

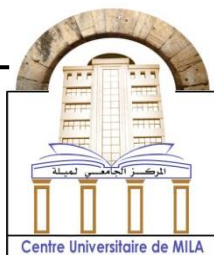
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

N° Ref :



Centre Universitaire Abdelhafid BOUSSOUF- Mila

Institut des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biotechnologie

Mémoire préparé en vue de l'obtention du diplôme de

Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Biotechnologie

Spécialité : Biotechnologie végétale

Thème :

**Sélection généalogique au sein d'une population d'orge
hybride cultivée au niveau de la zone nord de la wilaya
de Mila**

Présenté par :

- BOUHROUM Souhila
- HIOUR Chaima

Devant le jury :

Présidente :	M ^{me} DJEBILI Samah	MCB
Examinatrice :	M ^{me} ZEDDIG Houda	MCB
Promotrice :	M ^{me} BOUCHETAT Fawzia	MCA

Année Universitaire : 2023/2024

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Remerciements

Au terme de cette étude, nous adressons nos remerciements à الله qui nous a donné la santé et la volonté pour pouvoir achever ce mémoire, Grace à ALWAHID qu'enfin ce travail a pu aboutir.

Nous tenons à présenter nos sincères remerciements :

À M. BOUCHETAT.F, pour avoir accepté de nous diriger, qui a bien voulu nous encadrer, nous orienter et nous encourager tout le long de ce travail. Ses conseils et son aide continueront à nous guider tout au long de notre carrière en nous obligeons à travailler avec rigueur et efficacité. Qu'elle trouve ici, l'expression de notre profond respect et gratitude.

- Nos remerciements vont également à Mme DJEBILI S., qui nous a fait l'honneur de présider le jury de soutenance. Qu'elle trouve ici l'expression de notre profond respect.

- Nos remerciements vont également à Mme ZEDDIG H., d'avoir accepté de prendre part au jury chargé d'examiner ce travail. Qu'elle trouve ici l'expression de notre profond respect.

- Nous remerciements s'adressent également à :

Tout le personnel de la Ferme Pilote KHELAF A Ahmed de Tiberghent

Un grand merci à toute personne qui a aidé de près ou de loin à la réalisation de ce travail. Sans oublier de remercier les membres de nos familles pour leurs sacrifices et leur soutien.

Dédicace

Tout d'abord, je tiens à remercier DIEU de m'avoir donné la force et le courage de mener à bien ce modeste travail.

Ce n'était pas un voyage court et le chemin n'était pas très facile, mais je l'ai fait, alors Dieu soit loué qui a rendu les choses faciles Le début et nous sommes arrivés à la fin grâce à lui et sa générosité

Avec tout mon amour et mes sentiments, je dédie les fruits de ma réussite et de mon diplôme à : Dieu Tout-Puissant a dit à leur sujet : « Et votre Seigneur a décrété que vous ne devez adorer que Lui et être bons envers vos parents. »

** A ma très chère mère, qui a toujours cru en moi et m'a encouragé à poursuivre mes rêves, même lorsque les obstacles semblaient insurmontables. Sans toi, je n'aurais pas acquis la force et la résilience nécessaires pour aboutir à ce stade. Ta lumière et ton amour continueront d'éclairer mon chemin Vers mon paradis dans la vie, maman, **BRIK ADRA** que Dieu te protège.*

À mon très cher père, Tu as toujours été pour moi un exemple du père respectueux, honnête, de la personne méticuleuse, je tiens à honorer l'homme que tu es. Grâce à toi papa j'ai appris le sens du travail et de la responsabilité Je t'aime, papa **SAID et je demande à Dieu Tout-Puissant de t'accorder bonne santé et paix. Je tiens à vous remercier pour votre amour, votre générosité et votre compréhension... votre soutien a été une lumière tout au long de mon parcours.*

*A celui qui a toujours été l'épaule et le soutien qui ne tend pas vers la sécurité de mes jours, à celui par qui j'ai renforcé mon soutien, la prunelle de mes yeux, mon cher frère **Diaa Al-Din**. Tu as toujours été pour moi un soutien qui n'a pas d'âge, Merci d'être toujours là pour moi kikou,*

*À ma camarade , à celle qui a partagé avec moi le fardeau des débuts et la douceur des fins, à la plus belle coïncidence de mille choix ma copine **Bouhroum Souhila***

A ceux avec qui les moments sont doux, et avec leurs rires, tout prend un sens plus profond, je vous suis reconnaissante à tous « Douaa ;Wissal; Hadel ;Rym ; abir ;Sara; khadidja.

