandis que le cycle le plus long a été de (134.00 jours) enregistré chez les hybrides H12 ;H13 ;H8 . La précocité au stade épiaison est une composante importante d'esquive des stress de fin de cycle chez les céréales, Selon **Gate, (1993)**, seulement quelques stades dépendent du génotype : le stade épi 1 cm et le stade épiaison. La précocité dépend également des conditions climatiques caractérisant le milieu, Une moindre sensibilité à la photopériode permet à la variété d'épier plus tôt, et donc d'être moins exposée aux stress abiotiques de fin de cycle. (**CECCARELLI et al.,1992**) L'adoption de génotype à cycle relativement court est nécessaire dans les régions arides à semi-arides compte tenu de la distribution temporelle des précipitations (**MEKHLOUF et al.,2006**).

2.2. Nombre de talles herbacées par plante

Les résultats relatifs au nombre de talles herbacées (Appendice A, tableau 26) sont illustrés par la figure 42.

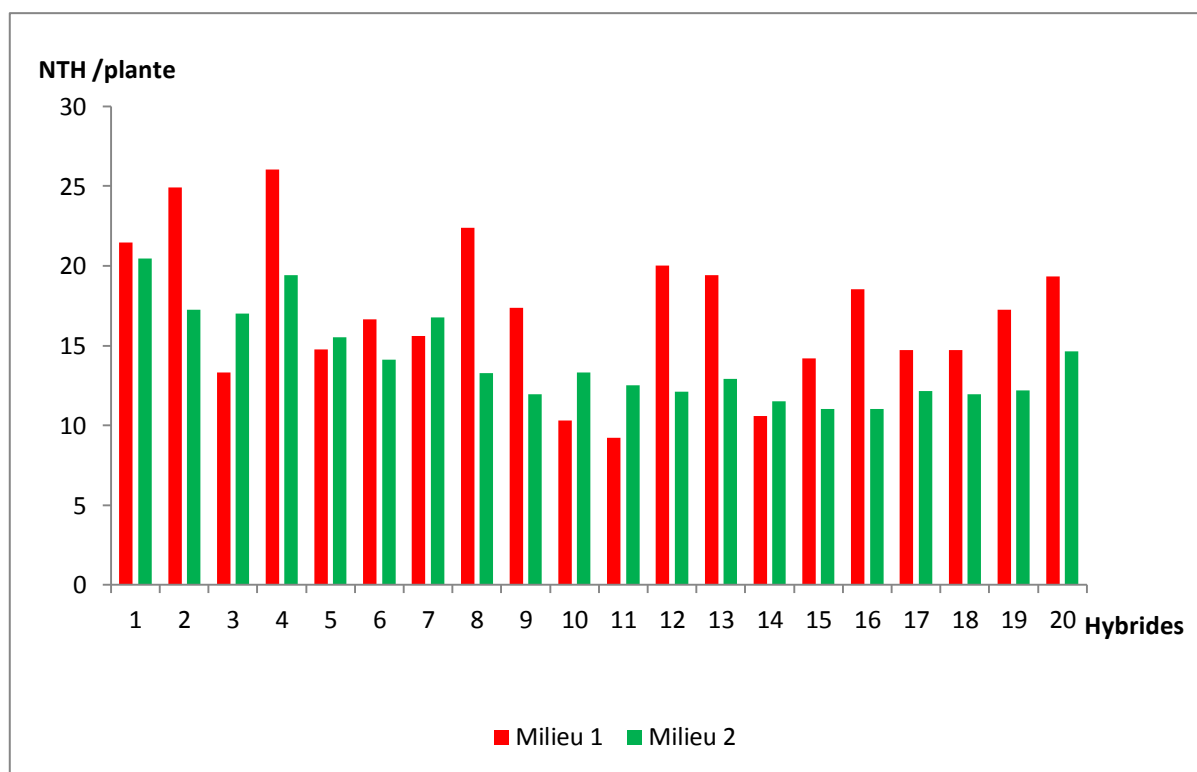


Figure 42 : Effet combiné de l'interaction GxM sur le nombre de telles herbacées par plantes

L'analyse de la variance du paramètre nombre de talles herbacées par plante indique un effet d'interaction GxM très hautement significatif avec la probabilité de (0.000). Le test de la **PPAS de NEWMAN et KEULS** a révélé plusieurs groupes homogènes. Notamment, dans le milieu 1 (Radjas), le meilleur tallage est exprimé par les hybrides H4 ; H2 et H8 avec respectivement les moyennes de (26.03 ; 24.90 ; 22.40 ; talles /plante) , tandis que le plus faible tallage a été de (10.60 ; 10.30 et 9.20 talles /plante) enregistré chez les hybrides H14 ; H10 ; H11. Par contre, dans le milieu 2 (Oued Segeun), le meilleur tallage est exprimé par les hybrides H1 ; H4 et H2 avec respectivement les moyennes de (20.47 ; 19.40 ; 17.26 talles/plante) cependant, le plus faible tallage a été de (11.96 ; 11.49 ; 11.03 ; talles /plante) exprimé par les hybrides H18 ; H14 et H 15. Ces résultats montrent que le nombre de talles est un caractère génotypique influencé par le milieu. Ceci a été soulevé par (**BOULAL et al., 2007**) et (**GRANDCOURT et PARTS.,1971**) . De son côté **GATE, (1995)** affirme que l'azote n'accélère pas la vitesse d'émission des talles, cette dernière dépend essentiellement des facteurs climatiques (températures, durée du jour et le rayonnement).

2.3. Hauteur des plantes à la floraison

Les résultats relatifs à la hauteur des plantes à la floraison (Appendice A, tableau 27) sont illustrés par la figure 43.

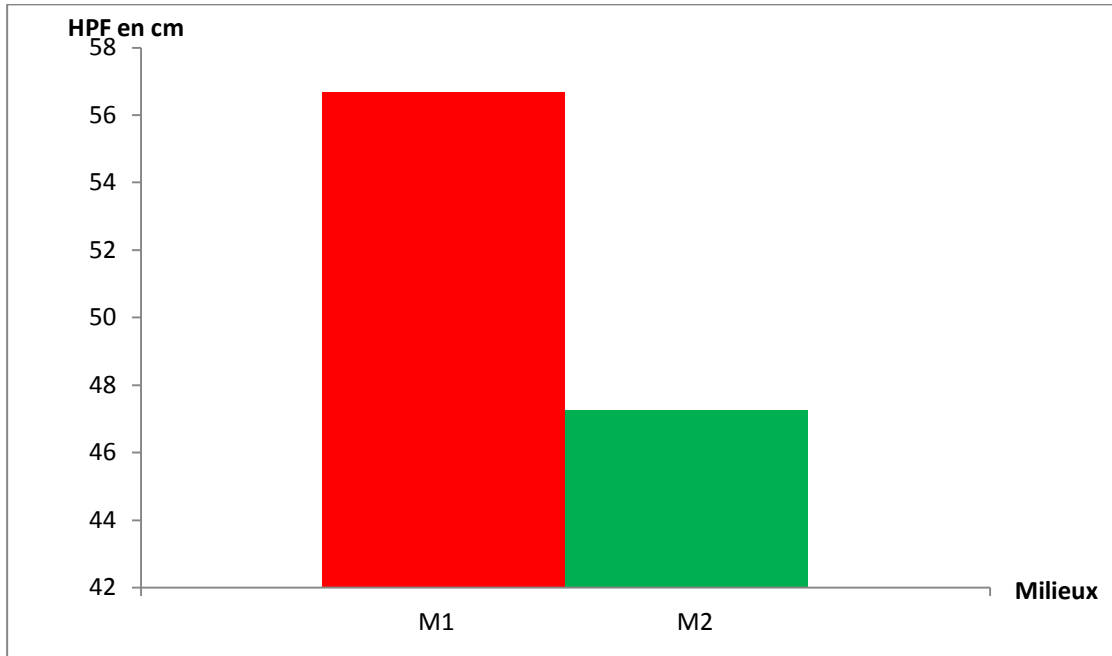


Figure 43 : Effet simple du facteur milieu sur la hauteur des plantes à la floraison

L'analyse de la variance du facteur milieu montre un effet très hautement significatif pour le paramètre hauteur des plants à la floraison, avec une probabilité de (0.000). le test de **NEWMAN et KEULS** permet de classer le milieu 1 (Radjas) comme le meilleur milieu dans lequel les géotypes le meilleur de leur potentiel pour le paramètre hauteur des plantes à la floraison avec une valeur moyenne de (56.70 cm). Par contre, au niveau du milieu 2 (Oued Segeun), les hybrides expriment des hauteurs plus faibles avec une valeur moyenne de (47.26 cm) . Ces résultats montrent que la hauteur des plantes est un caractère influencé par le milieu. La hauteur de la tige est fortement corrélée à la durée de la montaison en jours. Cette liaison est le plus souvent respectée dans les conditions naturelles : une montaison lente se traduit généralement par des tiges hautes (**GATE ,1995**). La longueur réduite de la paille n'est qu'un des facteurs de résistance à la sécheresse (**CLEMENT et PARTS,1971**) . Les variétés à paille courte et grosse sont plus résistantes que les variétés à paille haute et fine (**KARROU, 2000**).

