

UNIVERSITE DE BLIDA 1
Faculté Des Sciences De La Nature et de La Vie
Département de Biotechnologie

MEMOIRE DE MAGISTER

En Sciences Agronomiques
Spécialité : Amélioration des productions végétales

**Etude de comportement de six cultivars locaux et introduits d'orge
(*Hordeum vulgare*.L), en zone subhumide .Hybridation diallèle.**

Par

Imene MAMECHE

Devant le jury composé de :

BENMOUSSA M	Professeur	Université Blida 1	Président
BRADDA M.S	Maitre de conférences A	Université Blida 1	Examinatrice
REGUIEG L	Professeur	ENSA El-Harrach	Examineur
AISSAT A	Maitre de conférences A	Université Blida 1	Promoteur

Octobre, 2016

Résumé

Notre travail a pour objectif de connaître le comportement de six variétés locales et introduites d'orge (*Hordeum vulgare* .L) dans les conditions climatiques subhumides en étudiant leurs caractéristiques agronomiques et la réalisation des croisements entre ces variétés durant la campagne agricole 2013-2014.

Une grande variabilité est apparue chez les différentes variétés pour les différents paramètres étudiés.

Avec des meilleurs valeurs concernant : le nombre de plant par m², la surface de la feuille étendard, la longueur d'épis, et surtout le nombre de grains par épis (composantes du rendement), la variété EL Bahia se situe en tête de l'essai et ressort comme le meilleur génotype de point de vue rendement en grains avec 56,48 qx/ha. Alors que les deux variétés locales Saïda et Tichedrett ont donné des rendements faibles par rapport aux rendements théoriques attendus à cause des pertes qu'elles ont subi.

Un totale de 1074 grains F0 a été obtenue à partir de toutes les croisements réalisés avec un taux moyenne de pollinisation de 97% satisfaisant et un taux moyenne de nouaisons de 42,6 % qui est un peu faible.

Mots clés : *Hordeum vulgare* .L, comportement, hybridation, amélioration, zone sub-humide.

Abstract

Our work aims to understand the behavior of six local and introduced varieties of barley (*Hordeum vulgare* .L) in the sub-humid climatic conditions by studying agronomic characteristics and carrying crosses between these varieties during the agricultural year 2013-2014.

A large variability exists in all different varieties for the different parameters studied.

With the best values for the number of plant per m², the area of the flag leaf, length of spikes, and especially the number of grains per spike (yield components), the variety El Bahia is at the top of testing and stands out as the best genotype point of view yield with 56.48 quintals / ha. While the two local varieties Saïda and Tichedrett gave low yields compared to the expected theoretical yields because of the losses they have suffered.

A total of 1074 grain F0 was obtained from all the crosses made with a satisfactory average rate of pollination of 97% and an average rate of nouaison of 42.61% which is a little low.

Key words: *Hordeum vulgare* .L, behavior, hybridization, improvement, sub-humid area.

ملخص

يهدف عملنا هذا لفهم سلوك ستة أصناف محلية ودخيلة من الشعير (*Hordeum vulgare* .L) في الظروف المناخية شبه الرطبة مع إجراء التصالب بين الأصناف المزروعة وهذا خلال الموسم الزراعي 2013.2014.

أظهرت النتائج تباينا كبيرا بين مختلف الأصناف بالنسبة لمختلف الخصائص التي شملتها الدراسة .

مع تسجيله أفضل القيم بالنسبة ل: عدد النباتات في المتر المربع ، مساحة الورقة العلمية ، طول السنبلات وخصوصا عدد الحبوب في السنبل (مكونات الغلة) ، ظهر الصنف الباهية في قمة التجربة وأعطى أعلى مردود وهو 56,48 قنطار في الهكتار، أما بالنسبة للصنفين المحليين سعيدة و تشدرت فقد سجلا مردودا منخفضا مقارنة مع المردود النظري المتوقع وذلك بسبب الخسائر التي حدثت لها.

تم الحصول على ما مجموعه 1074 حبة من الجيل 0 من جميع التصالبات التي تم إجراؤها بنسبة تلقيح مرضية تقارب 97 % ونسبة إثمار تقارب 42,61 % والتي تعد منخفضة نوعا ما.

الكلمات المفتاحية: *Hordeum vulgare* .L ، دراسة السلوك، تهجين، تحسين، منطقة شبه الرطبة.

REMERCIEMENTS

Au nom d'Allah le plus grand merci lui revient de m'avoir aidée tout au long de mes années d'étude.

Je tiens à remercier en premier lieu mon promoteur Monsieur AISSAT A., Maître de conférences C à l'université de Blida pour son encadrement, sa compréhension et sa gentillesse durant tout le long de mon mémoire

À Monsieur BENMOUSSA M Professeur à l'université de Blida 1 qui me fait l'honneur en présidence le jury.

À Madame BRADEA M.S, Maître de conférences C à l'université de Blida et à Monsieur REGUIEG L, Professeur à ENSA pour avoir acceptés d'examiner ce travail.

Toute ma reconnaissance et remerciement vont à Melle SEDIRA H, merci infiniment, de m'avoir orientée, dirigée, conseillée et encouragée, veuillez trouver ici l'expression de ma profonde gratitude.

Sans oublier toute l'équipe de la station expérimentale de département d'agronomie et spécialement à Yousef.

Je tiens à exprimer également mes profondes gratitude et nos sincères remerciements à tous ceux qui, de près ou de loin ont apporté leur contribution à l'élaboration de ce projet de fin d'étude.

DEDICACES

*A mes très chers parents qui ont toujours été là pour moi,
et qui m'ont toujours soutenu.*

*J'espère qu'ils trouveront dans ce travail toute ma
reconnaissance et tout mon amour.*

*A mes sœurs : Fatima Zahra, Nour El Houda, Sihem,
Khadidja et Zoulikha.*

A mes chères amies.

*Et spécialement à la plus adorable fille ma sœur et mon
amie HOURIA*

*Aux personnes que j'ai tant aimé qu'elles assistent à ma
soutenance*

Je dédie ce travail.

TABLE DES MATIERES

RESUME	
REMERCIEMENTS	
TABLE DE MATIERES	
LISTE DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES ET TABLEAUX	
INTRODUCTION	13
CHAPITRE 01 : GENERALITES SUR L'ORGE	15
1.1. Origine et historique de l'orge.....	15
1.2. Systématique de l'orge	16
1.3. Description de la plante.....	16
1.4. Cycle de développement.....	18
1.5. Les exigences agro écologiques de la culture.....	20
1.6. Maladies, accidents, adventices et ravageurs.....	21
1.7. Importance de l'orge.....	23
1.8. Situation économique de L'orge	24
1.8.1. Dans le monde	24
1.8.2. En Algérie.....	25
	27
CHAPITRE 02 : AMELIORATION GENETIQUE DE L'ORGE	
2.1. Les objectifs de l'amélioration.....	27
2.1.1. La productivité	27
2.1.2. Résistance à la verse et adaptation au milieu physique	27
2.1.3. Résistance aux maladies et parasites	28
2.2. Méthodes de la création variétale	28
2.2.1. Création de matériel de départ	28
2.2.1.1. Croisement intraspecific	28
2.2.1.2. Croisement interspecific	29
2.2.1.3. Mutagenèse artificielle	29
2.2.1.4. Le génie génétique.....	30
2.2.2. La sélection créatrice.....	30
2.2.2.1. La sélection généalogique.....	30
2.2.2.3. La sélection S.S.D (Single Seed Descent).....	30
2.2.2.2. La méthode Bulk	30
2.3. Hapldiploïdisation	31
2.4. Hybridation diallèle.....	31

CHAPITRE 03 : MATERIELS ET METHODES	32
3.1. Objectif de travail	32
3.2. Site de l'expérimentation.....	32
3.3. Les conditions climatiques.....	32
3.3.1. La pluviométrie.....	32
3.3.2. La température	33
3.3.3. Diagramme ombrothermique.....	35
3.4. Protocole expérimental.....	35
3.4.1. Matériel végétal	35
3.4.2. Dispositifs expérimentaux.....	38
3.4.2.1. Dispositif de comportement.....	38
3.4.2.2. Dispositif de l'hybridation.....	39
3.5. Itinéraire technique.....	39
3.5.1. Précédent cultural.....	39
3.5.2. Travail de sol.....	39
3.5.3. Semis.....	40
3.5.4. Fertilisation.....	40
3.5.5. Désherbage.....	40
3.5.6. Récolte.....	40
3.6. Méthodologie d'étude.....	40
3.6.1. Etude de comportement.....	40
3.6.2. L'essai d'hybridation.....	43
3.6.2.1. Castration.....	43
3.6.2.2. Pollinisation.....	44
3.6.2.3. Suivi et notations.....	46
3.7. Analyse des données.....	46
CHAPITRE 4 : RESULTATS ET DISCUSSIONS	47
4.1. Le comportement des géotypes étudiés	47
4.1.1. Mesure de la précocité.....	47
4.1.2. Nombre de plants par mètre carré	48
4.1.3. Nombre de talles par plant.....	49
4.1.4. Surface de la feuille étendard.....	51
4.1.5. Longueur de la paille.....	52
4.1.6. Longueur du col de l'épi.....	53
4.1.7. Longueur de l'épi.....	54
4.1.8. Longueur de la barbe.....	55
4.1.9. Analyse des composantes du rendement.....	56
4.1.9.1. Nombre d'épis par mètre carré.....	56

4.1.9.2. Nombre d'épillets stériles par épi.....	57
4.1.9.3. Nombre de grains par épi.....	58
4.1.9.4. Poids de mille grains.....	59
4.1.9.5. Rendement réel en grain.....	60
4.1.9.6. Rendement théorique en grain.....	61
4.2. L'Hybridation	65
Conclusion.....	69
Références bibliographiques	71
Appendices	77

LISTE DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES ET TABLEAUX

Illustrations

Figure 1.1.	Le Croissant fertile, la région de la domestication de l'orge cultivée (<i>H vulgare ssp. Vulgare</i>).....	16
Figure 1.2.	Epi et épillet d'orge à six rangs et à deux rangs.....	17
Figure 1.3.	Fleur et pièces florales d'orge.....	18
Figure 1.4.	Cycle de développement des céréales.....	19
Figure 3.1.	Site de l'expérimentation.....	33
Figure 3.2.	Diagramme Ombro-thermique de la campagne 2013-2014.....	35
Figure 3.3.	Les six variétés d'orge (<i>Hordeum vulgare</i> L.) étudiées.....	36
Figure 3.4.	Dispositif de comportement des variétés.....	38
Figure 3.5.	Dispositif d'hybridation.....	39
Figure 3.6.	Etapes de castration.....	45
Figure 3.7.	Etapes de pollinisation.....	45
Figure 4.1.	Le nombre de plantes par mètre carré.....	48
Figure 4.2.	Le nombre de talles par plant.....	49
Figure 4.3.	Principaux stades phénologiques de l'orge durant la campagne 2013/2014.....	50
Figure 4.4.	La surface de la feuille étendard.....	51
Figure 4.5.	La Longueur de la paille.....	52
Figure 4.6.	La longueur du col de l'épi.....	54
Figure 4.7.	La longueur de l'épi.....	55
Figure 4.8.	La longueur de la barbe.....	55
Figure 4.9.	Les épis des six variétés étudiées.....	56
Figure 4.10.	Le nombre d'épis par mètre carré.....	57
Figure 4.11.	Le nombre d'épillets stériles par épi.....	58
Figure 4.12.	Le nombre de grains de l'épi.....	59
Figure 4.13.	Le poids de mille grains.....	60
Figure 4.14.	Les rendements réels en grains.....	61
Figure 4.15.	Les rendements théoriques en grains.....	62
Figure 4.16.	Epis obtenu après hybridation.....	68

Tableaux

Tableau 1.1. Production mondiale d'orge (2009-2010).....	24
Tableau 1.2. Surface, rendement et production de l'orge en Algérie (2000-2012)	25
Tableau .2.1 .Tableau d'un croisement diallèle complet.....	32
Tableau 3.1. Précipitations de la campagne 2013-2014.....	34
Tableau 3.2. Températures mensuelles enregistrés durant la campagne 2013- 2014.....	34
Tableau 3.3. Fiches variétales des géotypes étudiées.....	37
Tableau 3.4. Les croisements réalisés	43
Tableau 4.1. Les dates des principaux stades phénologiques et mesure de la précocité	47
Tableau 4.15.Comparaison entre les rendements théoriques et les rendements réels.....	62
Tableau 4.16.Les valeurs moyennes des paramètres étudiés caractérisant les six variétés.....	64
Tableau.4.17. Résultats des croisements réalisés.....	67

LISTE DES ABREVIATIONS

ANOVA	: ANalysis Of VAriance
ANRH	: Agence Nationale des Ressources Hydrauliques
B	: El Bahia
CNCC	: Centre National de Contrôle et Certification des Semences et Plants
F	: El Fouara
FAO	: Food and Agricultur Organization
<i>H</i>	: <i>Hordeum</i>
ICARDA	: International Center For Agricultural Research In The Dry Areas
ITGC	: Institut Technique des Grandes Cultures
LB	: Longueur de la barbe
LC	: Longueur du col de l'épi
LE	: Longueur de l'épi
LP	: Longueur de la paille
Max	: Maximum
Min	: Minimum
Moy	: Moyenne
NE/m ²	: Nombre d'épis par mètre carré
NES	: Nombre d'épillets stériles par épi
NG/E	: Nombre de grains par épi
NP/m ²	: Nombre de talles par plant
NT/PI	: Nombre de plants par mètre carré
PMG	: Poids de mille graines.
R	: Rihane
RR	: Rendement réel en grain
RTH	: Rendement théorique en grain
SA	: Saïda
SF	: Surface de la feuille étendard

SO : Soufara
T : Tichedrett
UE27 : Union européenne
USA : United States American

INTRODUCTION

Aliment de base de l'humanité, les céréales ont représenté et représentent encore aujourd'hui un produit de première nécessité, particulièrement dans les pays en développement [1, 2, 3].

En Algérie, les céréales et leurs dérivés occupent une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale [1]. La consommation de ces produits est estimée à environ 205 kg/hab/an, dont elle fournit plus de 60% de l'apport calorifique et 75 à 80 % de l'apport protéique de la ration alimentaire [1].

L'orge commune (*Hordeum vulgare*. L) est une céréale à paille cultivée principalement pour son grain, utilisé en alimentation animale, en maltage et brassage, et en alimentation humaine (dans cet ordre) [4]. Leur importance n'a cessé de croître au cours de ces dernières années. Au niveau mondial, elle figure au 4ème rang après le maïs, le blé et le riz [5] avec une production moyenne de 140 Mt (moyenne 2000-2012) [6].

Au niveau national, l'orge est la deuxième céréale cultivée juste après le blé dur suivie de blé tendre puis de l'avoine [2]. Durant la dernière décennie la superficie consacrée à cette culture a passé de 215630 Ha en 2000 à 1030477 Ha en 2012 [6], alors que la production moyenne (13 million de quintaux) [6] reste faible et ne répond pas aux besoins nationaux qui dépassent 20 millions de quintaux [7,2,8].

L'orge telle qu'elle est conduite, basé sur un mode de culture pluvial et traditionnel ne peut pas donner une meilleure productivité [7].

En effet, Le choix des variétés est un élément très important pour mener une conduite avec moins de risque pour l'agriculteur. Chaque variété est choisie sur la base de plusieurs critères bien définie. Pour l'orge le choix des variétés se base surtout sur la sensibilité aux accidents, sur la qualité et le comportement face à la verse et aux maladies [2].

Bien que le nombre de variétés autorisées a la production et a la commercialisation soit assez élevé, celui des variétés adoptées et produites par les agriculteurs est beaucoup plus faible dont Sur 23 variétés d'orge, uniquement 5 d'entre elles sont produites [7,2].

La variété locale Saïda 183, occupe environ 75% de cette superficie. Elle reste la plus demandée dans l'ensemble des zones de production suivie par Tichedrett (17%) qui est localisée sur les hauts plateaux [9]. Cependant, ces deux variétés locales largement utilisées par nos agriculteurs pour leurs tolérances à la sécheresse (contrainte climatique majeure) se caractérisent par leurs sensibilités aux maladies causant d'importantes pertes de rendements [10]. D'ou la nécessité d'améliorer une gamme variétale performante, diversifiée et adaptées à nos conditions à base de ces deux variétés (en utilisant notre patrimoine génétique). A cet effet, depuis l'adoption de la loi relative à l'instruction du catalogue officiel des variétés et des espèces cultivées en Algérie, l'évolution de la gamme variétale a connu un dynamisme particulier [11].

Notre étude fait partie d'un thème de doctorat réalisé par Melle SEDIRA H. L'expérimentation à pour objectif de connaître le comportement d'un certain nombre de variétés locales et introduites d'orge (*Hordeum vulgare L*) dont la contribution permettra une meilleure connaissance de leurs capacités agro écologiques, notamment au matière de résistance à la sècheresse et aux maladies afin d'identifier les plus performantes d'entre elles, de point de vue productivité et adaptabilité aux conditions climatiques subhumides, et aussi d'établir un programme de croisement entre les génotypes étudiés. La création des hybrides est effectuée en vue de mettre en évidence un effet hétérosis dans les différents croisements afin d'élargir la gamme variétale de l'orge.