Shaima

Dédicace

Tout d'abord, louange a ﷻ qui m'a donnée le courage,

*Je dédie ce travail A plus belles personnes du monde A mes très chers parents Le bonheur de mes parents est mon objectif et je l'ai atteint À celui qui a travaillé dur pour que j'atteigne ce diplôme Qui m'a donné de la force Que je suis fier de mentionner aujourd'hui mon Père J'espère que cela illuminera ma vie pour Toujours **Bouhroum Ahmed**.*

*Et à mon soutien, qui m'a soutenu pendant les jours les plus difficiles de mes études, et qui Aujourd'hui fait partie de cette réussite, dont tu as parlé dans chaque prière, ma chère et amie
ma*

*mère J'espère que tu seras toujours à mes côtés et que tu seras la source de mon bonheur et de
ma force : **Boulali wardia***

*Et aux meilleurs frères et aux meilleurs hommes mon bras : **Adel , Wahid ,Tarek , Nasro** .Pour son soutien physique et moral.*

*MA chères et meilleurs soeurs : **ibtissem, Sara** et Son mari **Azzedine ,Salma** et Votre fiancé **Wahid ,Hadil** . Ils sont le soutien, la force et la confiance dans ma vie . À la femme de mon frère
Salima , Amina*

*Aux plus beaux enfants de la famille : **Rahaf, Raid , Iline , Sadjed***

*Amon binôme , mon amie qui m'a soutenu psychologiquement avant le travail **Chaima Hiour** pour son aide et sa patience durant la réalisation de ce travail et tout le long de nos études*

Celui qui a dit tante a dit ma mère, mon amour Houria ,Hada

*Merci à tous ceux qui m'ont soutenu, après ma famille, à tous mes proches et amis Ahmed, et
Marwa , khadoj , Mona*

Ce n'était pas facile au début, mais j'ai réussi. J'ai honoré mes parents aujourd'hui et je suis fier de moi. Vous traverserez des difficultés dans la vie, mais rien n'est impossible

Souhyla

En Algérie, l'orge (*Hordeum vulgare* L.) a toujours occupé une place importante parmi les autres céréales à savoir le blé dur et le blé tendre. L'orge est aussi une culture qui s'adapte bien à des environnements différents. Dans la perspective de sélectionner des hybrides d'orge en F4 plus performants que les témoins, une expérimentation a été effectuée dans une ferme pilote située dans la zone nord de la wilaya de Mila durant la campagne agricole 2023/2024, sous un étage bioclimatique sub-humide. Dans le souci d'améliorer le rendement de l'orge, le présent travail a été initié. Une étude de comportement à travers l'évaluation de douze paramètres agronomiques de trente-cinq hybrides et de deux témoins d'orge a été réalisée dont l'intérêt est de sélectionner les génotypes les plus performants, en d'autres termes, cibler les potentiels génétiques qui expriment au mieux leurs qualités agronomiques tout en s'adaptant aux conditions climatiques du milieu. Les résultats obtenus montrent que les hybrides de la génération F4 sont significativement différents pour tous les caractères étudiés. Les hybrides présentent des valeurs moyennes supérieures par rapport aux témoins pour la plupart des paramètres évalués. Par contre, les témoins s'expriment mieux que les hybrides pour les paramètres hauteur de la plante à floraison (HPF) et la surface de la feuille étendard (SFE). Douze hybrides (H22 ; H11 ; H7 ; H9 ; H10 ; H17 ; H12 ; H1 ; H5 ; H4 ; H15 et H14) ont exprimé la productivité la plus importante par rapport au T1 et qui est supérieure à (41 g). Cependant, tous les hybrides ont donné une productivité plus élevée que le T2. En effet, l'hybride le plus fertile est le H22 avec une productivité de 56 grammes.

Mots clés : Orge, sélection, hybride, génération F4, comportement.

في الجزائر، يحتل الشعير (*Hordeum vulgare* L.) دائمًا مكانًا مهمًا بين الحبوب الأخرى، وخاصة القمح القاسي والقمح الناعم. الشعير هو أيضًا محصول يتكيف جيدًا مع البيئات المختلفة. بهدف اختيار هجن الشعير F4 ذات الأداء الأفضل من الضوابط، أجريت تجربة على مزرعة تجريبية تقع بالمنطقة الشمالية لولاية ميله خلال الحملة الفلاحية 2024/2023، في إطار مناخي فرعي. رطب. من أجل تحسين إنتاجية الشعير، بدأ العمل الحالي. تم إجراء دراسة سلوكية من خلال تقييم اثني عشر معيارًا زراعيًا لخمس وثلاثين هجينًا و شاهدين من الشعير، وكان الهدف منها اختيار الأنماط الجينية الأكثر كفاءة، وبعبارة أخرى، لاستهداف الجينات المحتملة التي تعبر بشكل أفضل عن صفاتها الزراعية مع التكيف مع الظروف المناخية للبيئة. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن هجن جيل F4 تختلف معنويًا في جميع الصفات المدروسة. تظهر الهجينة قيمًا متوسطة أعلى مقارنة بعناصر التحكم لمعظم المعلمات التي تم تقييمها. من ناحية أخرى، عبرت الشواهد عن نفسها بشكل أفضل من الهجائن بالنسبة لمعلمات ارتفاع النبات الزهري (HPF) ومساحة سطح ورقة العلم (SFE). أظهرت اثنا عشر هجينًا (H14، H15، H4، H5، H1، H12، H17، H10، H9، H7، H11، H22) أعلى إنتاجية مقارنة بـ T1 والتي تزيد عن (41 جم). ومع ذلك، أعطت جميع الهجن إنتاجية أعلى من T2. وبالفعل فإن أكثر الهجن خصوبة هو H22 حيث تبلغ إنتاجيته 56 جرامًا.