2.4. Nombre de talles épis par plante

Les résultats relatifs au nombre de talles épis par plante (Appendice A, tableau 29) sont illustrés par la figure 44.

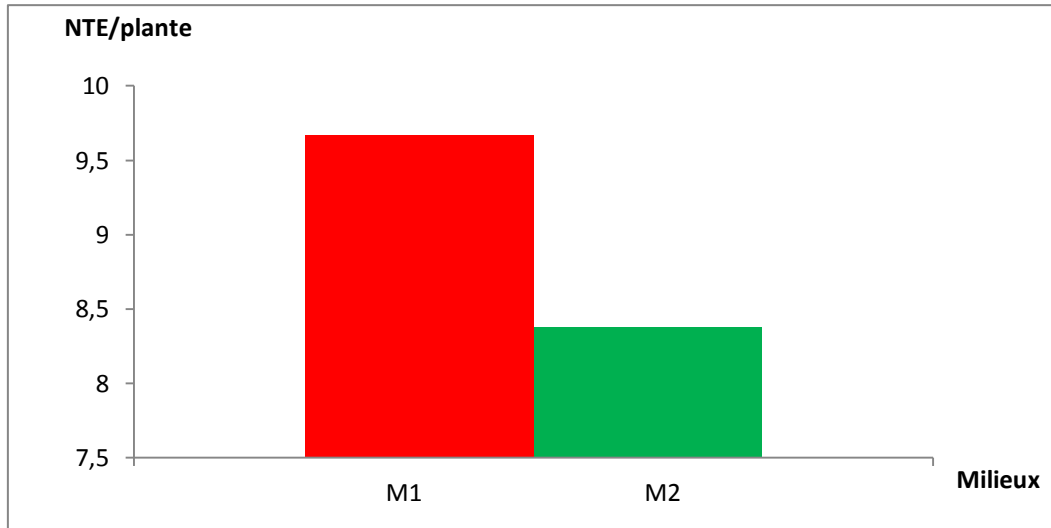


Figure 44 : Effet simple du facteur milieu sur le nombre de talles épis par plante

L'analyse de la variance du facteur milieu montre un effet hautement significatif pour le caractère nombre de talles épis par plante, avec une probabilité de (0.016). D'après le Test de **NEWMAN ET KEULS**, le meilleur tallage épi est obtenu au niveau du milieu 1 (Radjas). La capacité de tallage permet à la plante de s'ajuster à un environnement variable pour assurer un minimum de production (**BENBELKACEM et KELLOU, 2000**). Cependant, ce paramètre est fortement dépendant des conditions du milieu : température, eau, azote, et des techniques culturales (profondeur, dose et date de semis) (**BOULAL et al., 2007**), ainsi que de la durée de la période de tallage (**Grandcourt et PARTS.,1971**). **COUVREUR et ROPBERT, (1993)** à leur tour, soulignent l'importance du type de sol et la région climatique comme éléments déterminants du tallage.

2.5. Longueur de l'épi

Les résultats relatifs à la longueur de l'épi (Appendice A, tableau30) sont illustrés par la figure 45.

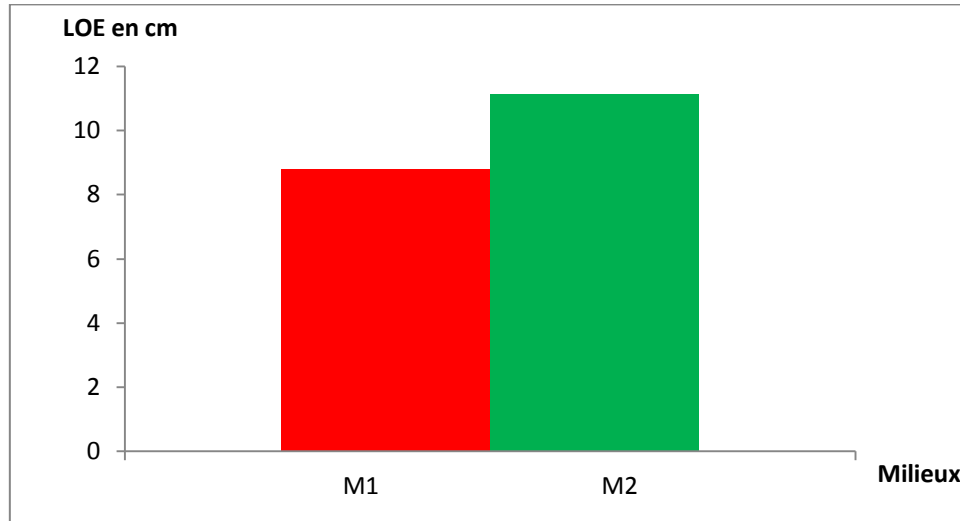


Figure 45 : Effet simple du facteur milieu sur la longueur de l'épi

L'analyse de la variance du facteur simple milieu révèle des différences très hautement significatives pour le paramètre longueur de l'épi. Les valeurs enregistrées pour ce paramètre sont différentes dans les deux milieux. De ce fait, on a remarqué que les hybrides d'Oued Seguen ont donné des épis légèrement longs par rapport aux hybrides de Redjas. Ceci est à l'origine des conditions climatiques de la région d'Oued Seguen. Selon **SAINI et WESTGATE, (2000)** la pluviosité influe sur la longueur de l'épi. L'accumulation des sucres pendant la pré-anthèse contribue à raison de 13 à 70 % au rendement en grain. Sous stress hydrique, le pédoncule de l'épi représente un site de stockage des réserves d'assimilats en vue d'un meilleur remplissage des grains, ces sucres accumulés proviennent de l'hydrolyse des réserves d'amidon des racines. Cependant, La part des assimilats transférés est relativement marginale en bonnes années pour devenir important lors des années défavorables, lorsque le stress hydrique affecte fortement l'appareil photosynthétique (**BAHLOULI et al., 2008**) .

2.6. Longueur de la barbe

Les résultats relatifs à la longueur de la barbe (Appendice A, tableau 31) sont illustrés par les figures 46.