CHAPITRE 01 : GENERALITE SUR L'ORGE

1.1. Origine et historique de l'orge

L'orge commune (*Hordeum vulgare* L.) est l'une des plus anciennes cultures. Pour de nombreux siècles, l'orge a nourri le bétail, les personnes, et même l'esprit des gens. L'interprétation de son nom de genre, *Hordeum*, est dérivée du mot par lequel les gladiateurs romains étaient connus, «hordearii,» ou «orge hommes», qu'ils ont consommé l'orge pour leur donner la force et l'endurance [12].

Caractérisée par son extraordinaire adaptation aux conditions extrêmes, l'orge est la céréale dont l'aire de culture est le plus étendu dans le monde [13,14]. Ainsi, pendant l'Antiquité et jusqu'au deuxième siècle avant J.C, l'orge était la céréale la plus utilisée pour l'alimentation humaine dans les régions du Croissant fertile, d'Europe et du bassin méditerranéen [15].

Comme le blé, le centre d'origine de l'orge se situe dans les zones de Croissant fertile [16,5], leur domestication était plus ancienne que celle du blé [17]. 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 J.C [16,15].

H. spontaneum, orge sauvage à 2 rangs répandue depuis la Grèce et la Lybie jusqu'au Nord-est de l'Inde est presque unanimement reconnue comme la forme ancestrale de l'orge cultivée (*Hordeum vulgare* L.), avec laquelle elle est parfaitement interfertile [18, 19, 20].

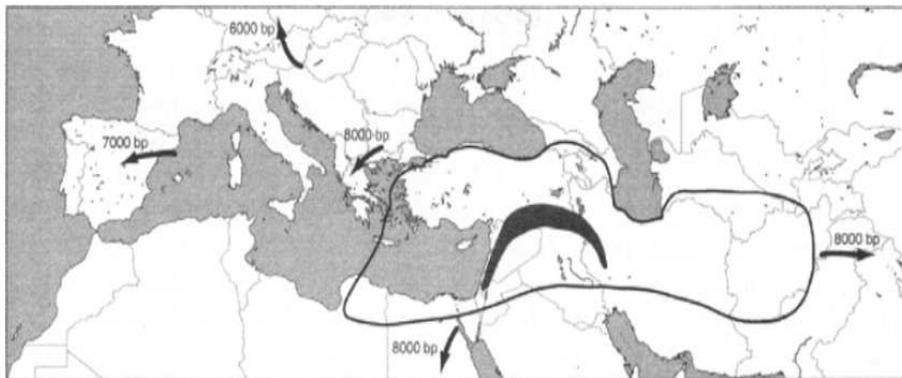


Figure 1.1. Le Croissant fertile, la région de la domestication de l'orge cultivée (*H. vulgare ssp. vulgare*), la distribution de l'ancêtre sauvage de l'orge (*H. vulgare ssp. spontaneum*) (dans la ligne continue), et le temps approximative (année avant le présent) pour l'orge cultivée pour atteindre différents régions [21].

1.2. Systematique de l'orge

L'orge commune (*Hordeum vulgare L.*) est une espèce diploïde qui possède sept paires de chromosomes ($2n=14$) [22]. Elle appartient au genre *Hordeum*; à la tribu des Triticeae, qui est la plus importante tribu dans la famille des *Poaceae* [23, 21,24]. C'est l'une des céréales les plus diversifiées. Elle peut être annuelle ou vivace, à six rangs ou deux rangs, vêtus ou nu, de printemps ou d'hiver [25].

1.3. Description de la plante

Sur la partie aérienne de l'orge, on distingue une tige principale appelée le maître brin et des tiges secondaires appelée talles qui naissent à la base de la plante, chaque tige est composée de plusieurs entre-nœuds situés entre la base et le sommet. A maturité les tiges sont creuses [15].

Les feuilles sont disposées de part et d'autre de la tige en position opposées. Chaque feuille prend naissance à l'aisselle d'un nœud. La feuille se compose de quatre parties: la gaine, les stipules (oreillettes), la ligule et le limbe [15]. L'inflorescence est un épi blanc, barbu le rachis porte sur chaque article trois épillets uniflores: une médiane et deux latéraux. Ceux-ci sont attachés

directement sur les nœuds de rachis en position alterné, sur deux rangées [13].

Les épillets latéraux peuvent se développer normalement et ainsi conférer la morphologie orge à "6 rangs" ou être stériles, réduits à des vestiges et caractériser les orges à "2 ou 4 rangs" [26].



[27]

Figure.1.2. Epi et épillet d'orge à six rangs et à deux rangs.

Les fleurs sont attachées sur le rachillet et comportent en générale chacune typiquement trois étamines et un ovaire à un seul carpelle. Les étamines (organes reproducteurs mâles) se composent d'anthères renfermant le pollen (gamètes mâles) et les filets. Le pistil (organe sexuel femelle) est composé de stigmatte et de l'ovaire [15]. La figure 1.1 montre la fleur et les pièces florales d'orge.

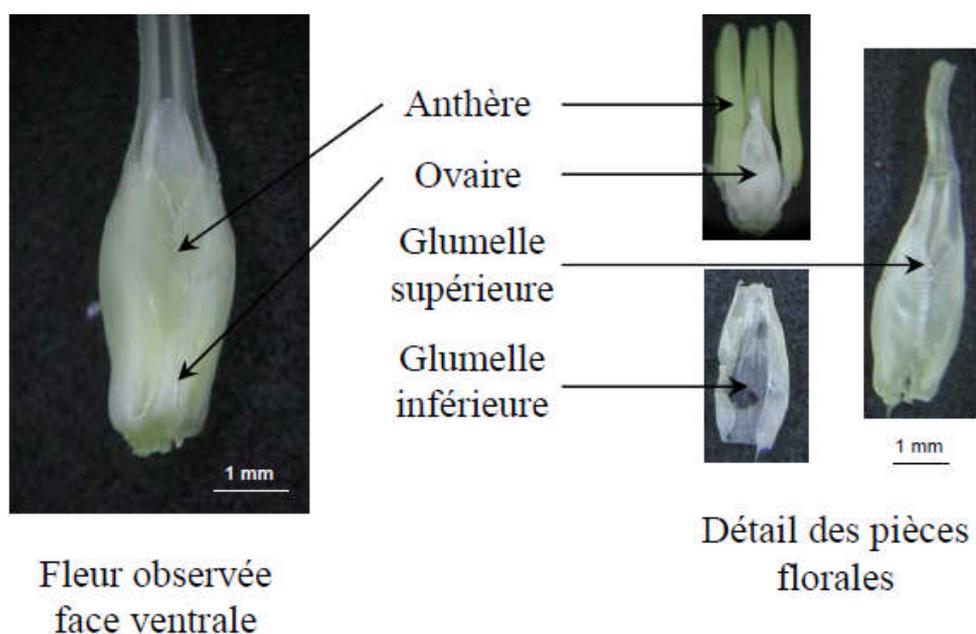


Figure 1.3. Fleur et pièces florales d'orge [26].

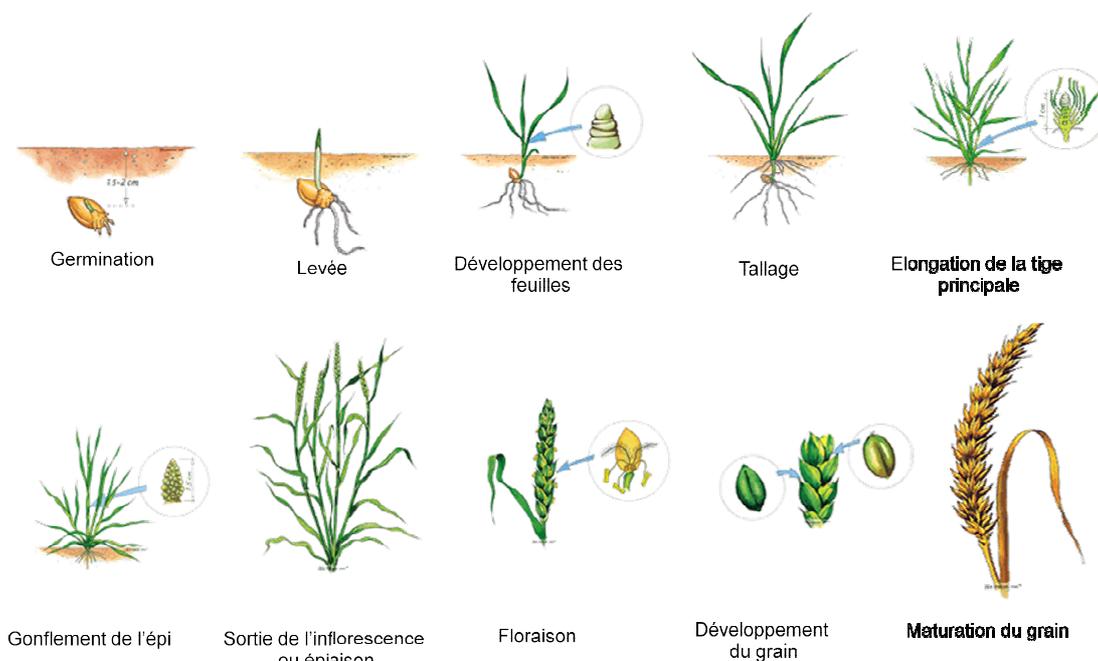
L'orge cultivée est une espèce nettement autogame, les anthères émettent souvent une grande partie de leur pollen dans leur fleur d'origine [14]. Le grain est un caryopse à glumelles adhérentes dont l'anatomie est assemblable à celle du grain de blé [28].

1.4. Cycle de développement

L'identification des stades de développement des céréales est une nécessité absolue, car chacun des stades de la culture a une part dans l'élaboration des composantes du rendement. Des échelles de notation des stades phénologiques ont été élaborés dont les plus courantes sont celles de ZADOKS ; FEEKES et JONARD. On dit qu'un stade est atteint lorsque la moitié (50%) des plantes observées est à ce stade [15].

Après le semis et en présence d'un minimum d'eau, la graine passe d'un état de vie ralentie à un état de vie active. Cette étape dépend de la faculté germinative, de la température et de l'humidité du sol. Just après l'apparition des quatre premières feuilles, commence le tallage qui se caractérise par l'entrée en croissance de bourgeons différenciés à l'aisselle de ces feuilles en

donnant des talles primaires qui peuvent donner aussi des talles secondaires. Le nombre de talles formées est une caractéristique variétale mais fortement dépendante des conditions de milieu : température, eau, azote et des techniques culturales. La fin de cette phase est observée lorsque la jeune inflorescence est d'environ 1 cm au dessus du plateau de tallage. On atteint donc le stade début montaison [15].



[29]

Figure.1.4. Cycle de développement des céréales.

Dès le début de la montaison, on assiste à une différenciation des pièces florales, organes sexuels ; et enfin méiose pollinique. En parallèle, la tige et l'inflorescence s'allongent. Les apex des talles se différencient des ébauches d'épillets et des pièces florales et montent. Seules quelques talles donneront des épis. Peu après, l'inflorescence (épi) sort de la gaine de la dernière feuille : c'est le stade épiaison qui est un stade très important sur le plan agronomique. La précocité de l'épiaison est un caractère très recherché dans les zones semi arides dans la mesure où il permet d'éviter aux cultures les sécheresses de fin de cycle. Cependant, dans les zones connues par les gels tardifs, la précocité peut constituer un handicap [15].

La fécondation et l'anthèse suivent de quelques jours l'épiaison. Le stade floraison est atteint lorsqu'on observe l'apparition des étamines sur les épillets.

A la fin de cycle, les réserves contenues dans les tiges et les feuilles vont migrer vers les épis pour le remplissage des graines. Après une perte rapide de l'eau, le grain devient dur et sa couleur devient jaunâtre : c'est le stade de maturité physiologique [15].

1.5. Les exigences agro écologiques de la culture

L'eau

L'orge est en besoin d'environ 450 mm d'eau en moyenne au cours de leur cycle de développement par rapport au blé elle est plus exigeant en eau au début de cycle mais elle supporte la sécheresse de fin de cycle à cause de leur cycle court. Pour optimiser le rendement la culture doit satisfaire leur besoin en eau tout le long de leur cycle de développement. Selon son intensité et sa date d'apparition au cours de cycle de développement, le stress hydrique peut causer des dégâts à des degrés variables en fonction des variétés cultivées et de la date de semis [15].

En effet, les céréales en générale sont confrontées à plusieurs types de sécheresse qui les affectent au cours de leur cycle de développement, il s'agit d'une sécheresse au débuts de cycle et qui affecte l'installation de la culture, une sécheresse du milieu de cycle qui affecte principalement la fertilité des organes reproducteurs de la plante, et une sécheresse de fin de cycle qui affecte la formation et le remplissage du grain [15].

Le sol

L'orge et le blé 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 est pénalisé [15].

La température

Le zéro de germination de l'orge est de 0°C. En fonction des stades phénologiques, les effets des températures sur le rendement final sont

variables. Au début montaison, une seule journée avec une température minimale $\leq -4^{\circ}\text{C}$ est suffisante pour la destruction partielle ou totale des épis. Ceci a pour conséquence de réduire la mise en place du nombre de grains. Dans les situations de fin de cycle où les fortes températures sont fréquentes, il existe un grand risque d'échaudage des grains. En effet, l'augmentation des températures accélère la vitesse de croissance des grains et réduit leur durée de remplissage [15].

La photopériode

L'orge est comme le blé adaptée aux jours longs. Il faut que la durée d'éclairement soit d'environ 12 heures pour que l'épi commence à monter dans la tige. Au dessous de cette valeur seuil de durée de jour, il n'y a pas formation de primordia d'épillets et les plantes continueront à différencier des organes végétatifs [15].

1.6. Maladies, accidents, adventices et ravageurs

1.6.1. Maladies

- La strie foliaire: *l'helminthosporiose (Pyrenophora graminea)*:

Des stries de couleur jaunâtres puis brunes se développent à partir de la base de la feuille. Plus tard, la feuille est déchirée [30]. C'est une maladie transmise uniquement par semence. En Algérie elle est considérée comme étant la maladie des céréales la plus répandue avec une incidence atteignant jusqu'à 80%. C'est une maladie très préjudiciable du fait que les plants atteints ne produisent quasiment pas de grains [31].

- La rayure réticulée (*Pyrenophora teres*)

Cette maladie peut causer des pertes de rendement atteignant jusqu'à 40%, c'est surtout une maladie foliaire, elle affecte le grain et ce en diminuant son contenu en hydrates de carbone et de ce fait son poids est réduit. En Algérie c'est la maladie de l'orge la plus répandue après la maladie striée [31].

- L'oïdium : (*Erysiphe graminis f.sp.hordei*)

Elle est l'une des maladies les plus importantes. Elle prive la plante des éléments nutritifs et réduit la capacité photosynthétique des feuilles [15].

- La rouille brune : (*Puccinia hordei*)

La rouille brune est très fréquente sur les cultures de blé et d'orge, et plus particulièrement pendant les années pluvieuses [15].

- La jaunisse nanisante: (VJNO: virus de la jaunisse nanisante de l'orge)

Ce virus est transmis principalement par les pucerons. Les résultats de recherche sur l'orge ont montré que les pertes potentielles de rendement peuvent atteindre 80%.

- Le charbon couvert: (*Ustilago hordei*)

Le charbon couvert de l'orge est la maladie charbonneuse la plus fréquente chez les orges. Les dégâts que cette maladie peut causer sont considérables lorsqu'on sait que les pertes de rendement sont proportionnelles au nombre de plantes infectées.

- le charbon nu:(*Ustilago nuda*)

C'est un charbon à infection florale : le parasite se trouve à l'état latent dans l'embryon [13].

1.6.2. Accidents

- La verse: l'orge est des trois céréales (blé, orge, avoine) la plus sensible à cet accident. L'orge d'hiver, à tallage très fort, à paille haute, lignifiant tardivement est plus sensible à la verse que l'orge de printemps [13].
- Le gel hivernal: Les dégâts dus au froid sont très semblables à ceux observés chez le blé d'hiver : dégâts sur rhizome, sur plateau de tallage, sur feuilles. Ils sont d'autant plus graves que la chute de température est plus brutale et la variété plus sensible [13].

1.6.3. Adventices

Parmi les adventices les plus répandues dans les champs de céréales d'automne et également l'orge on trouve :

Des monocotylédones comme : Le brome rigide (*Bromus rigidus roth.*), l'avoine stérile (*Avena sterilis L.*), la folle avoine (*Avena spp.*), le ray-grass (*Aolium spp.*), et le chiendent (*Cynodon dactylon*) [15].