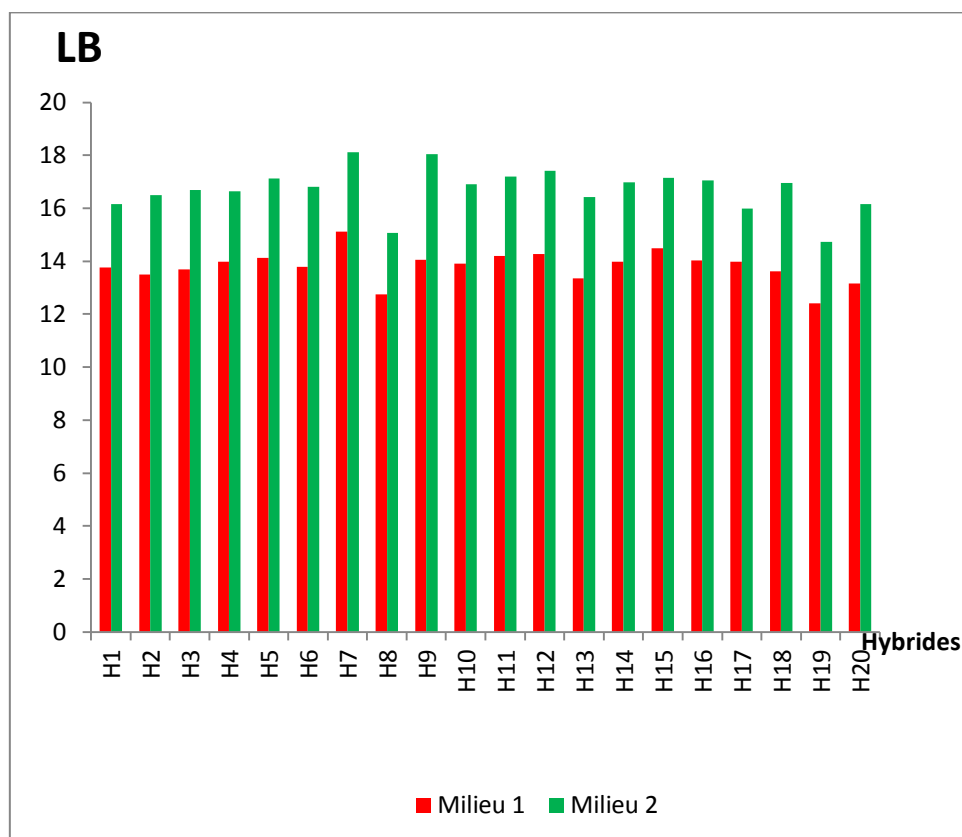


Figure 46 : Effet simple du facteur génotype sur la longueur de la barbe

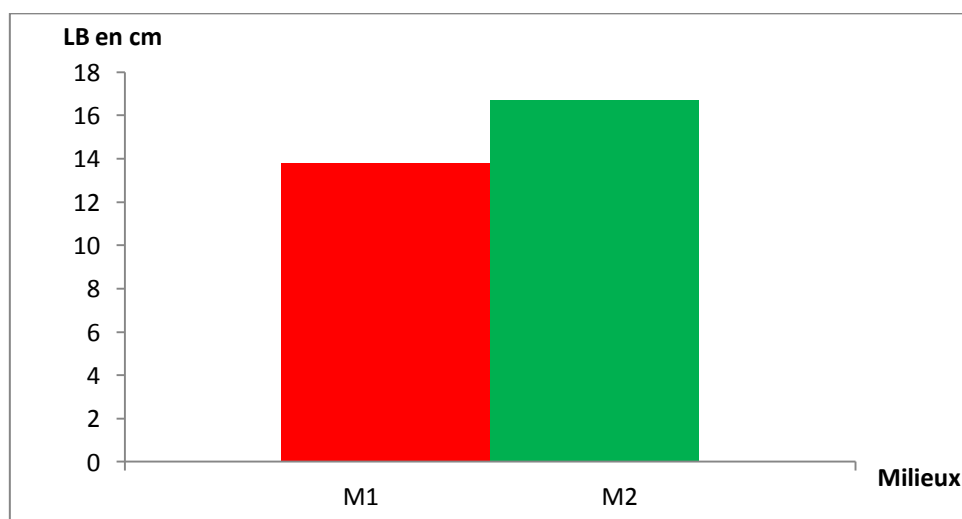


Figure 47 : Effet simple du facteur milieu sur la longueur de la barbe.

L'analyse de la variance du facteur simple génotype révèle des différences très hautement significatives pour le paramètre longueur de la barbe. Le test de **la PPAS** indique la présence de plusieurs groupes homogènes dont les meilleures valeurs ont été exprimées par les hybrides H7 et H9 soient respectivement (15.12 ; 14.05 cm). Par contre, la plus faible valeur est enregistrée par l'hybride H8 avec une valeur de (12.74 cm).

L'analyse de la variance du facteur simple milieu révèle des différences très hautement significatives pour le paramètre longueur de la barbe. Le test de **NEWMAN ET KEULS** permet de classer les meilleures longueurs de la barbe dans le milieu 1 avec une valeur moyenne (13.80 cm).

Les barbes peuvent améliorer le rendement en conditions de sécheresse par augmentation de la surface photosynthétique de l'épi (**SLAMA et al., 2005**). De même, la persistance de la chlorophylle de la feuille étendard, celle des glumes et des barbes aident aussi à un meilleur remplissage du grain, sous stress (**WHAN et al., 1996**).

2.7. Poids de l'épi

Les résultats relatifs au poids de l'épi (Appendice A, tableau32) sont illustrés par les figures 48.

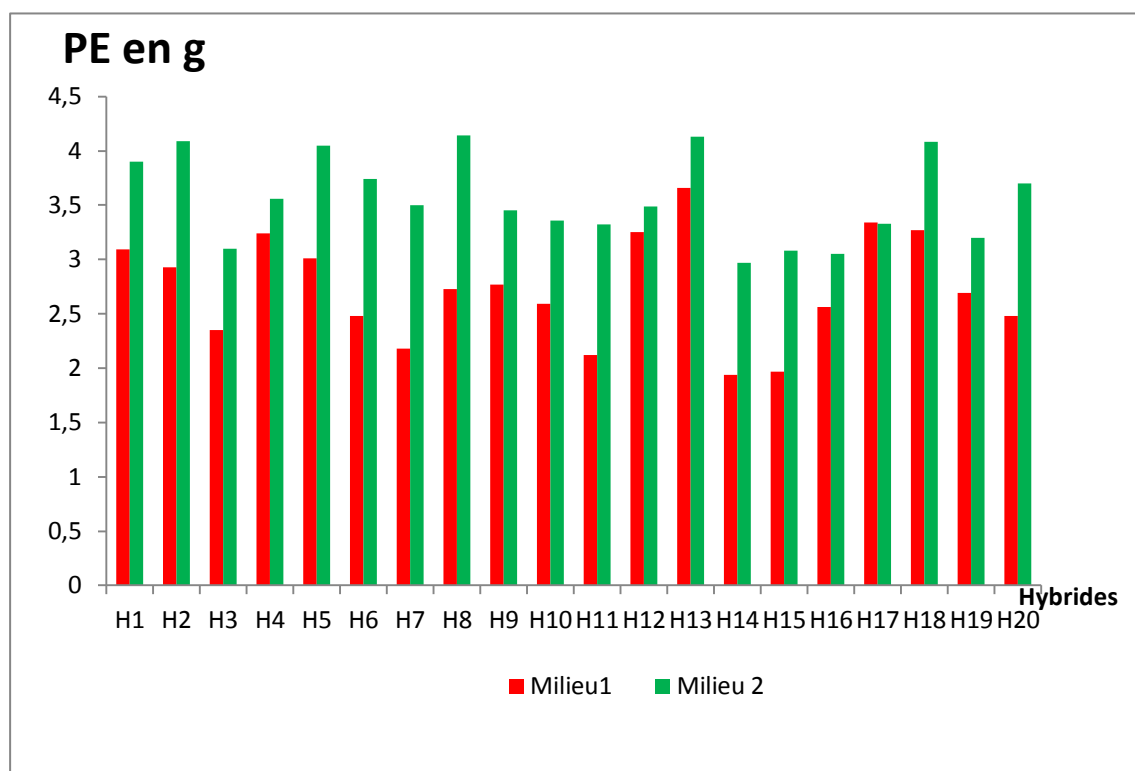


Figure 48: Effet simple du facteur génotype sur le poids de l'épi

L'analyse de la variance du facteur simple génotype révèle des différences très hautement significatives pour le paramètre poids de l'épi. Le test de **la PPAS** indique la présence de plusieurs groupes homogènes dont les meilleures valeurs ont été exprimées par les hybrides H13et H17 soient respectivement (3.66 et 3.34 g) par contre, la plus faible valeur est enregistrée par l'hybride H14 avec (1.94 g).