Des dicotylédones comme : Les motardes des champs (*Sinapis arvensis L.*), la ravenelle (*Raphanus raphanistrum.L*), les coquelicots (*Papaver rhoeas*), le liseron des champs (*Convolvulus arvensis L*), le mélilot (*Méililotus spp*) et autres [15].

1.6.4. Ravageurs

La cécidomyie, les pucerons, les punaises, le cèphe des chaumes, se rencontrent sur orge comme chez les autres céréales [15]. L'orge est par ailleurs particulièrement sensible aux nématodes [13].

1.7. Utilisation de l'orge

L'orge a de nombreuses utilisations économiques. Au cours des dernières années, 55% - 60% de la récolte d'orge est utilisé pour l'alimentation animale, 30% - 40% pour le malt, 2% - 3% pour la nourriture humaine, et environ 5% pour les semences. C'est un aliment riche en glucides, avec des quantités modérées de protéines, de calcium et de phosphore. Il a également de petites quantités de vitamine B [4].

Pour l'alimentation humaine, l'utilisation de l'orge demeure aujourd'hui importante dans quelques cultures autour du monde, en particulier en Asie et en Afrique du nord, et il y a un retour important dans le monde entier en consommation d'orge en raison de sa valeur nutritive [25]. En Algérie, ses formes d'utilisation sont surtout la galette, le couscous et la soupe suivant les régions [3].

Pour l'alimentation animale, l'orge peut être pâturée au stade tallage (orge d'hiver), ou récoltée en vert à l'épiaison, en culture pure ou en association

avec une légumineuse (vesce d'hiver ou de printemps) [9]. Elle contribue à l'augmentation de la concentration énergétique des rations que doivent recevoir les animaux ayant une capacité de production accrue ou qui sont conduits d'une manière intensive [33].

Dans les pays industrialisés l'orge est principalement utilisée dans la brasserie [33]. En Amérique du Nord et en Europe de l'Ouest, près de 30 % de la production de l'orge est utilisée pour la production du malte nécessaire pour la fabrication de la bière, pour d'autres boissons alcoolisées, comme le whisky écossais et imitations, ainsi que pour des sirops de malte qui sont ajoutés à différents produits alimentaires [34].

La quantité d'orge utilisée pour la production d'éthanol a été augmentée de façon significative, en particulier dans certains pays de l'UE. [4].

1.8. Situation économique de L'orge

1.8.1. Dans le monde

L'orge est la quatrième céréale cultivée au rang mondial après le maïs, le blé et le riz [5]. La production mondiale d'orge est 4 à 5 fois moindre que celle de blé ou de maïs. L'Union européenne, avec 62 millions de tonnes, représente près de 42 % de total et occupe pour l'orge la même position dominante que les États-Unis pour le maïs [37].

Le tableau suivant représente la production finale d'orge (2009-2010).

Tableau 1.1. Production mondiale d'orge (2009-2010) [37].

	2009/2010	
	Millions de tonnes	%
USA	4.9	3.3
Canada	9.5	6.4
Australie	8.3	5.6
Russie	17.8	12.0
Ukraine	11.9	8.0
UE27	61.9	41.6
Total	148.8	100.0

1.8.2. En Algérie

En Algérie, la culture de l'orge est pratiquée essentiellement sur les hauts plateaux [38].

Tableau1.2. Surface, rendement et production de l'orge en Algérie (2000-2012) [6].

Année	Surface(Ha)	Rendement (qx/Ha)	Production (tonnes)
2000	215630	7,573	163287
2001	515690	11,143	574654
2002	401400	10,367	416112
2003	782380	15,619	1221980
2004	915440	13,235	1211600
2005	684648	15,085	1032819
2006	812280	15,215	1235880
2007	971246	12,218	1186658
2008	435963	9,082	395922
2009	1250762	17,616	2203359
2010	1018792	12,839	1308035
2011	852379	12,954	1104208
2012	1030477	15,446	1591715

L'analyse de l'évolution des superficies durant cette période montre qu'il y a une augmentation dans les superficies réservées à cette culture passant de 215630 ha en 2000 à 127561 ha en 2009 [2].

Pour la production de l'orge durant cette période elle était faible et a connu des fluctuations d'une année à une autre où le plus haut niveau (22033586 qx) a été enregistré en 2009 et le plus bas niveau (1632870 qx) en 2000. Cette fluctuation est due principalement aux aléas climatiques et en particulier à la sécheresse [2].

De même pour les niveaux des rendements, qui sont très faibles par rapport aux rendements moyen dans le monde et aussi instables, variant entre 7,6 qx/ha en 2000, 15,1q/ha en 2005 pour atteindre 17,6 qx/ha en 2009 [2].

Pour couvrir les besoins nationaux en orge qui sont supérieurs aux 20 millions de quintaux l'Algérie fait recours aux importations [8].

L'orge est une espèce très adaptée aux systèmes de cultures pratiques en zones sèches. Cette adaptation est liée à un cycle de développement plus court et à une meilleure vitesse de croissance en début du cycle [38].

La culture de l'orge, de par ses caractéristiques, s'insère bien dans les milieux caractérisés par une grande variabilité climatique où elle constitue avec l'élevage ovin l'essentiel de l'activité agricole. Elle est exclusivement à destination fourragère [38].

Deux variétés locales, Saïda et Tichedrett couvrent l'essentiel des superficies qu'occupe cette espèce. Des variétés nouvelles ont fait leur apparition en milieux producteurs, mais elles n'occupent toutefois que des superficies limitées suite à leur faible adaptabilité à l'environnement de production. Elles sont irrégulières et produisent peu de paille, sous stress. La sélection de nouvelles variétés relativement mieux adaptées et plus reproductives reste donc un important objectif de recherche [38].

CHAPITRE 02 : AMELIORATION GENETIQUE DE L'ORGE

Compte tenu de l'importance de l'orge au plan mondial, un très grand nombre de chercheurs travaillent dans le cadre de l'amélioration variétale de cette espèce [33].

L'amélioration des plantes peut être globalement définie comme l'ensemble des activités tendant à l'ajustement génétique des plantes au service de l'homme et comme la réalisation de multiples adaptations aux milieux physique, biologique et économique [22].

2.1. Les objectifs de l'amélioration

Il en résulte que les objectifs généraux d'amélioration des céréales vont être tournés vers la diminution des coûts de production, vers une meilleure régularité des rendements et de la qualité et vers une adaptation des caractéristiques des grains aux utilisations industrielles [14].

2.1.1. La productivité

La productivité est la capacité potentielle d'une variété à produire des rendements élevés quand les conditions optimales sont réalisées. La productivité est donc étroitement dépendante du milieu. Les caractères quantitatifs sont sous la dépendance de plusieurs gènes [39].

2.1.2. Résistance à la verse et adaptation au milieu physique

Les conditions de milieu favorables à la croissance conduisent à un tallage exacerbé de l'orge, qui est une des causes de la verse. Le critère de résistance à la verse a été l'un des plus cruciaux à améliorer constamment, pour permettre des étapes renouvelées d'intensification de la culture. Ceci a été possible en raccourcissant la paille [14].

Pour l'adaptation au milieu physique, on recherche la résistance au froid, à la sécheresse, à la pluie ou autres pour atténuer les conséquences agro-climatiques [39].

2.1.3. Résistance aux maladies et parasites

La création des variétés résistantes génétiquement aux parasites et aux agents pathogènes est une solution à certains problèmes de pathologie face auxquels aucun traitement chimique n'existe (moins polluante que la lutte chimique) [39].

2.2. Méthodes de la création variétale

L'amélioration des plantes cultivées dépend essentiellement de la sélection végétale. Cette dernière comprend deux activités distinctes:

-La sélection créatrice (ou amélioratrice) qui assure la création de variétés nouvelles.

-La sélection conservatrice qui veille au maintien des caractéristiques spécifiques des variétés obtenues [40].

Les plantes autogames comme le blé et l'orge se reproduisent naturellement par autofécondation. Pour créer de nouvelles variétés, il faut d'abord provoquer des hybridations artificielles [41].

La création variétale passe par plusieurs étapes importantes :

Elle commence par une création du matériel de départ sur lequel on réalise une sélection créatrice puis une sélection conservatrice [41].

2.2.1. Création de matériel de départ

2.2.1.1. Croisement intraspecific

Dans la grande majorité des cas, les génotypes sont croisés à l'intérieur d'une même espèce avec un ou plusieurs partenaires qui apporte des qualités complémentaires ou qui intensifient, par effet cumulatif, les performances [41]. Ceci se fait par l'intermédiaire des recombinaisons réalisées à la méiose de l'hybride et au cours des méioses successives d'autogamie qui ramèneront un état homozygote. Les variétés parentales peuvent être étroitement apparentées ou pas. Le choix parental se fait au préalable sur la base d'observations phénotypiques des variétés locales ou introduites d'une espèce donnée. Celles-ci permettent d'opérer, dans un milieu donné, une

sélection de variétés présentant un ou plusieurs caractères recherchés par l'améliorateur. Sur la base de ce caractère, des formes parentales sont choisies et serviront de base aux croisements. La connaissance du patrimoine héréditaire (génotypes) de chaque variété est essentielle car elle détermine la nature des produits qui seront issus de ces croisements [42].

En effet, les croisements donnent naissance à des variétés souvent plus performantes que les parents pour un ou plusieurs caractères donnés. Dans certains cas, le premier croisement peut être suffisant pour l'objectif visé par l'améliorateur, sinon il y a recours à un back-cross.

Le résultat de croisement (F_0) qui sème l'année suivante, donne naissance à une descendance de plantes homogènes (F_1), qui ne présente pas de ségrégation si les parents sont homozygotes. On note les caractères dominants dans la F_1 de chaque hybride ainsi que les cas observables de vigueur hybride (phénomène d'hétérosis). C'est pour cela que la sélection ne débute qu'en F_2 (population ségrégant). A ce stade, l'améliorateur opte pour telle ou telle méthode conventionnelle de sélection [43].

Après croisement de variétés différentes, les Lignées homozygotes ne sont produites qu'après plusieurs générations d'autofécondations (F_6 à F_{10}) [44]

2.2.1.2. Croisement interspécifique

L'échange d'un matériel héréditaire entre espèces peut se produire spontanément. Cependant, il est souvent nécessaire de réaliser artificiellement des croisements interspécifiques lorsque le caractère recherché n'existe pas dans l'espèce elle-même (introgression) ou lorsqu'on veut créer à partir d'espèces existantes une plante qui combinerait les caractères des deux espèces [42].

2.2.1.3. Mutagenèse artificielle

Divers agents, tels que les rayonnements (x, gamma, neutrons), et les substances chimiques très variées provoquent lorsqu'ils sont utilisés, des perturbations et modifications du code génétique. Le problème majeur de ces traitements est qu'ils ne sont ni spécifiques de la nature d'une mutation, ni précis en ce qui concerne les points d'impact [42].

2.2.1.4. Le génie génétique

C'est le travail directement au niveau du gène, afin d'essayer d'associer les gènes intéressants de plusieurs individus ou espèces [40].

2.2.2. La sélection créatrice

2.2.2.1. La sélection généalogique

En partant d'une F2 très hétérogène, des autofécondations successives aboutissent à la création d'une lignée très fortement homozygote pour ces caractères. Si elle présente des caractères intéressants, cette lignée sera déposée à l'inscription et deviendra une variété commerciale [40].

2.2.2.2. La méthode Bulk

Le sélectionneur laisse la population de départ F2 s'autoféconder pendant plusieurs générations. Au cours des autofécondations successives, les différents caractères intéressants à l'état récessif peuvent s'extérioriser en devenant homozygotes.

Le choix des plantes intéressantes commence au plus tôt en F4 (alors qu'en sélection généalogique, elle commence en F2). A partir de la F5, la technique de travail de la méthode Bulk s'identifie à celle de la sélection généalogique. Cette méthode est basée sur une évaluation individuelle et le choix ne peut être précis que pour des caractères très héréditaires [40].

2.2.2.3. La sélection S.S.D. (Single Seed Descent)

Cette méthode utilisée pour la sélection des plantes à cycle court, s'applique peu chez les céréales. Elle convient pour les espèces qui donnent facilement plusieurs générations par an et peu de graines.

Pendant six à sept générations, le sélectionneur prélève des grains par plante et la resème. Il garde ainsi un exemplaire, au moins de chaque plante de la population. Au cours de ces multiplications successives, les plantes deviennent homozygotes. La sélection généalogique prend alors le relais [40].

2.3. Haplodiploïdisation

Le sélectionneur peut disposer maintenant d'un outil très sophistiqué, mais exigeant en compétence et en budget qui permet d'accélérer le processus de travail : c'est l'haplodiploïdisation [40].

Une plante haploïde est une plante dont le nombre de chromosomes est égal au nombre chromosomique des gamètes de la plante dont elle est issue pour l'orge ($2n=14$), une plante haploïde aura 7 chromosomes [43,44, 45,46].

Le processus qui conduit à l'obtention de plantes haploïdes à partir de différentes cellules des gamétophytes mâles ou femelles, puis d'haploïdes doublés, est appelé "haplodiploïdisation" ou encore "haploïdie". Il résulte d'anomalies naturelles ou provoquées de la reproduction sexuée ou de la mise en œuvre de méthodes de cultures in vitro. Il est rendu possible in vitro grâce à la totipotence des cellules végétales, phénomène fondamental qui permet de tels développements et que possèdent les jeunes gamétophytes [26, 43, 44].

L'haplodiploïdisation désigne un ensemble de techniques de laboratoire qui permettent d'obtenir des plantes à partir de cellules gamétiques, sans faire intervenir la fécondation [40]. La première plante haploïde a été signalée en 1922 chez le datura par Blakeslee et al [46]. Le premier haploïde de céréale est observé en 1926 à Cambridge par Gains et Aase : il provenait d'un croisement interspécifique entre *Triticum compactum* et *Aegilops cylindrica* [43]. L'haploïdie a été signalée chez l'orge en 1934 [22].

2.4. Hybridation diallèle

Le croisement diallèle comprend tous les croisements possibles entre un certain nombre de variétés [47].

Dans ce type de plan on croise l'ensemble des p parents, soit dans les deux sens (comme mâle et comme femelle) et le diallèle est complet et compte p

(p-1) croisements soit dans un seul sens. Le diallèle complet permet de tester les effets du cytoplasme [48].

Tableau .2.1.Tableau d'un croisement diallèle complet [48].

	A1	A2	A3	A4	A5
A1					
A2					
A3					
A4					
A5					

C'est un plan très puissant, utile pour décomposer les variances d'aptitudes générales et spécifiques à la combinaison dans la prédiction des valeurs hybrides [48].

CHAPITRE 03 : MATERIELS ET METHODES

3.1. Objectif de travail

Notre étude a consisté à suivre le comportement de six variétés d'orge dans les conditions climatiques subhumides en étudiant leurs caractéristiques agronomiques. En parallèle, nous avons établi des croisements en prenant chaque variété une fois comme parent femelle et une fois comme parent mal.

3.2. Site de l'expérimentation

L'expérimentation a été conduite à la station expérimentale de département de l'agronomie de l'université de Blida 1 durant la campagne agricole 2013-2014.



[49]

Figure 3.1. Site de l'expérimentation.

3.3. Les conditions climatiques

3.3.1. La pluviométrie

Le **Tableau 3.1** représente la pluviométrie enregistrée à la station ANRH de Blida durant la campagne agricole 2013-2014.

Tableau 3.1. Précipitations de la campagne 2013-1014 50].

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Totale
Précipitations (mm)	12,2	16,2	148,3	95,7	74,7	63,4	109,9	2	14,4	536,8

Globalement, la pluviométrie cumulée à la région durant la campagne agricole 2013-2014 a été satisfaisante en considérant le cumul total (536,8 mm de septembre à mai) qui a été inférieure à celle de la campagne précédente (715 mm).

3.3.2. La température

Le Tableau 3.2 représente les données concernant les températures enregistrées à Blida durant la campagne 2013-2014.

Tableau 3.2. Températures mensuelles enregistrés durant la campagne 2013-2014 [50].

Températures	Sep	Oct	Nov	Déc	Janr	Févr	Mar	Avr	Mai
Max(C°)	28,7	20,9	21,3	16,7	17,5	16,6	18	25	25,7
Min(C°)	19,1	13,4	12,6	8,2	9,3	7	8	12,1	12,7
Moy(C°)	23,9	17,15	16,95	12,45	13,4	11,8	13	18,55	19,2

Les températures moyennes varient entre 23,9°C au mois de septembre et 11,8°C au mois de février, qui correspondent respectivement au mois le plus chaud et le plus froid de la campagne agricole 2013-2014.

3.3.3. Diagramme ombrothermique

Le diagramme ombrothermique de GAUSSEN illustré sur la figure 3.1, permet de comparer mois par mois la température et la pluviosité. Une période de l'année est considérée comme sèche lorsque la pluviosité exprimée en mm, est égale ou inférieure au double de la température exprimée en degrés Celsius ($P \leq 2T$).

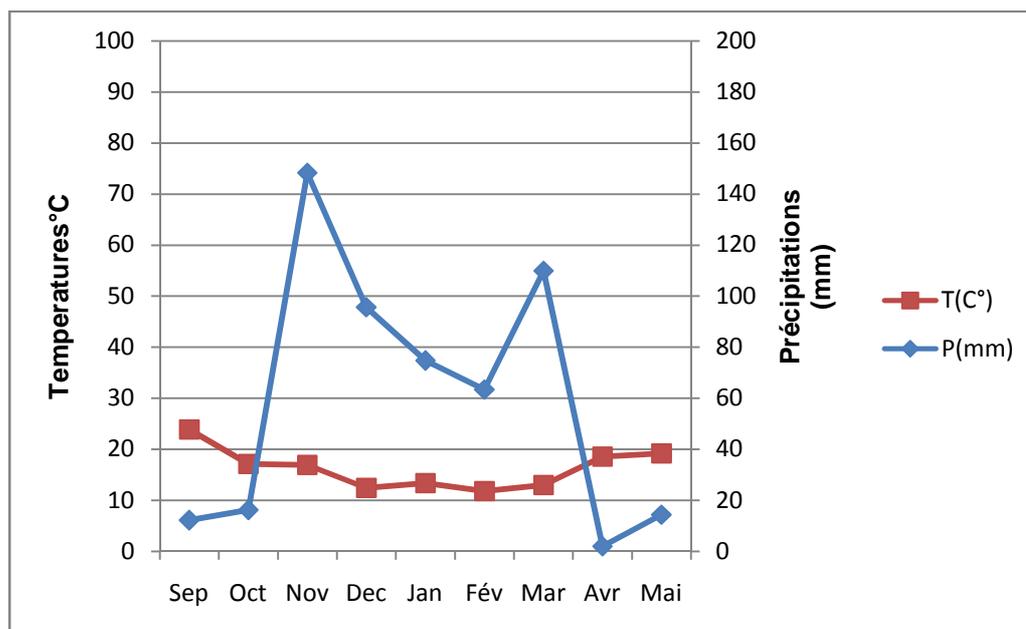


Figure 3.2. Diagramme Ombro-thermique de la campagne 2013-2014.

Le diagramme ombrothermique de la région pour la campagne 2013-2014 fait apparaître une période humide bien distincte s'étalant sur environ 6 mois, depuis octobre jusqu'à mars, et deux autres périodes sèches qui correspondent respectivement au mois de septembre et les deux mois (avril-mai).

3.4. Protocole expérimental

3.4.1. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans l'expérimentation est composé de six variétés d'orge (*Hordeum vulgare* L.) : les deux variétés autochtones Saïda 183 et Tichedrett et les variétés Rihane 03, El Fouara 97, El Bahia et Soufara. Cette dernière est la seule à deux rangs.



Figure 3.3. Les six variétés d'orge (*Hordeum vulgare* L.) étudiées.

Les principales caractéristiques de ces variétés sont représentées dans le Tableau 3.3 et la Figure 3.3.

Tableau 3.3. Fiches variétales des génotypes étudiées [51].

Variétés	Pedigree	Caractéristiques	Origine	Provenance
Tichedrett	C95203S F4N°21 1998/99	Epi à six rangs, résistante au froid et à la sécheresse, sensible aux maladies, moyennement résistante à la verse, précoce.	Lignée pure Origine : station d'amélioration des plantes de grandes cultures en 1931.	ITGC (ferme de démonstration et de production de semences de Sétif).
Saïda183	Sélection dans la population locale	Epi à six rangs, résistante au froid et à la sécheresse, sensible aux maladies, et à la verse, semiprécoce.	Lignée pure. Origine : locale.	ITGC (ferme de démonstration et de production de semences de Saïda).
Soufara	Soufara 's' sel 5AP-0AP	Epis à deux rangs, tolérante à l'helminthosporiose, et le rynchosporiose, précoce.	Station expérimentale SETIF En 1984/1985	ICARDA/Syrie
El Fouara 97	Deir Alla 106/strain205// Gerbel ICB 85-1376- 0AP-2AP-0AP.	Epi à six rangs, résistante à la verse, tolérante au froid et à la sécheresse, résistante aux maladies, tardive.	Origine: ICARDA (Syrie).	Lignée pure. ITGC (ferme de démonstration et de production de semences de Sétif).
El Bahia	Tichedrett/Rebelle C5 95203 SF4	Epi compact à six rangs, plante à paille longue	Algérie ITGC Sétif	
Rihane 03	AS 46/AVT11ATH S 2L-1AP-3AP-0AP.	Epi à six rangs, résistante à la verse, tolérante au froid et à la sécheresse, tolérante aux maladies, sensible à l'oïdium, précoce.	Lignée pure. Origine: ICARDA (Syrie).	ITGC (sélection)

3.4.2. Dispositifs expérimentaux

L'essai est composé de deux dispositifs expérimentaux

3.4.2.1. Dispositif de comportement

Le dispositif expérimental que nous avons utilisé dans l'essai variétal comprend 4 blocs aléatoires complets (4 répétitions), les six variétés sont réparties aléatoirement dans les différentes parcelles élémentaires de chaque bloc. Les dimensions de chaque parcelle élémentaire sont 3x1m qui donne une superficie de 3m².

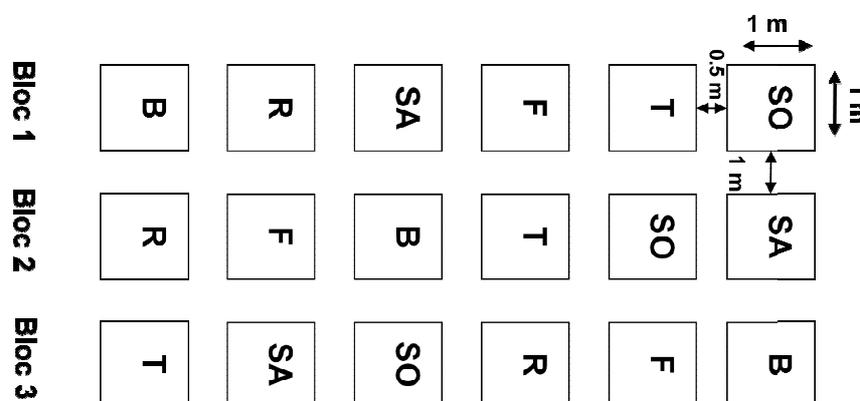


Figure 3.4. Dispositif de comportement des variétés

3.4.2.2. Dispositif de l'hybridation

Pour faire l'hybridation on a réalisé un dispositif en bloc aléatoire complet avec trois répétitions. Chaque bloc contient six parcelles élémentaires qui représentent les variétés étudiées. La surface de chaque parcelle est de 1m² (Figure 3.3).

On doit noter que dans ce dispositif, les trois blocs sont semés en trois dates différentes pour permettre d'avoir en disposition du pollen pendant toute la période de croisement.



SA : variété Saïda ; T : variété Tichedrett ; F : variété El Fouara

B: variété Bahia; R: variété Rihane; SO: variété Soufara.

Figure 3.5. Dispositif d'hybridation.

3.5. Itinéraire technique

3.5.1. Précédent cultural

Le précédent cultural dans notre essai était l'orge.

3.5.2. Travail de sol

Le travail de sol a été effectué dans l'ordre suivant :

- Un labour avec une charrue à soc,
- Passage croisé avec un cover-crop,

-Passage avec une Herse,

-Un travail manuel à l'aide d'un râteau et des binettes a été effectué pour la préparation de lit de semence et le traçage des parcelles élémentaires.

3.5.3. Semis

Il a été réalisé le 19.12.2013 pour le dispositif de comportement, et de 2 à 18.01.2014 pour le dispositif d'hybridation (semis échelonné) avec une densité de 300 graines par m².

3.5.4. Fertilisation

Deux apports d'engrais azoté ont été effectués avec l'urée 46% à raison de 1q/ha respectivement aux stades début de tallage et début de floraison.

3.5.5. Désherbage

L'élimination des plantes adventices a été effectuée manuellement au fur et à mesure de leurs apparitions. Les principaux adventices rencontrés sont :

Avena sterilis , *Trifolium campustre*, *Lolium multiflorum* , *Anagalis arvenses* , *Cichorium intybus* , *Chrysanthemum segetum* , *Papaver rhoeas*, *Medicago hispida* , *Chrysanthemum coronarum* , *Andryala integrifolia* , *Anni majus* , *Anthirrinum oranthium*, *Convolvulus arvensis* , *Silene gallica*.

3.5.6. Récolte

Nous avons commencé la récolte après la maturité complète des grains le 28-30.05.2014. La récolte, le battage et le nettoyage de chaque parcelle élémentaire a été réalisé à part et manuellement.

3.6. Méthodologie d'étude

3.6.1. Etude de comportement

Les paramètres étudiés sur les génotypes d'orge testés (Effet de génotypes).

- Mesure de la précocité

La précocité se mesure en calculant le nombre de jours depuis la levée Jusqu'au stade épiaison.

- Nombre de plants par mètre carré

Cette mesure a été effectuée au stade levé des plants (21.01.2014). Nous avons réalisés le comptage des plants à l'aide d'un carré en bois de 1m² déposé en diagonale dans les parcelles élémentaires.

- Nombre de talles par plant

Ce paramètre a été mesuré au stade plein tallage (04.02.2014).Le comptage de nombre de talles par plant a été effectuer sur 15 épis prises au hasard au niveau de chaque parcelle élémentaire.

- Surface de la feuille étendard

La surface de la feuille étendard est estimée à partir d'un échantillon de 10 feuilles, dont on mesure la longueur totale et la largeur moyenne. La surface foliaire est déduite par le formule : $SF (cm^2) = 0.606 (L \times l)$ où L = Longueur totale des 10 feuilles, l = largeur moyenne des 10 feuilles et 0.606 = coefficient de régression.

- Longueur de la paille

Cette mesure a été effectuée au stade maturité. A partir de 15 plants choisis au hasard sur chaque parcelle élémentaire, nous avons mesuré la longueur de la tige depuis le sol jusqu'à la base de l'épi en centimètre.

- Longueur de l'épi

Pour chaque parcelle élémentaire, nous avons mesuré la longueur de 15 épis pris au hasard à partir de la base de l'épi jusqu'à son extrémité supérieure (les barbes ne sont pas comprises).

- Longueur de la barbe

Sur les mêmes épis, nous avons mesuré la longueur des barbes à partir de l'extrémité supérieure de l'épi jusqu'à celle des barbes.

Les Composantes de rendement

- Nombre d'épis par mètre carré

Ce paramètre a été déterminé après la floraison (10.05.2014). Le dénombrement a été effectué à l'intérieur d'un cadre en bois de 1m² déposée en diagonale au niveau de chaque parcelle élémentaire. Il faut compter à mi-hauteur des plantes pour vérifier qu'il y'a bien des épis au sommet de la tige.

- Nombre d'épillets stériles par épi

Sur les mêmes épis nous avons fait le comptage des épillets ne contenant pas de grains.

- Nombre de grains par épi

Ce paramètre très important a été déterminé après l'égrenage manuel des 15 épis prélevés auparavant.

- Poids de mille grains

Après la récolte et le battage de chaque parcelle, nous avons prélevé un échantillon de grains puis nous avons procédé au comptage manuel de 250 grains. Ces grains ont été ensuite pesés avec une balance de précision, le résultat obtenu est ensuite multiplié par quatre pour obtenir le poids de mille grains.

- Rendement en grain
 - Rendement réel

Après la récolte, le battage et le nettoyage manuel, les grains de chaque micro parcelle élémentaire ont été pesés et les valeurs obtenues en kilogramme sont converties en qx/ha.

- Rendement théorique

C'est le rendement calculé de la variété sans compter les pertes pouvant avoir lieu. Ce rendement est estimé par la formule suivante :

$$\text{RTH (qx/ha)} = (\text{NE/m}^2) \times (\text{NG/épi}) \times (\text{PMG}) \times 10^{-4}$$

3.6.2. L'essai d'hybridation

La deuxième partie de notre travail a consisté à la réalisation des croisements entre les génotypes étudiés et l'obtention des hybrides afin d'élargir la gamme variétale de l'orge.

Nous avons commencé l'hybridation le 08-04-2014 au stade de gonflement des épis et a duré jusqu'au le 15-04-2014. Les croisements réalisés sont présentés dans le Tableau 3.4.

Tableau 3.4. Les croisements réalisés.

	Saïda 138	Tichedrett	Rihane 03	Soufara	El Bahia	El Fouara 97
Saïda 138	-	X	X	X	X	X
Tichedrett	X	-	X	X	X	X
Rihane 03	X	X	-	X	X	X
Soufara	X	X	X	-	X	X
El Bahia	X	X	X	X	-	X
El Fouara 97	X	X	X	X	X	-

3.6.2.1. Castration

C'est une opération qui consiste à enlever les étamines de la fleur. Le nombre d'épis à castrer pour chaque croisement est de 5 à 6 épis. Il faut utiliser les épis qui viennent juste de sortir de la gaine lorsque les anthères sont encore vertes et à un stade plus précoce.

Après avoir choisi l'épi à castrer, nous avons réalisé la castration selon les étapes suivantes :

- Élimination des barbes par des ciseaux
- Enlèvement des fleurs latérales et suppression des épillets de la base et du sommet qui sont souvent stériles à l'aide d'une pince,
- Suppression de la partie supérieure des fleurs avec des ciseaux en évitant de toucher les stigmates ou les anthères,
- Enlèvement des trois étamines de chaque fleur par une pince fine,
- Couverture de l'épi castré avec un sachet en papier glacé en prenant soin de l'attacher pour éviter toute pollinisation accidentelle,
- Sur le sachet on doit mentionner la date de castration, le génotype et le nombre des fleurs castrées.

3.6.2.2. Pollinisation

Le parent femelle est prêt à être pollinisé environ deux jours après la castration. Les étapes de la pollinisation sont les suivants :

- La récolte des épis choisis comme parent mâles au stade début de floraison,
- Préparation des épis pollinisateurs en coupant le haut des épillets avec des ciseaux
- Prélèvement des anthères matures à l'aide d'une pince et les faire déposer sur les stigmates de chaque fleur de l'épi castré,
- Protection de l'épi pollinisée par un sachet en papier glacé pour éviter l'introduction du pollen étranger,
- A la fin, le nom de croisement, la date de pollinisation et le nombre des fleurs polléinisées sont mentionnés sur le sachet.



Figure 3.6. Etapes de castration.



Figure 3.7. Etapes de pollinisation.

3.6.2.3. Suivi et notations

Les mesures effectuées pour les fleurs castrées sont :

- Nombre de fleurs castrées pour chaque croisement.
- Nombre de fleurs pollinisées pour chaque croisement.
- Nombre de grains hybrides obtenus pour chaque croisement.

3.7. Analyse des données

Les données recueillies ont fait l'objet d'une analyse de la variance et de comparaison des moyennes.

Pour le test ANOVA nous avons utilisés le logiciel Statistica 8 et comme dans les autres sciences biologiques, nous avons utilisé pour notre étude la probabilité d'erreur 5%.

L'effet de facteur variable est non significatif lorsque la probabilité de l'erreur est supérieure à 0,05. Par contre il est :

- Significatif lorsque $P \leq 0,05$ (**S**).
- Hautement Significatif lorsque $P \leq 0,01$ (**HS**).
- Très hautement Significatif lorsque $P \leq 0,001$ (**THS**).

Dans le cas où les différences s'avèrent significatif un test NEWMAN-KEULS est nécessaire. Ce dernier classe les groupes de traitement homogènes en se basant sur les plus petites amplitudes significatif (ppas).

Chapitre 04 : Résultats et discussions

4.1. Le comportement des génotypes étudiés

4.1.1. Mesure de la précocité

La date de levée, la date d'épiaison et la précocité à l'épiaison sont mentionnées dans le tableau 4.1.

Tableau.4.1. Les dates des principaux stades phénologiques et mesure de la précocité.

Variétés	Date de semis	Date de levée	Date d'épiaison	Précocité à l'épiaison (nombre de jours)
EL Bahia	19-12-2013	03- 04-2014	10- 04 -2014	100
EL Fouara	19-12-2013	03- 04-2014	12- 04 -2014	102
Rihane	19-12-2013	03- 04-2014	05- 04 -2014	95
Saïda	19-12-2013	03- 04-2014	09- 04 -2014	99
Soufara	19-12-2013	03- 04-2014	05- 04 -2014	95
Tichedrett	19-12-2013	03- 04-2014	07- 04 -2014	97

D'après le tableau, les variétés Rihane et Soufara présentent les variétés les plus précoces avec une durée levée – épiaison de 95 jours pour chacune suivie par Tichedrett et Saïda, alors qu'EL Bahia et EL Fouara présentent les variétés les plus tardives avec une durée levée épiaison de 100 et 102 jours respectivement.

Ces résultats concordent avec ceux obtenus par Sedira (2011) [52] et Bouchettat (2011) [53] dans la même zone d'étude qu'ils ont classé Rihane et Soufara comme les plus précoces.