L'analyse de la variance du facteur simple milieu révèle des différences très hautement significatives pour le paramètre poids de l'épi. Le test de **NEWMAN** et **KEULS** permet de classer les meilleurs poids de l'épi dans le milieu 2 avec une valeur moyenne (3.56 g).

La croissance des grains dépend du degré du déficit hydrique et du stade de développement du grain. Cette durée de la croissance des grains a été significativement affectée par la variation de l'environnement et du génotype et par l'interaction génotype x environnement (**KARROU, 2003**). Le rendement en grain, sous système de culture pluviale et sous environnement contraignant, est la résultante de la durée, de la vitesse de remplissage et de la capacité de translocation des assimilats stockés dans la tige. Sous de telles conditions de production, la durée de remplissage et par conséquent le poids du grain atteignent rarement leurs valeurs maximales, d'où une baisse du rendement en grains (**ABBASSENNE, 1998**).

2.8. Poids de la plante

Les résultats relatifs au poids de la plante (Appendice A, tableau34) sont illustrés par la figure 49.

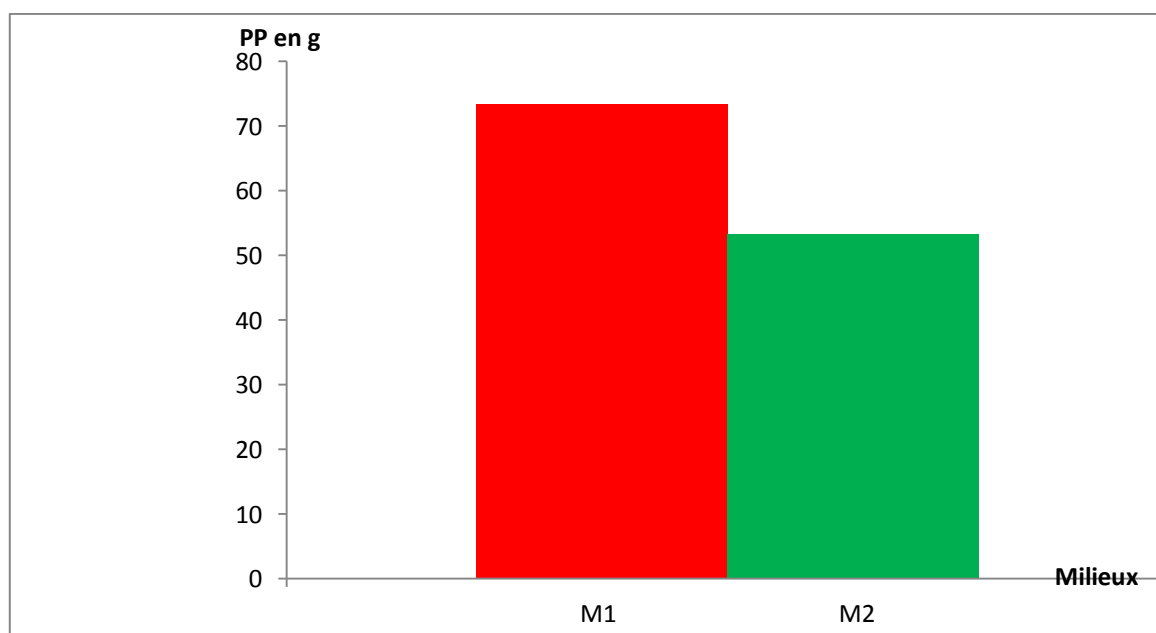


Figure 49 : Effet simple du facteur milieu sur le poids de la plante

L'analyse de la variance du facteur simple milieu révèle des différences très hautement significatives pour le paramètre poids de la plante. Le test de **NEWMAN ET KEULS** permet de classer les meilleurs poids de la plante dans le milieu 1 avec une valeur moyenne (73.36 g). La biomasse aérienne est la résultante de plusieurs caractéristiques de la plante telle que le nombre d'épi produit par unité de surface et la hauteur de la plante (**BOUZERZOUR, 1998**).

2.9. Poids de mille grains

Les résultats relatifs au poids de mille grains (Appendice A, tableau 35) sont illustrés par la figure 50.

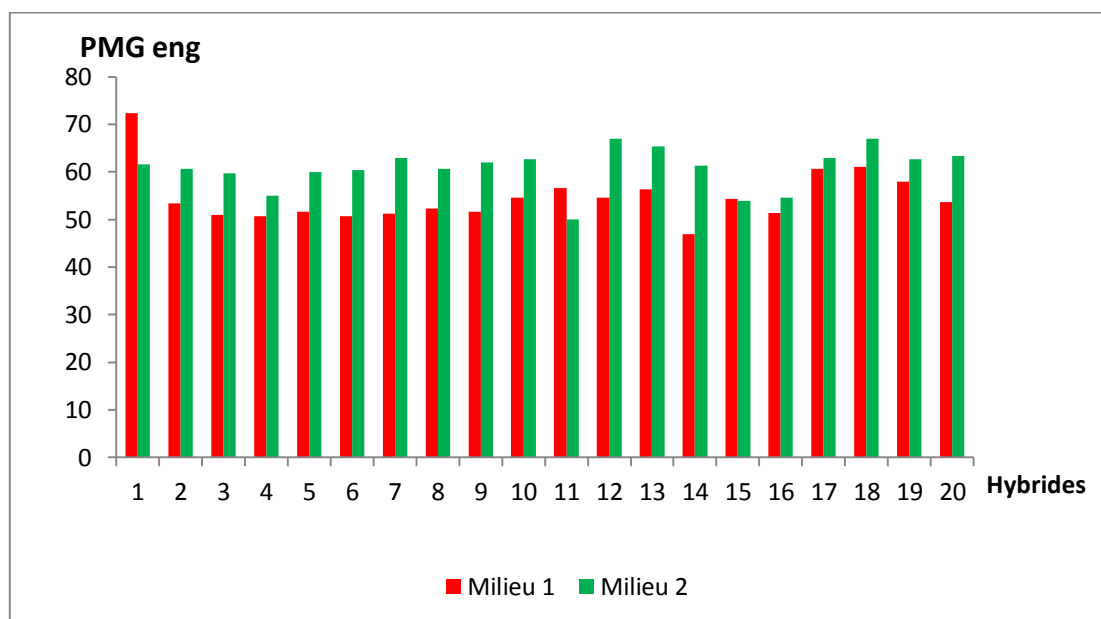


Figure 50 : Effet combiné de l'interaction GxM sur le poids de mille grains

L'analyse de la variance du facteur génotypeXmilieu montre un effet très hautement significatif pour le poids de mille grains avec une probabilité de (0.000).Le test **NEWMAN - KEULS**, nous permet de classer les hybrides en groupes homogènes, dans le milieu 1(Radjass) les hybrides H1;H17 et H18 ont exprimé le PMG le plus élevé soient respectivement les valeurs (72.33g ;61.00g et 60.66g) en revanche, les hybrides H3; H4 et H14 ont représenté le PMG le plus faible soient respectivement (51.00 ;50.66 et 47.00 g).Tandis que, dans le milieu 2 (Oued Segeun), le poids le plus élevé est constaté chez les hybrides H12 ;H13 et H20 avec respectivement (67.00 ;65.33 et 63.33g) par contre, le plus faible poids est obtenu par les hybrides H4 ;H16 et H11 avec respectivement (55.00 ;54.67 et 50.00 g). Bien que le poids de mille grains est un caractère essentiellement génotypique (**MEKLI et al.,1995**) Il subi les effets de l'environnement et de ses interactions avec les variables phénotypiques (**AGGOUN et al., 2006**). La croissance des grains dépend du degré du déficit hydrique et du stade de

développement du grain (EHDAIE *et al.*, 2008). Cette durée de la croissance des grains a été significativement affectée par la variation de l'environnement et du génotype et par l'interaction génotype x environnement (KARROU, 2003).

2.10. Nombre de grains par épi

Les résultats relatifs au nombre de grains par épi (Appendice A, tableau 36) sont illustrés par la figure 51.