La précocité est un caractère souvent recherché en zones méditerranéennes dans la mesure où il permet l'évitement du déficit hydrique terminal [54]. Elle est comme le rendement en grain soumises aux effets des années [55]. Bouzerzour et al 1998 [56], trouvent que les différences d'épiaison relative, d'année en année, sont plus courtes lorsque l'hiver est rigoureux et deviennent plus importantes lorsque l'hiver est doux.

Oosterom et al 1992 [57], montrent qu'en conditions de sécheresse, la précocité à l'épiaison est positivement corrélée avec le rendement en grain. Elle joue un rôle dans l'évitement du gel tardif, de la sécheresse et des hautes températures de fin de cycle qui sont beaucoup présentes en zones arides et semi-arides.

Fisher et Maurer (1978) ont rapporté qu'un gain d'un jour dans la précocité, induit un gain de rendement de 30 kg/ha. Selon Worland et al. (1994), la précocité à l'épiaison et par conséquent celle à maturité, sont déterminées par un ensemble complexe de gènes. Acevedo et al. (1991) estiment que l'épi des variétés adaptées doit émerger assez tôt pour que le remplissage des grains se fasse avant que les effets des contraintes thermiques et hydriques ne deviennent assez forts pour compromettre le rendement en grain in [58].

4.1.2. Nombre de plants par mètre carré

L'analyse de la variance pour ce paramètre a indiqué une différence hautement significative entre les variétés. Le nombre de plants, le plus élevé a été enregistré chez la variété Rihane avec une moyenne de $221,00 \pm 8,46$, tandis que le nombre de plants le plus faible a été enregistré chez la variété Soufara avec une moyenne de $165,00 \pm 12,92$. Le test de NEWMAN et KEULS a donné deux groupes homogènes (A, B).

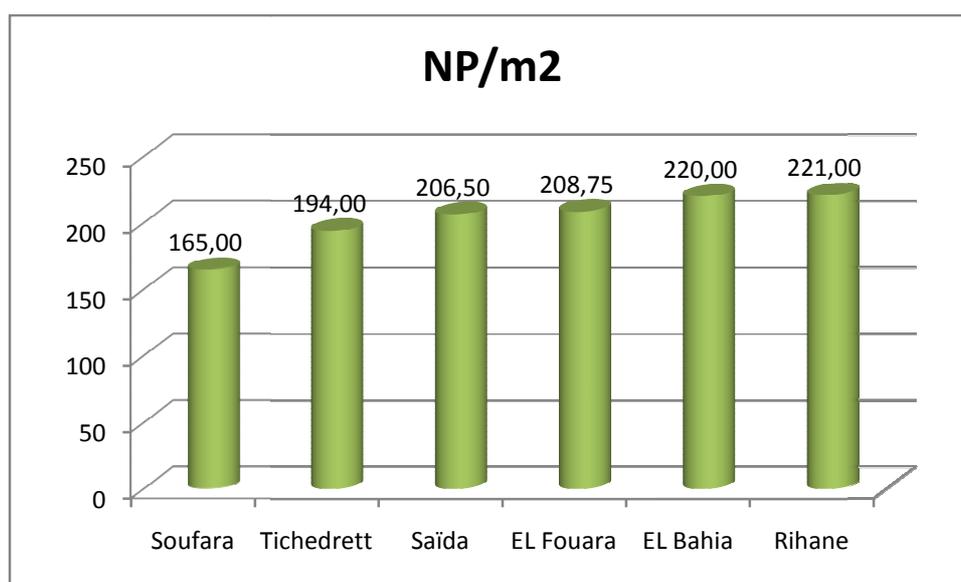


Figure.4.1. Le nombre de plantes par mètre carré.

Sedira (2011) [52] a trouvé que les deux facteurs variété et campagne et même leur interaction ont un effet positif sur le nombre de plants par mètre carré. Alors que Bouchettat (2011) [53] n'a trouvé aucune différence significative entre les génotypes pour ce paramètre mais elle a indiqué un effet significatif de la campagne.

4.1.3. Nombre de talles par plant

L'analyse de la variance a montré qu'il ya un effet hautement significatif du génotype sur le nombre de talles par plant. Le meilleur tallage a été enregistré chez les deux variétés Tichedrett et Soufara avec respectivement $6,02 \pm 0,31$ et $6,00 \pm 0,49$ talles par plant, alors que le plus faible tallage a été enregistré chez la variété EL Fouara. Le test de NEWMAN et KEULS présente trois groupes homogènes (A, B, AB).

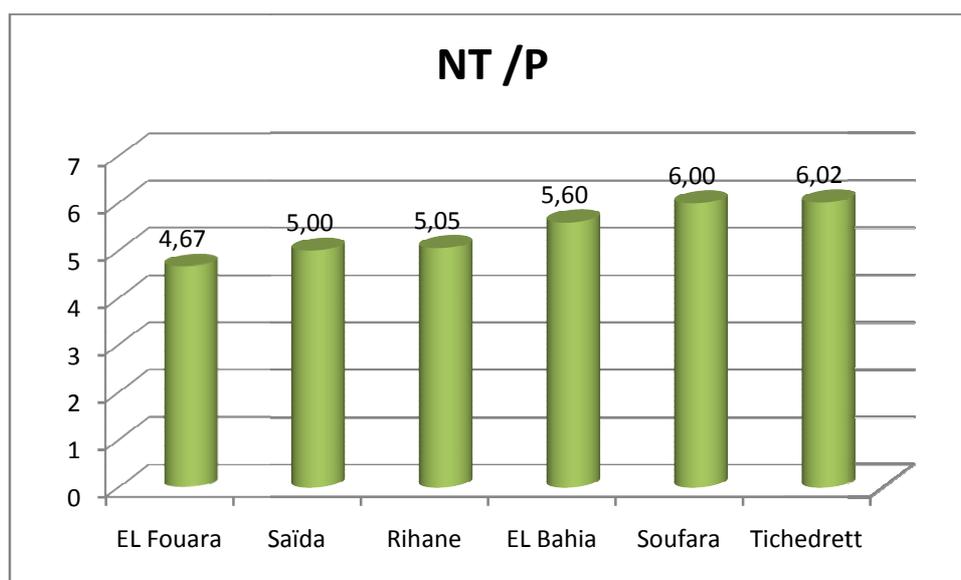


Figure.4.2. Le nombre de talles par plant.

Benbelkacem et al. (1984) [59] ont constaté qu'une augmentation importante du nombre de talles herbacées engendre une augmentation du nombre de talles épi.

Ben Salem et al (1991) [60], rapportent que dans les zones arides, le rendement est plus lié au tallage épis qu'au tallage herbacé. Ce qui s'explique



a- Stade trois feuilles



b- Stade plein tallage



c- Stade d'épiaison



d- Stade de maturation

Figure 4.3. Principaux stades phénologiques de l'orge durant la campagne 2013/2014

par le fait que dans ces zones, toutes les talles produites, sous l'effet de la compétition pour l'eau, n'arrivent pas à former des épis.

4.1.4. Surface de la feuille étandard

L'analyse de la variance pour ce paramètre a révélé un effet hautement significatif du génotype.

La plus grande surface de feuille a été enregistré chez les variétés EL Bahia et EL Fouara avec les moyenne de $10,05 \pm 0,50$ et $10,33 \pm 0,80$ cm^2 respectivement. Alors que la plus petite surface a été enregistrée chez la variété Soufara avec une moyenne de $4,67 \pm 0,55$ cm^2 . Le test de NEWMAN et KEULS présente trois groupes homogènes (A, B, C).

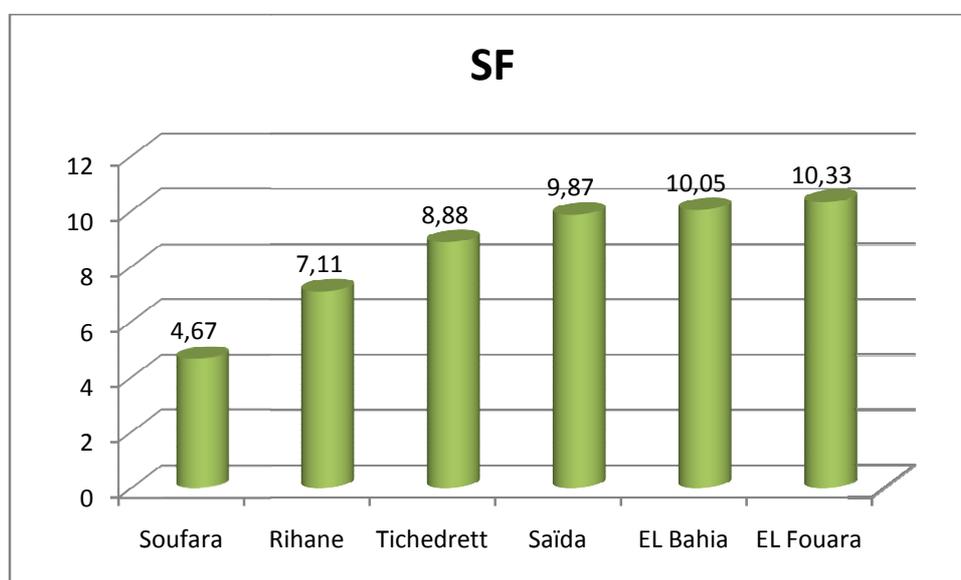


Figure.4.4. La surface de la feuille étandard.

La surface de la feuille étandard est l'un des indicateurs de la capacité photosynthétique au cours de la phase de remplissage des grains [61].

Mahmood et al (1991) [62] et Khaliq et al (2008) [63], rapportent que La surface de la feuille étandard et quelques autres composants ont montré une corrélation positive et significative avec le rendement en grain. Selon les résultats obtenus par Melahat et al (2005) [64], l'enlèvement de la feuille étandard a entraîné environ 13, 34, 24% de réduction des grains par épi, le poids des grains par épi et le poids de 1000 grains, respectivement.

Alors que Belkharchouche et al (2009) [65] rapportent que la surface foliaire détermine progressivement à la fois les quantités d'eau utilisées par la plante sous forme de transpiration et les quantités de carbone fixées par voie photosynthétique. Elle conditionne la résistance à la sécheresse, vu qu'une surface foliaire élevée perdra plus d'eau qu'une faible surface foliaire. En milieux variables, la diminution de la surface foliaire peut avoir des effets bénéfiques en réduisant de la surface évaporant et celle soumise à la radiation solaire.

4.1.5. Longueur de la paille

L'analyse de la variance pour la longueur de la paille a révélé un effet très hautement significatif avec une probabilité de (0,00004). D'après la figure, la hauteur des plantes varie entre 50,64 cm et 80,91 cm. Le test de NEWMAN et KEULS a donné plusieurs groupes homogènes (A, B, AB, AC, D). Les deux variétés locales Tichedrett et Saïda ont donné les valeurs les plus élevées qui sont $80,91 \pm 4,56$ et $70,87 \pm 3,07$ cm suivie par les variétés Rihane et EL Bahia qui ont donné des valeurs moyennes, par contre Soufara et EL Fouara ont donné les valeurs les plus faibles avec les moyennes $54,29 \pm 4,04$ et $50,64 \pm 1,97$ cm.

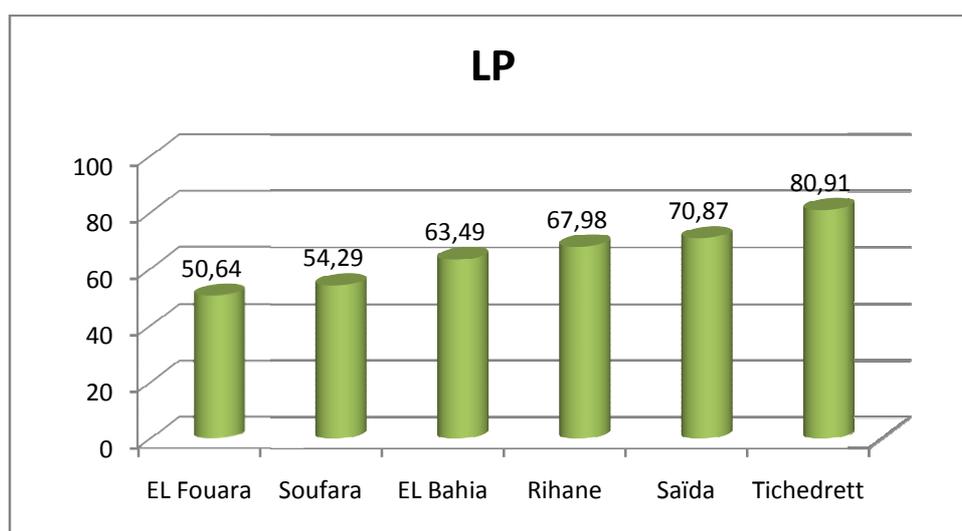


Figure.4.5. La Longueur de la paille.

Ces résultats correspondent à ceux obtenus par Sedira (2011) [52] et Bouchettat (2011) [53] dont les deux variétés locales Tichedrett et Saïda ont donné la longueur de paille la plus élevée.

La paille est un produit recherché par les agriculteurs qui en même temps sont des éleveurs, et le rendement en biomasse a été par conséquent retenu comme critère de sélection surtout dans les zones arides [66].

Une hauteur de paille importante est une caractéristique désirable, suite à ses effets bénéfiques lors des années sèches. Ces effets sont attribués à la capacité de stockage et de transfert des substrats glucidiques pour la finition du grain. Cette contribution de la hauteur du chaume avec les substrats stockés au niveau surtout du dernier entre nœud et du col de l'épi minimise la baisse du rendement en grain sous stress [65].

Nizam Uddin et Marshall (1989) [67] mentionnent que la réduction du rendement, sous stress hydrique, est plus importante chez les variétés naines que chez les variétés hautes, pour un même degré de précocité.

Siddique et al (1989) [68] ont remarqué que la corrélation négative, entre l'efficacité d'utilisation de l'eau et la hauteur de plante, est due au fait que les variétés naines valorisent mieux l'humidité du sol. En plus la hauteur du chaume est associée à un système racinaire capable d'aller en profondeur, suggérant l'adoption des variétés hautes dans les environnements à faible pluviométrie et dans des sols où il y a une humidité résiduelle exploitable en profondeur [65].

4.1.6. Longueur du col de l'épi

L'analyse de la variance indique qu'il y a un effet très hautement significatif du génotype sur la longueur du col de l'épi. La plus grande longueur a été enregistrée chez la variété Tichedrett avec une moyenne de $30,43 \pm 0,79$ cm tandis que les variétés Soufara et EL Fouara ont donné les plus petites longueurs avec les moyennes $15,69 \pm 1,12$ et $18,83 \pm 0,98$ cm respectivement. Le test de NEWMAN et KEULS classe quatre groupes homogènes (A, B, C, D).

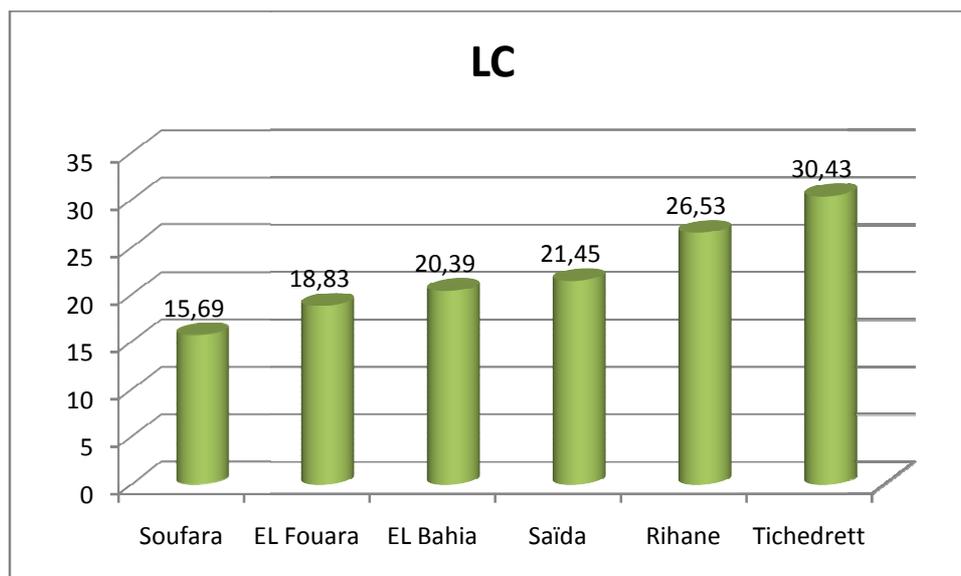


Figure.4.6. La longueur du col de l'épi.

Notre résultats corroborent ceux rapportés par Bouchettat (2011) [53] et Sedira (2011) [52] qui ont trouvé la longueur du col la plus élevée chez la variété locale Tichedrett et que la variété à deux rangs soufara et celle à six rangs EL Fouara ont donné les longueurs du col les plus faibles.

Selon Blum (1988) [69], la capacité de stockage et de transfert des substrats glucidiques stockés au niveau des chaumes et surtout au niveau de dernier entre nœud et du col de l'épi, minimise la baisse du rendement en grains.

4.1.7. Longueur de l'épi

L'analyse de la variance relative à cette variable a montré une différence très hautement significative ($P = 0.00001$), et le test de NEWMAN et KEULS a donné Cinq groupes homogènes (A, B, BC, AC D).

Les valeurs pour ce paramètre sont comprises entre $4,84 \pm 0,08$ cm et $6,55 \pm 0,28$ cm. La longueur d'épi la plus élevée a été obtenu par la variété à deux rangs Soufara avec une moyenne de $6,55 \pm 0,28$ cm suivie par la variété EL Bahia qui est la plus longue parmi les variétés à six rangs avec une moyenne de $5,88 \pm 0,34$ cm. Par contre la variété Rihane a donné la plus petite longueur avec une moyenne de $4,37 \pm 0,13$ cm.

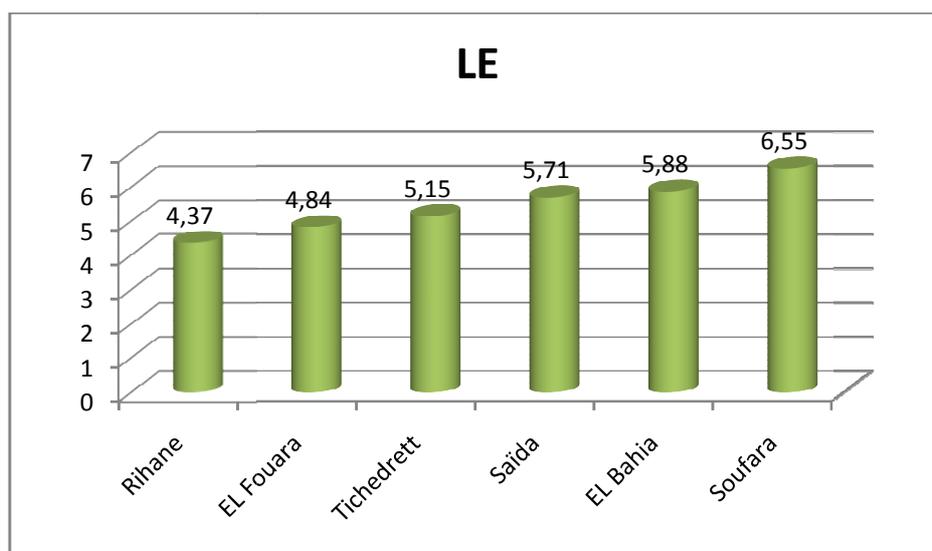


Figure.4.7. La longueur de l'épi.

4.1.8. Longueur de la barbe

L'analyse de la variance pour ce paramètre a mis en évidence un effet très hautement significatif de génotype avec une probabilité ($P= 0.00005$). Le teste de NEWMAN et KEULS a donné quatre groupes homogènes (A, B, C, AB).

La variété EL Fouara a donné la valeur la plus élevée avec une moyenne de $14,38 \pm 0,44$ cm suivie par les deux variétés locales Tichedrett et Saïda avec les moyennes $13,69 \pm 0,92$ cm et $12,74 \pm 0,14$ cm respectivement, tandis que la valeur la plus faible a été enregistré par la variété a deux rangs Soufara avec une moyenne de $9,43 \pm 0,16$ cm.

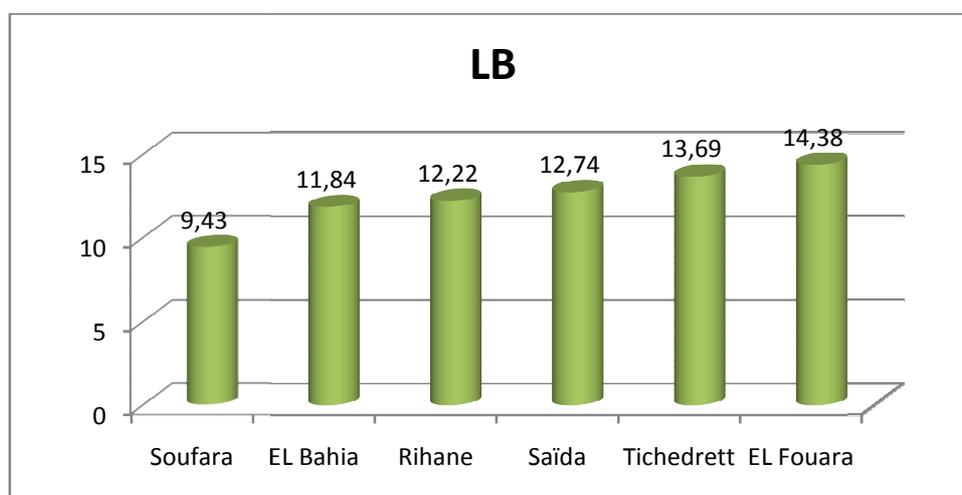


Figure.4.8. La longueur de la barbe.

Selon Melahat et al (2005) [64], les barbes sont l'un des organes les plus importants par leur surface photosynthétique, avec la feuille étendard. Blum (1985) [70], rapporte qu'une grande quantité des barbes attribut à l'adaptation des céréales contre la sécheresse. Selon ce critère, les variétés à six rangs sont mieux adaptées à ceux de deux rangs.



Figure.4.9. Les épis des six variétés étudiées.

4.1.9. Analyse des composantes du rendement

4.1.9.1. Nombre d'épis par mètre carré

L'analyse de la variance pour ce paramètre a indiqué une différence très hautement significative entre les variétés avec une probabilité ($P = 0,0002$).

La variété Soufara a donné le nombre des épis le plus élevé avec une moyenne de $534,50 \pm 60,34$ suivie respectivement par les variétés Tichedrett et Saida avec les moyennes $342,75 \pm 28,81$ et $322,75 \pm 14,04$, alors que le nombre des épis le plus faible a été enregistré par la variété Rihane avec une moyenne de $268,50 \pm 22,01$. Le test de NEWMAN et KEULS a présenté deux groupes homogènes (A, B).

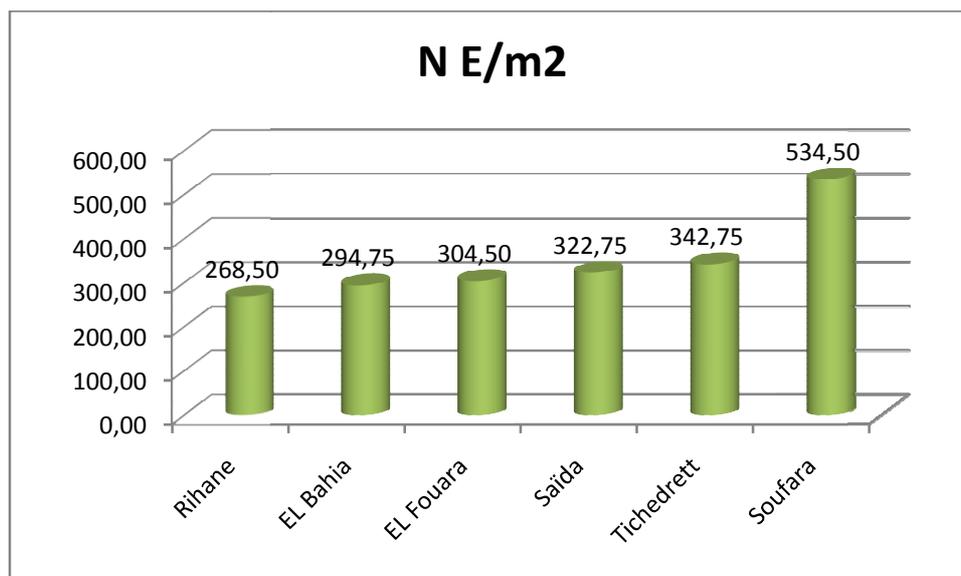


Figure. 4.10. Le nombre d'épis par mètre carré.

Selon Benbelkacem et Kellou (2000) [58], l'apparition d'un déficit hydrique au début de la montaison a pu réduire d'environ 10 à 25% le nombre d'épis, ce qui peut être compensé par des composantes ultérieures. Cette compensation dépend du parcours d'élaboration du rendement et des processus physiologiques liés au génotype.

4.1.9.2. Nombre d'épillets stériles par épi

L'analyse de la variance a montré un effet du génotype très hautement significatif pour le nombre d'épillets stériles par épi. Le test de NEWMAN et KEULS, indique la présence de quatre groupes homogènes (A, AB, BC, C). Avec un nombre des épillets stériles de $6,08 \pm 0,23$ la variété Saïda a enregistré le taux de stérilité le plus élevé suivie par la variété Rihane avec une moyenne de $5,48 \pm 0,21$, tandis que les variétés les plus fertiles sont EL Bahia et Soufara avec les moyennes d'épillets stériles de $2,97 \pm 0,98$ et $2,45 \pm 0,47$.

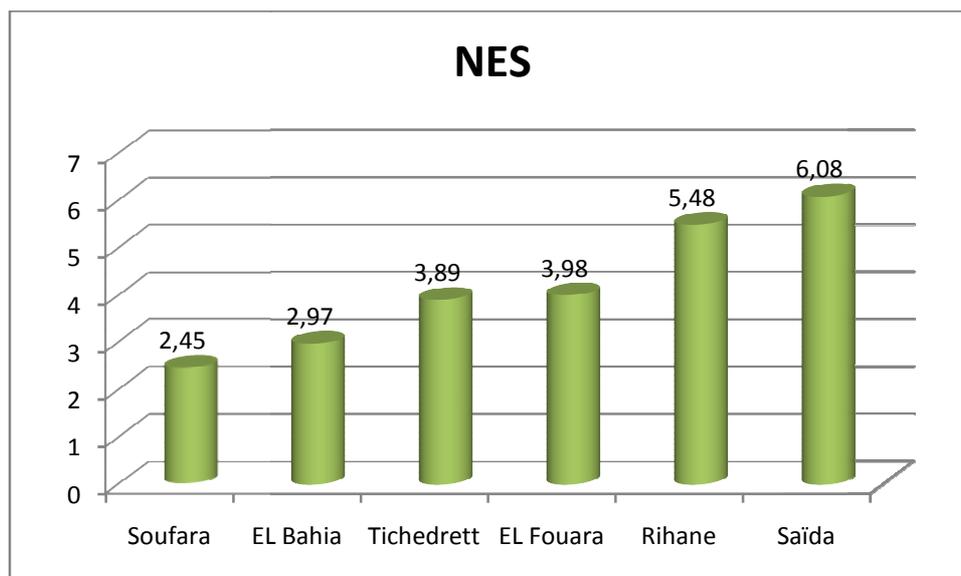


Figure.4.11. Le nombre d'épillets stériles par épi.

Bahlouli et al (2008) [71], rapportent que l'expression d'un rendement élevé est associée positivement à la fertilité des épis.

4.1.9.3. Nombre de grains par épi

L'analyse de la variance a indiqué une différence très hautement significative entre les variétés pour le nombre de grains par épis avec une probabilité de 0,000005. Le test de NEWMAN et KEULS a classé trois groupes homogènes (A, B, C). Les valeurs sont comprises entre $24,08 \pm 0,45$ et $45,73 \pm 3,00$ grains par épi. Les variétés Tichedrett et EL Bahia ont marqué le nombre de grains par épi le plus élevé avec une moyenne de $45,73 \pm 3,00$ et $44,18 \pm 3,07$ alors que Soufara a marqué le nombre le plus faible avec une moyenne de $24,08 \pm 0,45$ grains.

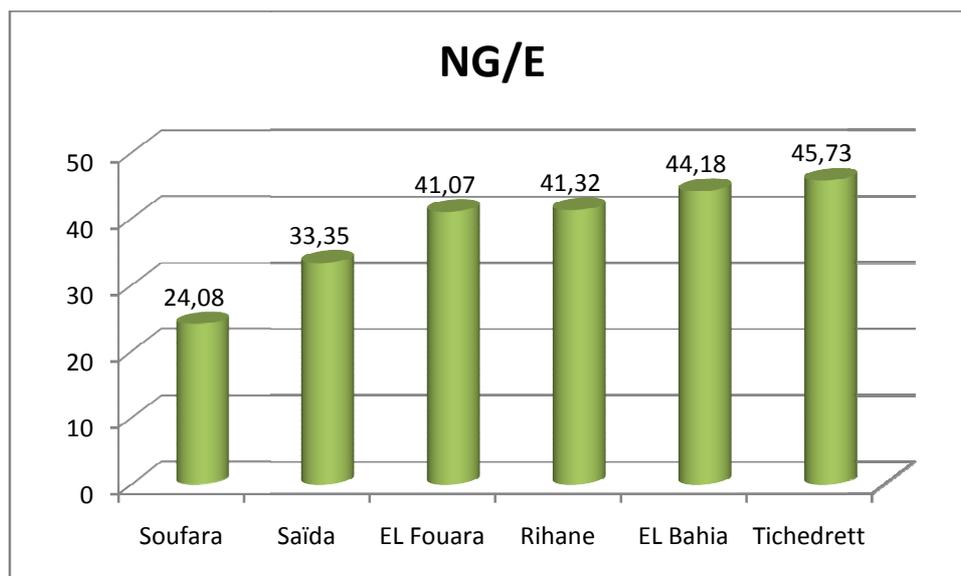


Figure.4.12 Le nombre de grains de l'épi.

Les résultats obtenus par Belkharchouche et al (2009) [65], montrent que seul le nombre de grains par épi a eu un effet déterminant sur le rendement en grains. Ceci indique que les différences du nombre d'épis et du poids moyen du grain n'étaient pas assez suffisantes pour discriminer entre les différents génotypes évalués, comparativement au nombre de grains par épi.

Bensemmane et al (2011) [72], ont trouvé que les variétés à six rangs avait un meilleur nombre de grains par épi par rapport au celles a deux rangs, ce qui explique que Soufara a donnée le nombre de grains par épi le plus faible.

4.1.9.4. Poids de mille grains

L'analyse de la variance a révélé une différence très hautement significative pour le poids de mille grains avec $P= 0,00008$. Le test de NEWMAN et KEULS a classé quatre groupes homogènes (A, B, C, AB). Les résultats sont compris entre 44 g et 61 g. Les meilleurs PMG ont été obtenu par les variétés locales Saïda et Tichedrett avec les moyennes $61,00 \pm 1,00$ et $56,00 \pm 1,63$ g, alors que le PMG le plus faible a été obtenu par la variété à deux rangs Soufara avec une moyenne de $44,00 \pm 2,83$ g.

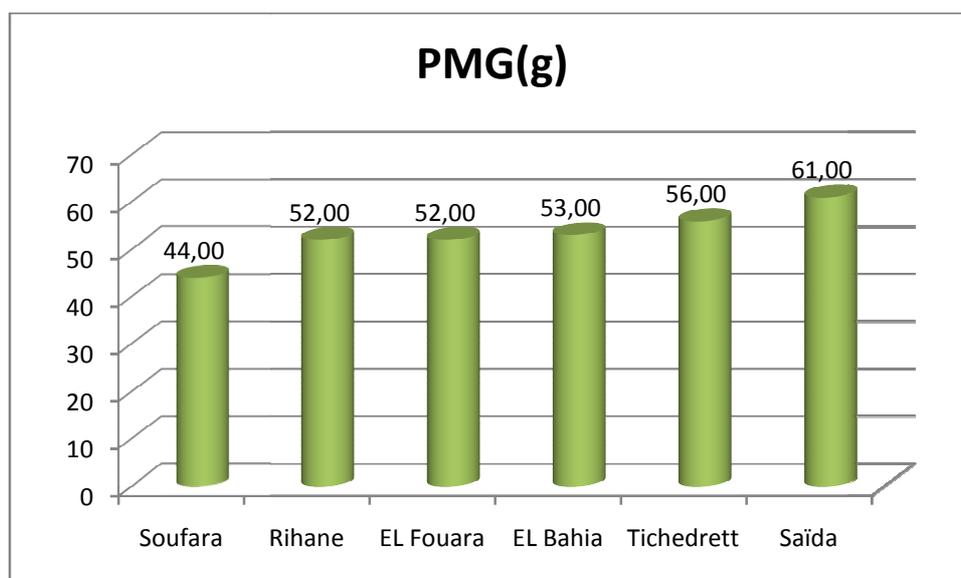


Figure.4.13. Le poids de mille grains.