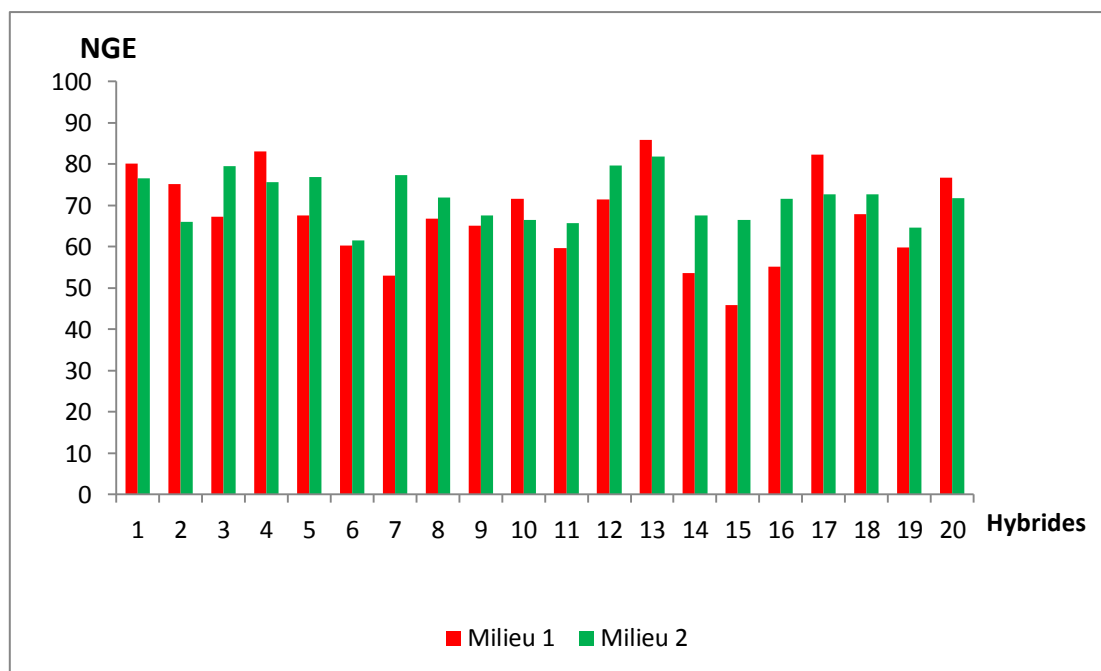


Figure 51: Effet combiné de l'interaction GxM sur le nombre de grains par épi

L'analyse de la variance du facteur combiné GxM montre un effet très hautement significatif pour le nombre de grains par épi avec une probabilité de (0.000). Le test de **Newman - Keuls**, nous permet de classer les hybrides en groupes homogènes. Dans le milieu 1 (Radjas), l'hybride H13 est le plus fertile avec (85.80 grains/épi) en revanche, l'hybride (H15) est le moins fertile avec (45.90 grains/épi) Tandis que, dans le milieu 2 (Oued Seguen) l'hybride H13 est le plus fertile avec une valeur de (81.86 grains/épi) par conte, l'hybride H6 est le moins fertile avec une valeur de (61.53 grains/épi). Pour le rendement en grain et le nombre de grains, les génotypes répondent différemment pour la variation de l'environnement (DAKHAEEL *et al.*, 1993). La variation d'une année à l'autre, des quantités de pluies reçues, de leurs distributions et du régime des températures hivernales et printanières induit une forte variation des rendements. Sous conditions pluviales, la durée de remplissage atteint rarement sa durée maximale, suite aux effets des stress climatiques qui ne permettent pas au grain d'atteindre son poids potentiel (MEKHOLOUF *et al.*, 2006).

2.12. Indice de récolte

Les résultats relatifs à l'indice de récolte (Appendice A, tableau 37) sont illustrés par la figure 52.

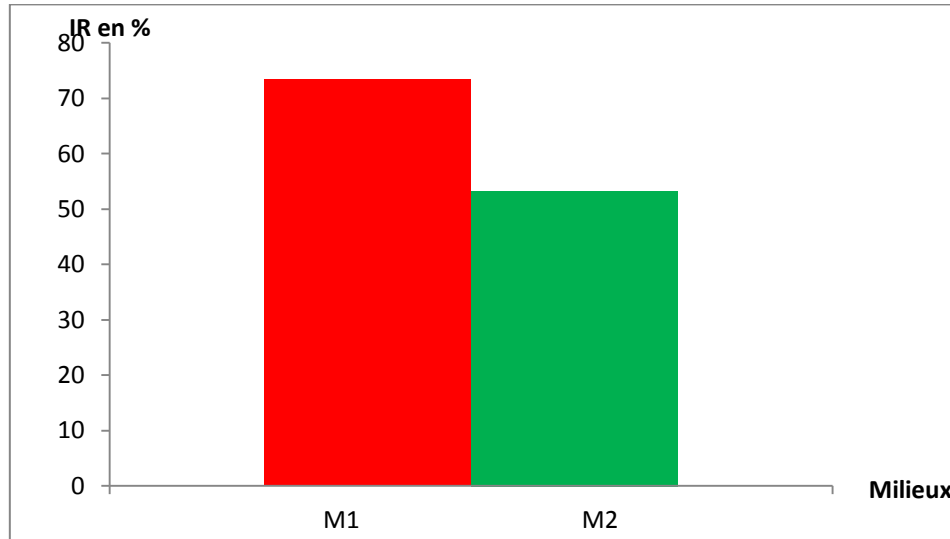


Figure 52 : Effet simple du facteur milieu sur l'indice de récolte

L'analyse de la variance du facteur simple milieu indique un effet très hautement significatif pour le paramètre indice de récolte, et respectivement avec une probabilité de (0.000) dans le milieu 1 (Radjas), les hybrides ont exprimé les meilleurs taux d'indice de récolte avec une valeur de (65.32 %). En revanche, au niveau du milieu 2 (Oued Seguen), les hybrides ont exprimé des taux faibles avec (46.86 %). **GATE, (1992)** noté qu'un génotype à haut potentiel peut présenter une forte aptitude à tolérer la sécheresse. **PASSIOURA ,(1977)** considère le rendement en grain sous contrainte hydrique comme la résultante de la transpiration, de l'efficacité de l'eau et de l'indice de récolte.

2.13. Productivité de la plante

Les résultats relatifs à la productivité de la plante (Appendice A, tableau 38) sont illustrés par la figure 53.