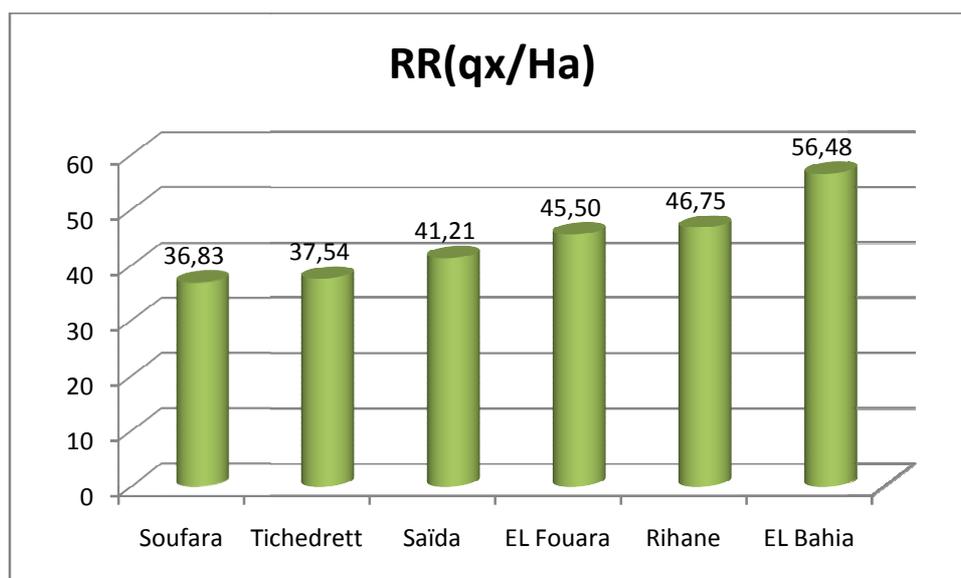
Le PMG est généralement peu maîtrisable, car il est fortement lié aux effets de l'environnement au moment de la formation et du remplissage du grain. Un manque d'eau après floraison combiné aux températures élevées (conditions fréquentes chez nous) entraîne une diminution du PMG par altération de la vitesse et/ou de la durée de remplissage ce qui se traduit par l'échaudage des grains [58].

Contrairement au résultat que nous avons trouvé, Bensemene et *al* (2011) [72], rapportent que les variétés à deux rangs ont montré un PMG plus élevé que celle à six rangs alors que la variété Soufara à deux rangs a donnée le PMG le plus faible par rapport aux autres à six rangs.

4.1.9.5. Rendement réel en grain

L'analyse de la variance pour ce paramètre a indiqué une différence significative entre les rendements des variétés.

Le meilleur rendement est donné par la variété EL Bahia avec une moyenne de $56,48 \pm 4,74$ qx/ha, suivie par le rendement donné par la variété Rihane avec $46,75 \pm 2,31$ qx/ha, tandis que le plus faible rendement a été obtenu par la variété Soufara avec une moyenne de $36,83 \pm 7,47$ qx/ha.



Figures.4.14. Les rendements réels en grains.

Ce caractère est le produit de trois facteurs: le nombre d'épis/m², le nombre de grains par épi et le PMG. Jonard et Koller (1950) ont conclu que la modification d'un facteur du rendement, sans variation compensatrice des autres, doit provoquer un changement de rendement. En réalité, en situation normale, il y a compensation entre les différents éléments du rendement *in* [58].

4.1.9.6. Rendement théorique en grain

L'analyse de la variance pour ce paramètre a indiqué une différence significative entre les variétés. Le test de NEWMAN et KEULS a classé trois groupes homogènes (A, B, AB). Les valeurs du rendement obtenues Après les calculs sont comprises entre 57,10 q/ha et 87,25 q/ha. La meilleur valeur qui est $87,25 \pm 7,54$ a été obtenue par la variété locale Tichedrett suivie par les variétés EL Bahia et Saïda, alors que les faibles valeurs ont été obtenues par les variétés Rihane et Soufara avec les moyennes $58,03 \pm 6,23$ et $57,10 \pm 8,65$ q/ha respectivement.

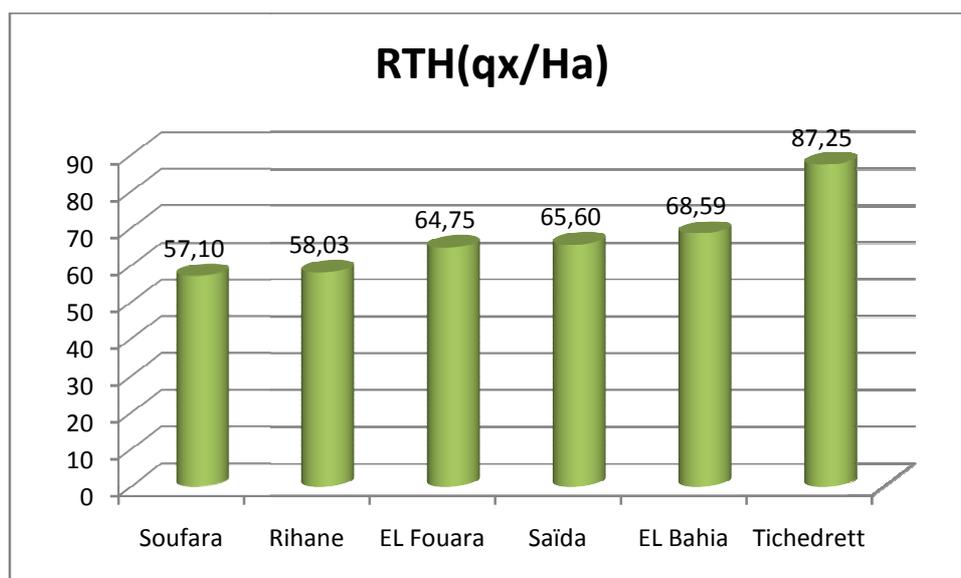


Figure.4.15. Les rendements théoriques en grains.

Selon Benbelkacem et Kellou (2000) [58], le rendement en grain estimé ne peut pas nous renseigner sur les mécanismes mis en œuvre pour son obtention. Il faut pour cela analyser le comportement des différentes composantes qui le forment et les relations possibles pouvant exister entre ces composantes et le rendement en grain.

Tableau 4.2. Comparaison entre les rendements théoriques et les rendements réels.

variété	RR (qx/Ha)	RTH (qx/Ha)	Pertes (qx/ha)	Taux de pertes(%)
EL Bahia	56,48	68,59	12,11	17,65
EL Fouara	45,50	64,75	19,25	29,72
Rihane	46,75	58,03	11,28	19,43
Saïda	41,21	65,60	24,39	37,17
Soufara	36,83	57,10	20,27	35,49
Tichedrett	37,54	87,25	49,71	56,97

D'après le tableau 4.15, la différence entre le rendement théorique et le rendement réel est très importante, ceci s'expliquerait par les pertes

enregistrées avant et pendant la récolte qui sont dues aux caractéristiques des géotypes testés mais aussi aux conditions de culture.

Les deux variétés locales Saïda et Tichedrett ont enregistré le taux de pertes le plus important avec 37,17% et 56,97%, respectivement.

Les pluies rencontrées au fin de cycle et suivie par des températures élevées ont provoqué l'apparition des maladies cryptogamique qui font noircisse et détruit les épis surtout chez les variétés Saïda et Tichedrett. Pour la variété Soufara les pertes sont due principalement à la fragilité de son pédoncule et à leur précocité.

Sans oublier les dégâts provoqués par la verse, les moniaux et les fourmis, qui sont plus ou moins importants.

Tableau 4.3. Les valeurs moyennes des paramètres étudiés caractérisant les six variétés.

variété	NT/PI	NP/m2	SF	LP	LC	LE	LB	NE/m2	NES	NG/E	PMG (g)	RR (qx/Ha)	RTH (qx/Ha)
EL Bahia	5,60	220,00	10,05	63,49	20,39	5,88	11,84	294,75	2,97	44,18	53,00	56,48	68,59
EL Fouara	4,67	208,75	10,33	50,64	18,83	4,84	14,38	304,50	3,98	41,07	52,00	45,50	64,75
Rihane	5,05	221,00	7,11	67,98	26,53	4,37	12,22	268,50	5,48	41,32	52,00	46,75	58,03
Saïda	5,00	206,50	9,87	70,87	21,45	5,71	12,74	322,75	6,08	33,35	61,00	41,21	65,60
Soufara	6,00	165,00	4,67	54,29	15,69	6,55	9,43	534,50	2,45	24,08	44,00	36,83	57,10
Tichedrett	6,02	194,00	8,88	80,91	30,43	5,15	13,69	342,75	3,89	45,73	56,00	37,54	87,25

NT/PI : Nombre de plants par mètre carré ; **NP/m2** : Nombre de talles par plant ; **SF** : Surface de la feuille étendard ; **LP** : Longueur de la paille ; **LC** : Longueur du col de l'épi ; **LE** : Longueur de l'épi ; **LB** : Longueur de la barbe ; **NE/m2** : Nombre d'épis par mètre carré ; **NES** : Nombre d'épillets stériles par épi ; **NG/E** : Nombre de grains par épi ; **PMG(g)** : Poids de mille grains ; **RR(qx/Ha)** : Rendement réel en grain ; **RTH (qx/Ha)** : Rendement théorique en grain.

4.3. L'Hybridation

Dans notre programme d'hybridation nous avons réalisé des croisements entre les six variétés Rihane, Soufara, Saida, El Bahia, El Fouara, et Tichedrett. Les croisements diallèles réalisés regroupent toutes les combinaisons binaires possibles entre les variétés, qui ont donné 30 combinaisons (Tableau.4.4).

Parmi 2585 fleurs castrées, 2520 fleurs ont été pollinisées qui donne un taux de pollinisation totale de 97%. Nous constatons que le taux de pollinisation pour l'ensemble des croisements est satisfaisant.

Le tableau au dessous présente le nombre de fleurs pollinisées, le nombre de grains obtenus et le taux de nouaison pour chaque croisement.

Tableau.4.4. Résultats des croisements réalisés.

croisements	Nbr de fleurs pollinisées	Nbr de grains obtenus	Taux de nouaison %
Ba x Fo	77	61	79,22
Ba x Sa	74	20	27,02
Ba x So	64	14	21,87
Ba x Ri	79	22	27,84
Ba x Ti	64	10	15,62
So x Fo	158	52	32,91
So x Sa	90	21	23,33
So x Ri	84	49	58,33
So x Ti	135	104	77,03
So x Ba	149	51	34,22
SA x Fo	68	46	67,64
SA x So	68	25	36,76
SA x Ri	59	10	16,94
SA x Ti	57	42	73,68
SA x Ba	59	26	44,06
Ri x Fo	88	45	51,13
Ri x SA	81	34	41,97
Ri x So	81	44	54,32
Ri x Ti	70	44	62,85
Ri x Ba	93	70	75,26
Fo x So	66	9	13,63
Fo x Ri	141	74	52,48
Fo x Ti	83	38	45,78
Fo x SA	79	21	26,58
Fo x Ba	81	23	28,39
Ti x So	72	7	9,72
Ti x Fo	68	32	47,05
Ti x Ri	80	35	43,75
Ti x SA	57	27	47,36
Ti x Ba	67	18	26,86
SOMME	2520	1074	42,61

D'après le tableau 4.17, nous avons réussi à obtenir des grains F_0 à partir de toutes les combinaisons. Le croisement Soufara x Tichedrett a donné le nombre de grains le plus élevé avec 104 grains, par contre le croisement Tichedrett x Soufara a donné le nombre de grain le plus faible avec 7 grains.

Parmi les 2520 fleurs pollinisées, 1074 qui ont donné des grains. Le taux moyen de nouaison est de 42,61%, ce qui correspond à presque 2 fleurs castrées – pollinisées sur 5, c'est un taux que l'on considère comme un peu faible.

Les taux de nouaison enregistrés pour les différents croisements sont compris entre 9,72% et 79,22%. Le taux le plus élevé est enregistré chez le croisement El Bahia x El Fouara alors que le taux le plus faible est enregistré chez le croisement Tichedrett x Soufara.



Figure.4.15. Epis obtenu après hybridation.

La variation de la capacité de nouaison d'un croisement à l'autre pourrait être exprimée par la différence entre le nombre de fleurs castrées et pollinisées. Elle dépend de la quantité et la consistance des grains de pollen, la durée entre le stade immature et le stade maturité des étamines, les conditions

climatiques lors des opérations de castration et pollinisation, les caractéristiques des cultivars et de la manipulation elle-même.

Durant la campagne 2013/2014, les pluies violentes enregistrées durant le Mois de Mai ont influencé négativement sur les graines obtenues surtout chez les croisements où le parent femelle est sensible à la verse, ou à pédoncule fragile comme Soufara. Aussi le taux d'humidité élevé avec l'augmentation des températures qui ont favorisé la pourriture des graines causant des pertes en grains très importantes.

Conclusion

Les besoins nationaux en céréales, sans cesse en croissance, laissent le pays dépendant des importations qui représente une lourde facture. Malgré les grandes surfaces consacrées à cette culture, la production nationale ne couvre que 30% des besoins de consommation céréalière en année défavorable et de 50% à 60% en année favorable à cause de leur dépendance aux conditions climatiques.

De ce fait une meilleure connaissance des performances de la gamme variétale et leur amélioration pour s'adapter aux conditions géo-écologique des zones céréalière algériennes peuvent réduire cette variabilité.

L'analyse des données de l'étude du comportement variétal à la zone sub humide indique des aptitudes variétales très variés. Pour un même caractère les géotypes évalués présentent des valeurs très différentes. Il ressort de notre travail que :

- Les variétés Rihane et Soufara se présentent comme les variétés les plus précoces par rapport aux autres.
- EL Bahia et Rihane ont présenté un bon levé par un nombre de plants par m² le plus élevé.
- Un meilleur tallage a été obtenu par les variétés Tichedrett et Soufara.
- Pour la surface de la feuille étandard, EL Fouara et EL Bahia ont donné les plus grandes valeurs.
- Les variétés locales Saïda et Tichedrett ont montré les meilleures valeurs concernant la longueur de la paille.
- Les épis les plus longues ont été obtenus par Soufara et EL Bahia alors que Tichedrett et EL Fouara ont été caractérisé par les barbes les plus longues.

- Pour les composantes du rendement, Soufara et Tichedrett ont donné le nombre d'épis par m² le plus élevé, Tichedrett et EL Bahia ont donné le meilleur nombre de grains par épis alors que Tichedrett et Saïda ont donné le meilleur PMG.

Avec des meilleurs valeurs concernant : le nombre de plant par m², la surface de la feuille étandard, la longueur d'épis, et surtout le nombre de grains par épis (composantes du rendement), la variété EL Bahia se situe en tête de l'essai et ressort comme le meilleur génotype de point de vue rendement en grains avec 56,48 qx/ha.

Alors que les deux variétés locales Saïda et Tichedrett ont donné des rendements faibles par rapport aux rendements théoriques attendus à cause des pertes qu'elles ont subi.

Les croisements réalisés dans cette expérimentation regroupent tous les combinaisons possibles entre les six variétés étudiées en comportement.

Nous avons réussi à obtenir 1074 grains F₀ à partir de tous les croisements avec un taux moyen de pollinisation de 97% satisfaisant et un taux moyen de nouaisons de 42,61 qui est un peu faible.

Le croisement El Bahia x El Fouara a donné le taux de nouaison le plus élevé qui est 79,22%, alors que le croisement Tichedrett x Soufara a donné le taux de nouaison le plus faible qui est 9,72%.

Les résultats de ce travail et la semence F₀ obtenue seront utilisés pour étudier la comparaison entre les nouvelles hybrides et leurs parents et l'évaluation de l'effet hétérosis.

Références bibliographiques

1. Djermoun A., "La production céréalière en Algérie : les principales caractéristiques", Revue Nature et Technologie, n° 01, (2009), 45 - 53
2. Ait-Abdallah-Djennadi F., Dekkiche N., Ghalem-Djender Z., Oumdjekane K., et Boufenar-Zaghouan F., "Culture et couts de production des grandes cultures", ITGC, (2010), 96.
3. <http://www.oaic-office.com/> OAIC, Office Algérien Interprofessionnel des Céréales.
4. Zhou M. X., "Barley Production and Consumption", (2009),
5. Horsley R.D., Franckowiak J.D., et Schwarz P.B., "Barley", Cereals (2009), 227-250.
6. FAOSTAT. <http://faostat.fao.org/site/291/default.aspx>
7. Amrani R., Djohri M., Houassine D., et Boufenar-Zaghouane F., "Résultat d'enquête sur l'identification des contraintes entravant le développement de la culture de l'orge en Algérie", Céréaliculture, N°49, (2007), 32-38.
8. Bentahar L, Helamen A, Bensemmane L, et Bouzerzour H., " Etude de la réponse à la sélection directe et sur index pour le rendement grain chez les orges à 2 et à 6 rangs sous condition semi arides", Céréaliculture N°56, ITGC, (2011), 5-6
9. Moula D., Boufenar-Zaghouane F., Boukhobza N., Boulem nakher H., Khaldoun A., Bensmaia Z., Djenadi C., Issolah R., et Rezzoug N., "La production semencière et son impact sur la qualité de la production nationale", Céréaliculture, N° 55, (2010), 76-109.
10. INRAA., "Amélioration des céréales pour la tolérance à la sécheresse", www.inraa.com. Publiée: lundi 14 mai, (2007).
11. Anonym ., ITGC., <http://www.itgc.dz/>
12. Ullrich S., "Barley production, improvement, and uses". Blackwell publishing, (2011), 673.