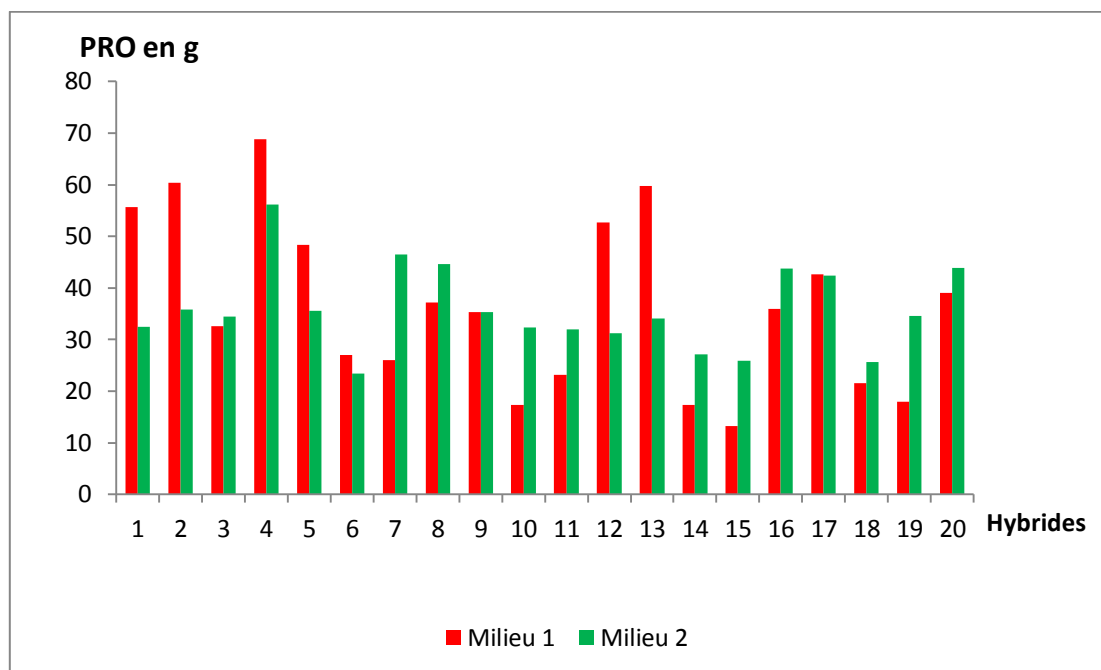


Figure 53 : Effet combiné de l'interaction GxM sur la productivité par plante

L'analyse de la variance du paramètre de la productivité montre un effet interaction génotype x milieu très hautement significatif avec la probabilité de (0.000). D'après le test de **NEWMAN-KEULS**, nous constatons plusieurs groupes homogènes, dans le milieu 1 (Radjas), l'hybride le plus productif est le H4 avec une valeur de (68.79 g) tandis que l'hybride le moins fertile est le H 15, avec une valeur de (13.21 g). Par contre, dans le milieu 2 (Oued Seguen) l'hybride le plus productif est le H4 avec la valeur de (56.20 g), par contre, l'hybride H6 est le moins fertile avec une valeur de (23.46 g). La productivité est le produit de trois facteurs : le nombre d'épis/Plante, le nombre de grains/épi et le poids de mille grains (**BENBELKACEM et KELLOU,2000**). **JONARD et KOLLER (1950) in BENBELKACEM et KELLOU (2000)** ont conclu que la modification d'un facteur du rendement, sans variation compensatrice des autres, doit provoquer un changement de rendement. **EHDAIE et al.,(2008)** considère que le rendement en grain réduit en conditions de sécheresse est à l'origine de la réduction du poids des grains et du nombre de grains. Contrairement à **GATE,(1995)**, qui indique que le rendement diminue à une date de semis d'autant plus précoce que l'on s'adresse à un génotype précoce.

Conclusion

CONCLUSION

Au terme de notre travail, nous avons pu mettre en relief l'influence des facteurs ; génotypes, milieu et interaction génotype x milieu sur les caractères morphologiques et sur la productivité et ses composantes. Cette étude nous a permis aussi de sélectionner des hybrides sur la base de certains caractères en relation étroite avec la productivité ou éventuellement à la résistance au stress hydrique qui constitue un des principaux facteurs limitant la production céréalière.

- En général, pour les parents, l'effet de l'interaction GxM est significatif pour l'ensemble des caractères testés, à savoir NTH ;SFE ; NTE ; PRO ; IR ; PP ; PE NGE et le PMG en effet, l'effet du facteur génotype est significatif sur les caractères PRE ;HPF et LOE. De son tour, Le facteur environnement a un effet significatif sur le paramètre LB.
- Chez les hybrides, l'effet de l'interaction GxM est significatif pour la productivité et ses composantes NTH ; PRO ; NGE et PMG, l'effet du facteur génotype est significatif sur les caractères LB et PE. L'effet milieu influence d'une façon significative les paramètres HPF ; NTE ; LOE, PP et IR.

En effet, les hybrides ne se comportent pas de la même manière que leurs géniteur vais-à-via des conditions climatiques des deux sites expérimentaux.

- Dans le milieu défavorable, Oued Seguen, les plantes prolongent leur cycle de développement sur une période plus importante que dans le milieu favorable, (Oued Enja). L'hybride H16 est le plus précoce avec 121 jours par contre les hybrides H12 ; H13et H8 sont les plus tardifs avec 134 jours
- La capacité de tallage diffère d'un hybride à un autre cependant elle est mieux exprimée dans le milieu favorable, Oued Enja que dans le milieu peu favorable, Oued Seguen. Les hybrides H4 ; H2 et H8 donnent le tallage le plus fort avec respectivement (26,03 ; 24,90 et 22,40 talles /plante)
- Les hybrides expriment mieux leur performance de hauteurs des tiges et de tallage épi dans le milieu 1 que dans le milieu 2.
- Les hybrides arrivent à mieux exprimer leur potentialité de longueur de barbe et de pois de l'épi dans le milieu 2 que dans le milieu 1.
- Le poids des plantes et de mille grains ainsi que l'indice de récolte et le nombre de grains par épi sont mieux exprimés dans le milieu 1 que dans le milieu 2.
- Les meilleures productions sont exprimées dans le milieu1 par les hybride H4, H2 et H13 avec respectivement (68.79g ;60.38g ;59.76g). Dans le milieu 2, les hybrides les plus productifs sont H4 ,H7 et H8 avec respectivement (56.20g ;46.42g ;44.61g).

Les résultats obtenus constituent une étude préliminaire de l'influence de l'interaction génotype x milieu sur la productivité et ses composantes et sur les caractères morphologiques évalués chez les hybrides et chez leurs géniteurs. Une sélection des hybrides les plus performants sur la base de nos résultats paraît insuffisante. Cependant, des études ultérieures seront intéressantes pour confirmer ou infirmer nos résultats.

Pour que la sélection des hybrides évalués soit plus efficace, on suggère :

- Une étude du comportement de ces génotypes pendant plusieurs années afin d'étudier l'interaction génotype x année ou éventuellement l'interaction génotype x environnement x année. Ceci, permet de faire une bonne sélection des hybrides.
- La sélection sur la base de la productivité en grain paraît difficile, du fait que ce paramètre est tributaire de plusieurs autres caractères, à savoir le PMG, le nombre de grains/épi, le nombre d'épis /plante, la précocité, la hauteur de la tige. De plus, les conditions climatiques conditionnent en grande partie l'expression du rendement et ses composantes. De ce fait, la sélection doit être faite sur la base de plusieurs caractères favorables en relation étroite avec la productivité en grain.

Références bibliographiques

-A-

- **Abbas K., A. Abdelguerfi., 2008.** Evaluation of a regenerated natural meadow in a semi -arid area of Algeria. Option méditerranéennes A. 79 : p179-185.
- **Abbassenne F., Bouzerzour H et Hachemi L.,** « Phénologie et production du blé dur (*Triticum durum* Desf.) en zone semi-aride ». *Ann. Agron. INA*, 18, **1998**, pp24-36.
- **Aggoun.A, Benmahammed.K, Dekhili.M.** Effets des facteurs environnementaux sur le poids des grains dans cinq populations algériennes de blé dur (*Triticum durum* Desf.), **2006**.
- **Anonyme. , 2008 .**Technique et activités pédagogiques. Gnis.
- **Archie, M., Trust, B., Harry, D et Sapirstein,** «Effects of genotype, environment and genotype· environment interaction on the antioxidant Properties of wheat ». In Yu L.2008. by John Wiley & Sons, Inc. Wheat antioxidants. **2008**, pp 24-42.

-B-

- **Bahlouli, F., Bouzerzour, H et Benmahammed, A,** « Effets de la vitesse et de la durée du remplissage du grain ainsi que de l'accumulation des assimilats de la tige dans l'élaboration du rendement du blé dur (*Triticum durum* Desf.) dans les conditions de culture des hautes plaines orientales d'Algérie ». *Biotechnol. Agron. Soc. Environ*, **2008**, 12(1). pp 31-39.
- **Barakat-Nuq. (1999)** Les céréales. 2-84270-177-1 Barber S. A. (1995) Soil nutrient bioavailability: a mechanistic approach. in Soil nutrient bioavailability: a mechanistic approach. John Wiley and Sons, New York USA.
- **Bazettoux, S., Laurent, J et Orcival, J,** « Génétique ». Ed. Dunod, Paris, **2001**, 180p.
- **Belaid DJ., 1986.** Aspect de la céréaliculture algérienne, OPU, 207 p.
- **NEWMAN RK, NEWMAN CW.** BARLEY FOR FOOD AND HEALTH., 2008. Science, Technology and Products.
- **Benbelkacem.A et Kellou.K,** « Evaluation du progrès génétique chez quelques variétés de blé dur (T. durum. Desf) cultivées en Algérie ». Symposium Blé 2000 : enjeux et stratégies/Alger, 7-9 février **2000**, pp123-132.