13. Moule C., “ Céréales II”, La Maison rustique, (1972), 108-131.
14. Gallais A., Bannerot H., “Amélioration des espèces végétales cultivées : objectifs et critères de sélection”, INRA, Paris, (1992), 43-98.
15. Boulal H., Zaghouane O., El Mourid M., et Rezgui S., “Guide pratique de conduite des céréales d’automne (blé et orge) dans le Maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie) ”, ITGC, INRA, ICARDA, (2007) ,176.
16. Badr A., Muller K., Schafer-Pregl R., El Rabey H., Effgen S., Ibrahim H., Pozzi C., Rohde W., et Salamini F., “On the origin and domestication history of barley (*Hordeum vulgare*)”, Mol. Biol. Evol.,(2000),499-510.
17. Dezeriot A., “les céréales”, hachette, (1979), 108-118.
18. Jestin, L., “ l’orge. In : Amélioration des espèces végétales cultivées”, INRA, (1996), 55-70.
19. Peter L., Morrell et Michael T., “*Hordeum* wild crop relatives: Genomic and breeding resources”, Cereals, (2011), 311-313.
20. Nevo E., “Evolution of Wild Barley and Barley Improvement”, in Advance in Barley Sciences (2013), 1-23.
21. Von bothmer T., Van Hintum H., et Knüpffer K., “Diversity in barley *Hordeum Vulgare*”, (2003), 12-21.
22. Doré C., “Histoire et amélioration de cinquante plantes cultivées ”, INRA Quae, (2006), 812.
23. Bonjean A et Picard E ., “ Les céréales a paille : origine, histoire, économie ,sélection“, (1990), 29-41.
24. Von Bothmer R et Komatsuda T., “Barley Origin and Related Species“,2011
25. Baik BK, Ullrich S E., “Barely for food,Characteristics, improvement, and renewed interest”, Journal of cereal science,(2008), 233–242.
26. Jacquard C., Asakaviciute R., Hamalian AM., San gwan RS., et Devaux P., “ Barley anther culture: effects of annual cycle and spike position on microspore embryogenesis and albinism”, Plant cell reports, (2006), 375-381.
27. <https://www.google.com/search?q=orge+deux+rangs+et+six+rangs&ie=utf-8&oe=utf-8#q=orge+deux+rangs+et+six+rangs+photos>

28. Clément M., "Le monde paysan aux XXI^e siècle", Larousse agricole, Larousse, Paris, (2002), 766.
29. <http://www.helioterpen-cereales.fr/les-stades-de-la-cereale/les-principaux-stades-phenologiques-de-la-cereale/>
30. Bouakaz K et Oussaid Y., "Reconnaissance et identification des principales maladies cryptogamiques du blé et de l'orge", INPV, 2013, 25-30.
31. Aouali S., Douici-Khalfi A. ., "Recueil des principales maladies fongiques des céréales en Algérie : symptômes, développement et moyens de lutte ", ITGC, (2013), 29-33.
32. Kellil H., "Contribution à l'étude du complexe entomologique des céréales dans la région des hautes plaines de l'Est algérien", Thèse de magistère en Sciences Agronomiques, Université Elhadj Lakhdar-Batna, (2010),14-17.
33. Sangaré M., "Optimisation de la culture d'anthères chez l'orge de printemps à six rangs (*Hordeum vulgare*)" .Thèse présenté par l'université Laval en biologie végétale Québec, (2008), 5-23.
34. Anonym., <https://tice.agroparistech.fr>
35. Boufenar-Zaghouan F., et Zaghouan O., "Guide des principales variétés de céréales à paille en Algérie", (2006) ,154.
36. Tellah S. "Etude du comportement de 19 géotypes d'orge (*Hordeum vulgare*.L) dans les conditions de la Mitidja", Céréaliculture, N°45, (2005), 9-13.
37. Burny Ph., "Production et échanges mondiaux de céréales en 2009-2010 et production communautaire en 2009", Livre blanc, Céréales, (2010), 14.
38. Benmahammed A., "Hétérosis, transgressions et efficacité de la sélection précoce et retardée de la biomasse, du nombre d'épis et utilisation des indices chez l'orge (*Hordeum vulgare* L)", (2005).
39. Lafon J P., Tharaud-Prayer C Et Levy G., "Biologie des plantes cultivées, physiologie du développement génétique et amélioration", Lavoisier, (1988),172P.

40. Maciejewski J., "Semences et plants", Lavoisier, Paris, (1991), 31- 40.
41. Demarly Y., "Amélioration des plantes et biotechnologies", John Libbey Eurotext, Paris, (1996), 85-97.
42. Khaldoun A., Bellah F., Mekliche L., "L'obtention variétale en Algérie cas des céréales à paille", INRAA, Algérie, (2006), 82 p.
43. Demarly Y et Picarde E., "Haplodiploidisation", (1995), 163p.
44. Hicour R., Biotechnologie végétales : techniques de laboratoire. LAVOISIER, (2002), 243-255.
45. Zahour A., "Manuels scientifiques et techniques. Eléments d'amélioration génétique des plantes", Actes Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc, (1992), 230 p.
46. Zryd J P., Culture de cellules, tissus et organes végétaux fondements théoriques et utilisation pratique, (1988), 135-148.
47. Gilbert NEG., "Diallel cross in plant breeding.", John Innes Horticultural Institution, Bayfordbury, (1958), 477- 492.
48. Gallais A., "Théorie de la sélection en amélioration des plantes", Masson, Chap.2.4, (1990)
49. Google maps, <https://www.google.com/maps/>
50. ANRH., Agence Nationale des Ressources Hydrauliques., (2014).
51. CNCC., "Centre National de Contrôle et de Certification des semences et plantes. Bulletin des variétés" Céréales, 2009, 73-74.
52. Sedira H., "Sélection de lignées d'orge issues de croisements entre Tichedrett et cinq variétés d'orge, locales et introduites, mémoire de magister en sciences agronomiques", (2011).
53. Bouchettat F., "Hybridation de l'orge en vue de l'obtention de lignées issues de la variété locale Saïda adaptées à la zone sub-humide centre, mémoire de magister", (2011),
54. Megherbi A., Mehdadi Z., Toumi F, Mouedden K, Bouadjra S., "Drought tolerance and morpho-physiological parameters identification of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) adaptation in the Sidi Bel-Abbes region (western Algeria)", Acta Botanica Gallica: Botany Letters, Volume 159, (2012), 137-143.

55. Zeghouane O., Zeghouane-Boufenar F., "Guide des principales variétés de céréales à paille en Algérie", 1ère éd, ITGC, Algérie, (2006), 154p.
56. Bouzerzour H., Djeckoune A., Benmahammed A., et Hassous L., "La contribution à la biomasse aérienne de l'indice de récolte et de la précocité au rendement en grain d'orge (*hordeum vulgare*) en zones semi arides", Cahier agriculture (1998), 307-317.
57. Oosterom E. J. , Kleijn D., Ceccarelli S et Nachit M. M. , "Genotype-by-Environment Interactions of Barley in the Mediterranean Region", Vol. 33 N°. 4, (1992), 669-674.
58. Benbelkacem A., et Kellou K., "Evaluation du progrès génétique chez quelques variétés de blé dur (*Triticum turgidum* L. var. *durum*) cultivées en Algérie", CIHEAM, (2000), 105-110.
59. Benbelkacem A, Mohamed S., Mekni et Donald C., "Breeding for High Tiller Number and Yield in Barley", Vol. 24 No. 5, (1983), 968-972.
60. Ben Salem M., Acévédo E, Srivastava JP, "La sélection des céréales dans les zones arides", INRAT 2049 Ariana, Tunis, Tunisie, ICARDA, Volume 2, N° 1, (1991), 17-20 .
61. Abbassenne, F., Bouzerzour, H., et Hachemi, L., "Phénologie et production du blé dur (*Triticum durum* Desf.) en zone semi-aride". Ann. Agron. INA, (1997), 24-36.
62. Mahmood A, Alam K, Salam A, et Iqbal S., "Effect of flag leaf removal on grain yield, its components and quality of hexaploid wheat.", Cereal Research Communications, (1991), 305-310
63. Khaliq I., Irshad A., et Ahsan M., "Awns and flag leaf contribution towards grain yield in spring wheat (*Triticum aestivum* L.)", Cereal Research Communications, Vol. 36, No. 1, (2008), 65-76.
64. Melahat A B., "Effects of Removal of Some Photosynthetic Structures on Some Yield Components in Wheat", Tarim Bilimleri Dergisi, (2005), 364-367.
65. Belkharchouche H., Fellah S., Bouzerzour H., Benmahammed A., et Chellal N., "Vigueur de croissance, translocation et rendement en grains du blé dur (*Triticum durum* Desf) sous conditions semi arides, Courrier

- du Savoir – N°09, Université Mohamed Khider – Biskra, Algérie, (2009), 17-24.
66. Bennaceur M., Gharbi MS., et Paul R., “L’amélioration variétale et les autres actions contribuant à la sécurité alimentaire en Tunisie, en matière de céréales”, Volume 10, N°1, (1999), 27-33.
67. Nizam Uddin M., et Marshall D. R., “Effects of dwarfing genes on yield and yield components under irrigated and rainfed conditions in wheat (*Triticum aestivum* L.)”, *Euphytica*, Volume 42, (1989), 127-134
68. Siddique KHM., Belford RK, Perry MW., et Tennant D., “Growth, development and light interception of old and modern wheat cultivars in a Mediterranean-type environment”, *Australian Journal of Agricultural Research* (1989), 473 – 487.
69. Blum A., “Plant breeding for stress environments”, (1988).
70. Blum A., “Photosynthesis and transpiration in leaves and ears of wheat and barley varieties”, *Journal of Experimental Botany*, Vol. 36, No. 164, (1985), 432-440.
71. Bahlouli, F., Bouzerzour, H. & 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 doublé dur (*Triticum durum* Desf.) dans les conditions de culture des hautes plaines orientales d’Algérie”, *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, V.12, n°1, (2008), 31- 39.
72. Bensemmane L, Bouzerzour H, Benmahammed A, Mimouni H., “Assessment of the phenotypic variation within two- and six-rowed barley (*Hordeum vulgare* L.) Breeding lines grown under semi-arid conditions”. *Advances in Environmental Biology*, (2011), 1454-1460.

Appendices

Tableau.4.5. Le nombre de plantes par mètre carré.

NP/m ²	variété	Moyenne \pm écart type	Groupes homogènes	Probabilité	C.V%
1	EL Bahia	220,00 \pm 5,72	A	0,0022	5,84
2	EL Fouara	208,75 \pm 6,49	A		
3	Rihane	221,00 \pm 8,46	A		
4	Saïda	206,50 \pm 6,09	A		
5	Soufara	165,00 \pm 12,92	B		
6	Tichedrett	194,00 \pm 9,87	A		

Tableau.4.6. Les moyennes du nombre de talles par plant.

NT/P	variété	Moyenne \pm écart type	Groupes homogènes	Probabilité	C.V%
1	EL Bahia	5,60 \pm 0,15	AB	0,0075	4,52
2	EL Fouara	4,67 \pm 0,12	B		
3	Rihane	5,05 \pm 0,19	AB		
4	Saïda	5,00 \pm 0,14	AB		
5	Soufara	6,00 \pm 0,49	A		
6	Tichedrett	6,02 \pm 0,31	A		

Tableau.4.7. Les moyennes de la surface de la feuille étandard.

SF	variété	Moyenne \pm écart type	Groupes homogènes	Probabilité	C.V%
1	EL Bahia	10,05 \pm 0,50	A	0,000004	16,18
2	EL Fouara	10,33 \pm 0,80	A		
3	Rihane	7,11 \pm 0,33	C		
4	Saïda	9,87 \pm 0,42	A		
5	Soufara	4,67 \pm 0,55	B		
6	Tichedrett	8,88 \pm 0,57	A		

Tableau.4.8. Les moyennes de la Longueur de la paille.

LP	variété	Moyenne \pm écart type	Groupes homogènes	Probabilité	C.V%
1	EL Bahia	63,49 \pm 2,40	AC	0,00004	11,76
2	EL Fouara	50,64 \pm 1,97	B		
3	Rihane	67,98 \pm 2,61	A		
4	Saïda	70,87 \pm 3,07	A		
5	Soufara	54,29 \pm 4,04	BC		
6	Tichedrett	80,91 \pm 4,56	D		

Tableau 4.9. Les moyennes de la longueur du col de l'épi.

LC	variété	Moyenne \pm écart type	Groupes homogènes	Probabilité	C.V%
1	EL Bahia	20,39 \pm 1,10	A	0,0000	32,70
2	EL Fouara	18,83 \pm 0,98	A		
3	Rihane	26,53 \pm 0,91	C		
4	Saïda	21,45 \pm 0,63	A		
5	Soufara	15,69 \pm 1,12	B		
6	Tichedrett	30,43 \pm 0,79	D		

Tableau 4.10. Les moyennes de la longueur de l'épi.

LE	variété	Moyenne \pm écart type	Groupes homogènes	Probabilité	C.V%
1	EL Bahia	5,88 \pm 0,34	A	0,00001	13,98
2	EL Fouara	4,84 \pm 0,08	BC		
3	Rihane	4,37 \pm 0,13	B		
4	Saïda	5,71 \pm 0,14	A		
5	Soufara	6,55 \pm 0,28	D		
6	Tichedrett	5,15 \pm 0,17	AC		

Tableau 4.11. Les moyennes de la longueur de la barbe.

LB	Variété	Moyenne \pm écart type	Groupes homogènes	Probabilité	C.V%
1	EL Bahia	11,84 \pm 0,69	A	0,00005	11,10
2	EL Fouara	14,38 \pm 0,44	B		
3	Rihane	12,22 \pm 0,21	A		
4	Saïda	12,74 \pm 0,14	AB		
5	Soufara	9,43 \pm 0,16	C		
6	Tichedrett	13,69 \pm 0,92	AB		

Tableau 4.12. Les moyennes du nombre d'épis par mètre carré

NE/m ²	variété	Moyenne \pm écart type	Groupes homogènes	Probabilité	C.V%
1	EL Bahia	294,75 \pm 21,27	A	0,0002	8,74
2	EL Fouara	304,50 \pm 27,61	A		
3	Rihane	268,50 \pm 22,01	A		
4	Saïda	322,75 \pm 14,04	A		
5	Soufara	534,50 \pm 60,34	B		
6	Tichedrett	342,75 \pm 28,81	A		

Tableau 4.13. Les moyennes du nombre d'épillets stériles par épi.

NES	variété	Moyenne \pm écart type	Groupes homogènes	Probabilité	C.V%
1	EL Bahia	2,97 \pm 0,98	A	0,0003	8,23
2	EL Fouara	3,98 \pm 0,14	AB		
3	Rihane	5,48 \pm 0,21	BC		
4	Saïda	6,08 \pm 0,23	C		
5	Soufara	2,45 \pm 0,47	A		
6	Tichedrett	3,89 \pm 0,37	AB		

Tableau 4.14. Les moyennes du nombre de grains de l'épi.

NG/E	variété	Moyenne \pm écart type	Groupes homogènes	Probabilité	C.V%
1	EL Bahia	44,18 \pm 3,07	A	0,000005	15,76
2	EL Fouara	41,07 \pm 1,19	A		
3	Rihane	41,32 \pm 1,33	A		
4	Saïda	33,35 \pm 1,87	C		
5	Soufara	24,08 \pm 0,45	B		
6	Tichedrett	45,73 \pm 3,00	A		

Tableau 4.15. Les moyennes du poids de mille grains.

PMG	variété	Moyenne \pm écart type	Groupes homogènes	Probabilité	C.V%
1	EL Bahia	53,00 \pm 1,91	A	0,00008	10,40
2	EL Fouara	52,00 \pm 1,63	A		
3	Rihane	52,00 \pm 0,00	A		
4	Saïda	61,00 \pm 1,00	B		
5	Soufara	44,00 \pm 2,83	C		
q6	Tichedrett	56,00 \pm 1,63	AB		

Tableau 4.16. Les moyennes des rendements réels en grains.

RR	variété	Moyenne \pm écart type	Groupes homogènes	Probabilité	C.V%
1	EL Bahia	56,48 \pm 4,74	A	0,05	2,69
2	EL Fouara	45,50 \pm 4,40	A		
3	Rihane	46,75 \pm 2,31	A		
4	Saïda	41,21 \pm 3,93	A		
5	Soufara	36,83 \pm 7,47	A		
6	Tichedrett	37,54 \pm 0,42	A		

Tableau 4.17. Les moyennes des rendements théoriques en grains

RTH	variété	Moyenne \pm écart type	Groupes homogènes	Probabilité	C.V%
1	EL Bahia	68,59 \pm 5,89	AB	0,04	2,78
2	EL Fouara	64,75 \pm 5,82	AB		
3	Rihane	58,03 \pm 6,23	A		
4	Saïda	65,60 \pm 4,32	AB		
5	Soufara	57,10 \pm 8,65	A		
6	Tichedrett	87,25 \pm 7,54	B		