- **Benmahammed A., 2004.** La production de l'orge et possibilité de développement en algérie. Céréaliculture. ITGC El Harrach, 41:34-38.
- **Bessaoud O. (1999).** L'Algérie agricole : de la construction du territoire à l'impossible émergence de la paysannerie. Revue du centre de recherche en Anthropologie sociale et culturelle « INSANIYET », n° 7. Janvier - avril 1999. Oran. Algérie. 30 p.
- **Bliefert C. et Perraud R., 2001.** Chimie de l'environnement (Air, Eau, Sols, Déchets). Ed. De Boeck, 477 p.
- **Bondari, K,** « Statistical Analysis of Genotype X Environment Interaction in Agricultural Research ». Experimental Statistics, Coastal Plain Station, University of Georgia, 2003, 6p.
- **Bonjean A et Picard E., 1990.** Les céréales à pailles. Origine, histoire, économie et sélection. Ed. Soft. Word. Group. ITM. pp29-30.
- **BOUHANIA R et ZEHRI S., 2005.** Etude comparative de deux types d'engrais phosphatés sur céréales à pailles (orge) dans la région d'Oued Righ (Station ElArfiane). Thèse d'ingénieur, INA, Ouargla. Pp17.
- **Boulal H., Zaghoulane O., El Mourid M., et Rezgui L., 2007.** Guide pratique de la conduite des céréales d'automne (blés et orges) dans le Maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie). Ed. TIGC, INRA, ICARDA, Algérie, 176 p.
- **Boufenar-Zaghoulane F et Zaghoulane O ,2006.** Guide des principales variétés de céréales à paille en Algérie . première édition 2006.154 page.
- **Bousba, R., Ykhlef, N et Djekoune, A,** « Efficience hydrique et sénescence foliaire chez le blé dur (*Triticum durum* .Desf) sous contraintes hydrique : analyse de variabilité génotypique ». Xème Journées Scientifiques –AUF- Constantine 8- 11 mai 2006, pp149-150.
- **Bouzerzour H.,(1998)** « sélection pour le rendement en grain, la précocité, la biomasse aérienne et l'indice de récolte sur les orages en zones semi-arides » Thésée doctorat d'état, université de Mentouri, Constantine, p170.
- **Bouzerzour, A., Benmahammed, A., Benbelkacem, T., Hazmoune, H., Mimouni, S., Bourmel, et Mekhlouf, A,** « Stabilité des performances et caractéristiques phéno-morphologiques de quelques variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) issues d'une

sélection multilocale ». Symposium Blé 2000 : enjeux et stratégies/Alger, 7-9 février 2000, pp187-195.

- **Bouzerzour, H., Benmahammed, A., Benkharbache, N et Hassous, KH,** « Contribution de la sélection à l'amélioration et à la stabilité des rendements de l'orge (*Hordeum vulgare* L) dans l'étagé bioclimatique semi-aride ». INRAA, **2002**, 10, pp45-58.
- **Bouzerzour H., M. Dekhili ., 1995.** Heritability, gain from selection and genetic correlation for yield of barley grown in two contrasting environments. *Field Corps RES.*, **41** :p173-178.

-C-

- **Ceccarelli. S, Grando. S, Hamid. J,** «Relationships between barley grain yield measured in low and high yielding environments». *Euphytica*; 64, **1992**, pp49-58.
- **CHadefaud M. et Emberger L., 1960.** Traité de botanique. Systématique. Les végétaux vasculaires par L .Emberger. Fasciculé Masson et Cie. Tome II, 753p.
- **Clement-Grancourt et Part., 1966.**in hybridation de l'orge en vue de l'obtention de lignées issues de la variété locale Saida adaptées à la zone subhumide centre, BOUCHETAT F, 2011, thèse d'ingénieur, INA, P134.
- **Clément – Grandcourt M. et Prats J,** « Les céréales ». J B -Baillière et fils, **1971**, 351 p.
- **Couvreur Fet Robert D,** « L'époque de semis conditionne la densité ». Perspectives agricoles. ITCF. n°183-Septembre **1993**, pp8-12.

-D-

- **Dakheel, A., Naji, I., Mahalakshmi, V., Peacock, J.M,** «Morphological traits associated with adaptation of durum wheat to harsh Mediterranean environment». *Aspects of Applied Biology* 34, **1993**, pp297-307.
- **Djezar S., Benmerbi S., 2014.** Morphologie et la physiologie d'orge (*Hordeum Vulgar* L .).univ El –hadj lakhedar batn a 7-14-15-16-12p

- **Doré C, Varoquaux F, Coordinateurs (2006).** Histoire et amélioration de cinquante plantes cultivées. 496p.
- **DSA 2018 .,** Évolution du production céréalière **(2010-2018)** dans wilaya de Mila.

-E-

- **Elrod, S** et Stanfield, W, « Génétique ». Éd, DUNOD, Paris, 2003, 490p.
- **Ehdaie. B, Alloush.G.A et Waines.J.G,** « Genotypic variation in linear rate of grain growth and contribution of stem reserves to grain yield in wheat». Field Crops Research 106, **2008**, pp34-43.

-F-

- **Falocner, D.S.,** Trudy, F et Mackay, C. « quantitative genetics ». Ed : Longman Group Ltd, **1996**, 464p.
- **Falocner, D.S,** « Introduction à la génétique quantitative ». Ed Masson et CIE, paris, **1974**, 284p.
- **Feillet P., 2000.** Le grain de blé. Composition et utilisation. Mieux comprendre. INRA. ISSN: 1144- 7605.ISBN: 2- 73806 0896- 8. p 308.
- **Food and Agriculture Organization of the United Nations.** FAOSTAT. **2017** ; <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>. Consulté le 4 avril 2019.

-G-

- **Gallais, A,** « La sélection assistée par marqueurs, Quel avenir pour l'amélioration des plantes ». Ed AUPELF. John Libbey Eurotext. Paris, **1994**, pp387-397.
- **Gate P,** « Comment choisir sa densité de semis ». Perspectives Agricoles, 169, **1992**, pp57- 61.
- **Gate, p,** « La variété et le milieu imposent la date de semis ». Perspectives agricoles, n°183, septembre **1993**, pp 13-18.

- **Gate P., 1995.** *Ecophysiologie du blé : de la plante à la culture* . Eds. Lavoisier. 417p.
- **Gate P. et Giban M., 2003.** Stades du blé. Ed. ITCF, Paris, 68 p.
- **Geneves, L,** «Biologie cellulaire». Ed, BORDAS, Paris, **1983**, 267p
- **Giban M., 2001.** Diagnostic des accidents du blé tendre. Ed. ITCF, France, 159 p.
- **Gillott C., 2005.** Entomology Third Edition. Ed. Springer, Canada, 831p.
- **Grillot., 1959** . La classification des orges cultivées. Au. Am. Plantes, 4 :446-486.
- **Gupat M, Abu-Ghannam, Gallagher E (2010)** Barley for brewing : characteristic changes during malting, brewing and applications of its by-products, comprehensive reviews in food science and food safety.Inst Food Technol. 9,318-328.
- **Guide d'identification des maladies des céréales, Mai 2008.**
- **Guide traitements de semences maladies ,2012.**

-H-

- **Hakimi M., 1993.** L'évolution de la culture de l'orge : le calendrier climatique traditionnel et les données agro-météorologiques modernes. Proceeding of an International Symposium, Tunis, Ed. Jones M., Marthys G., Rijks D. , pp. 157 – 166.
- **Hanifi L (1999)** Contribution à l'étude de l'hétérosis et de l'intérêt des F1, F2 et lignées Haploïdes doubles chez l'orge. Thèse de doctorat d'Etat. Univ des sciences et technologies de lille.177 p.
- **Harrat W., 2009.** Effet in vivo et in vitro des éléments fertilisants N et K sur la résistance du blé à la septoriose et à la tache bronzée (Tanspot). Mémoire de Magister en Biotechnologies végétales. El Harrach –Alger.107 pages (14-17).
- **H, M,** « Génétique moléculaire et évolutive ». Ed, Edition Maloine, 2001, 326p.
- **Hazmoune T., 2006** – Le semis profond comme palliatif à la sécheresse. Rôle du coléoptile dans la levée et conséquences sur les composantes du rendement. Thèse docteur d'état. Univ Constantine ; 168p.

-I-

- **IGC;2013.** Conseil international des cereals:www.igc.net
- **Inogat G. et Couvreur F., 1980.** Pour intervenir au bon stade : Du nouveau pour la croissance du blé. Perspectives Agricoles . 53, pp: 10-15.
- **ITGC ;2013.** Les principales variétés d'orge cultivées en Algérie.

-J-

- **Jestin L., 1992.** L'orge. In : Gallais A.et Bannerot H. (Eds.), Amélioration des espèces végétales cultivées. Ed. INRA, Paris, pp. 55- 70.

-K-

- **KADI Z., 2012.** Sélection de l'orge (hordeum vulgare l.) pour la tolérance aux stress abiotiques .thèse de doctorat, INA, Setif, p3-4.
- **Karrou M,** « Contribution à la mise en place d'une approche intégrée de lutte contre la sécheresse chez le blé dur au Maroc ». CIHEAM, **2000**, pp 559-567.
- **Karrou M,** « Identification of potential grain growth characteristics to be used in breeding durum wheat under semi-arid Mediterranean type of environment ». Al Awamia 108-December **2003**, pp57-72.
- **Khaldoun A (1989)** Etude de comportement de l'orge exploitée à double fin.77 p
- **Kellil H., 2010.**Contribution à l'étude du complexe entomologique des céréales dans la région des hautes plaines de l'Est algérien .mémoire de magistere en science agronomique.Batna.170 pages (32-37 page).

-L-

- **Laumont P., 1937.** La céréaliculture algé- rienne. Extrait de « populations Indigènes d'Algérie et politique économique », Alger. 32 p.

- **Léon J (2010)** Genetic diversity and population differentiation analysis of Ethiopian barley (*Hordeum vulgare* L.) Landraces using morphological traits and 55 R Markers (Internet). Available from : hssulb. Uniboende .
- **Lery F., 1982.** L'agriculture au Maghreb ou pour une agronomie méditerranéenne. Ed. Maisonneuve et Larose, Paris, 338 p
- **Lillemo, M., van Ginkel, M., Trethowan, R. M, Hernandez, E et Crossa, J,** «Differential Adaptation of CIMMYT Bread Wheat to Global High Temperature Environments». Crop Sci, **2005**, 45, pp2443–2453.
- **Lints, F,** « génétique 3 ». Ed : Copyright by Office International de Librairie, **1991**, 675p.

-M-

- **Mekhlouf., Bouzerzoure, A H., Benmahammed, A., Hadj Sahraoui., A. et Harkati, N,** « Adaptation des variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) au climat semi-aride » ; 17(4), **2006**, pp 507-13.
- **M.Mekli, A.B.K. Dahmane et A. Garoui,** « Effet de la variation saisonnière des facteurs climatiques sur les composantes du rendement des céréales (blé dur et orge) ». I.N.A.T. Vol.10, n°1-juin **1995**, pp105-114.
- **Menad,A.,(2009).**Rythme de développement,utilisation de l'eau et rendement de l'orge (*Hordeum vulgare* L.) dans l'étage bioclimatique aride.p10.
- **Mcgraw-Hill R,** «Biology 11». Publishers, Toronto, 2001, 687p.
- **Mazoyer M., Aubineau M., Bermond A., Bougler J., Ney JR., 2002,** Larousse agricole , Ed. Larousse, Paris, 767 p.
- **Monneveux P. et Bensalem M., 1993.** Tolérance à la sécheresse des céréales en zones méditerranéenne. Edit. INRA, Paris, pp. 139-140.
- **Morsli ,L., 2010.** Adaptation du blé dur (*triticum durum* desf) dans les conditions des hautes plaines constantinoises. Thèse de Doctorat Université Badji Mokhtar-Annaba.
- **MOSSAB M ., 1991:** Culture à double fin avec la filière blé. OAIC, p213.

-N-

- **NEWMAN RK, NEWMAN CW. BARLEY FOR FOOD AND HEALTH., 2008.** Science, Technology and Products.
- **Noirot, M,** « Utilisation de l'analyse factorielle des correspondances en génétique quantitative ». Notion de phénotypes majeurs. Ed, Laboratoire des Ressources Génétiques et Amélioration des Plantes Tropicales, 1992, pp313-317.

-P-

- **Passioura, J.B,** « Grain yield harvest index and water use of wheat». *J.Aust. Inst. Agric. Sci.*, 43, **1977**, pp117-120.
- **Prats ,H., 1960.** Vers une classification des graminées. *Revue d'Agrostologie Bull. Soc Bot. France* : 32-79.

-R-

- **Rahal-Bouziane H. et Abdelguerfi A., 2007.** Caractéristiques agronomiques et Morphologiques d'orges oasiennes (*Hordeum vulgare* L.) de la région d'Adrar (Algérie). *Recherche Agronomique*, Ed. INRA, Alger. 19 : 7-13.
- **Reitz, L.P,** «Breeding for more efficient water-use-is it real or mirage? ». *Agric Meeorol* : 14, 1974, pp 3-7.
- **Rosielle, A. A. et Hamblin, J,** «Theoretical Aspects of Selection for Yield in Stress and Non-Stress Environment ». *Crop Sci* 21, **1981**, pp943-946.

-S-

- **Saini.H.S et Westgate.M.E,** « Reproductive development in grain crops during droughts ». *Adv. Agron.* 68, **2000**, pp59-96

- **Sassi, K et Boubaker, M,** « Comportement agronomique de lignées allochtones de blé dur dans un milieu semi-aride de Tunisie ». Cahiers Agriculture, **2006**, 15 (4), pp 355-361.
- **Simon ., 1972.** Identification et classification des variétés d'orge cultivées en France Ed. SEL. Versaille,p200.
- **Simon F., 1986 .,** Identification et classification des variétés d'orges cultivées en France, étude des variétés , SEI Etude 55, 2P.
- **Simon H. Codaccioni P. et Lecoeur, X., 1989.** Produire des céréales à paille. Agriculture d'aujourd'hui Tec Doc. Édition. J.B. BAILLIÈRE, France. 333 p.
- **Slama, A., Ben Salem, M., Ben Naceur, M et Zid Ezzidine,** « Les céréales en Tunisie : production, effet de la sécheresse et mécanismes de résistance ». Sécheresse ; 16(3), **2005**, pp 225-229.
- **Soltner D., 1999.** Les grandes productions végétales. Collection: Sciences et techniques culturales. 19ème édition. 464 p.
- **Soltner D., 2005.** Les grandes productions végétales. 20ème Edition. Collection science et techniques agricoles. 472p.
- **Soltner D., 2005.** Les grandes productions végétales. Collection: Sciences et techniques culturales. 464 p.

-V-

- **Vilain M., 1997.** La production végétale. Volume 1 : Les composantes de la production. 2ème édition, Ed. Lavoisier Tec & Doc., Londres, Paris, New York, 478 p.
- **Von Bothmer R., 1992.** The wild species of Hordeum: Relationships and potential C.A.B. International, Wallingford Oxon, pp. 3-18.

-W-

- **Whan, B. R., Carlton, G. P. et Anderson, W. K.,** «Potential for increasing growth in spring wheat. I. Identification of genetics improvements». Aust. J. Agri. Res. 47, **1996**, pp17-31.

- **Wrigley, C.W**, « Mitigating the Damaging Effects of Growth and Storage Conditions on Grain Quality». In WHEAT PRODUCTION IN STRESSED ENVIRONMENTS. H. T. BUCK. J. E. NISI. N. SALOMÓN. Ed. Springer, 2007, 794p.

-Y-

- **Yan, W et Hunt, L. A**, « Interpretation of Genotype x Environment Interaction for Winter Wheat Yield in Ontario ». Crop Sci. 41, 2001, pp19–25.

-Z-

- **Zibouche ,M et Grimes ,CH.(2016)**. Université des Frères Mentouri, Constantine. Mémoire de Master.p 13.