الكلمات المفتاحية: الشعير، الانتخاب، الهجين، جيل F4، السلوك.

In Algeria, barley (*Hordeum vulgare* L.) has always occupied an important place among other cereals, namely durum and soft wheat. Barley is also a crop that adapts well to different environments. With a view to selecting F4 barley hybrids that perform better than the controls, an experiment was carried out on a pilot farm located in the northern zone of the wilaya of Mila during the 2023/2024 agricultural campaign, under a sub-bioclimatic level. -humid. In order to improve the yield of barley, the present work was initiated. A behavioral study through the evaluation of twelve agronomic parameters of thirty-five hybrids and two barley controls was carried out, the interest of which is to select the most efficient genotypes, in other words, to target the potential genetics which best express their agronomic qualities while adapting to the climatic conditions of the environment. The results obtained show that the hybrids of the F4 generation are significantly different for all the characteristics studied. The hybrids show higher average values compared to the controls for most of the parameters evaluated. On the other hand, the controls expressed themselves better than the hybrids for the parameters height of the flowering plant (HPF) and the surface area of the flag leaf (SFE). Twelve hybrids (H22; H11; H7; H9; H10; H17; H12; H1; H5; H4; H15 and H14) expressed the highest productivity compared to T1 and which is greater than (41 g). However, all hybrids gave higher productivity than T2. Indeed, the most fertile hybrid is H22 with a productivity of 56 grams.

Keywords: Barley, selection, hybrid, F4 generation, behavior.

Remerciements	
Dédicace	
Dédicace	
Résumé	
مستخلص	
Abstract	
Table des matières	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction	1

Synthèse bibliographique

Chapitre I. Généralités sur la culture de l'orge

1. Présentation de l'orge.....	4
2. Origine géographique et génétique de l'orge	4
2.1. Origine géographique.....	4
2.2. Origine génétique.....	5
3. caractéristiques botaniques	5
3.1. Taxonomie de l'orge.....	6
4. types de l'orge	6
5. Les caractères morphologiques de l'orge.....	7
5.1. Morphologie du grain d'orge	7
5.2. Appareil végétatif	8
5.2.1. système racinaire	8
5.2.2. Un système aérien	8
5.2.3. Appareil reproducteur	10
6. Cycle de développement.....	10
6.1. période végétative	11
6.2. période reproductive	11
7. exigences de la culture de l'orge	12
7.1. température	12
7.2. L'eau	13
7.3. sol.....	13
7.4. lumière	13

8. maladies Pathologie de l'orge.....	13
8.1. maladies Fongiques.....	13
8.2. principales maladies virales	15

Chapitre II. Sélection et amélioration génétique de l'orge

1. Modes d'amélioration de l'orge	17
2. voies de la création variétale	17
2.1. Création variétale par croisement : l'hybridation	17
2.1.1. Hybridations sexuées intraspécifiques	18
2.1.2. Hybridations sexuées interspécifiques	18
3. Sélection variétale.....	19
3.1. Historique de la sélection.....	19
3.2. Objectifs de la sélection	20
4. méthodes de sélection.....	20
4.1. sélection massale.....	20
4.2. sélection généalogique ou pédigrée	20
4.3. Sélection par rétrocroisement	21
4.4. Sélection par méthode de « Bulk »	21
4.5. Sélection par méthode SSD (Single Seed Décent)	22
5. Critères de sélection.....	22
6. sélection pour améliorer la productivité :	22
7. sélection pour améliorer l'adaptation	24

Chapitre III. Importance de l'orge

1. Situation de l'orge dans le monde	27
2. Situation de l'orge en Algérie.....	27
3. constituants biochimiques de l'orge	28
4. usages de l'orge dans l'alimentation animale.....	29
5. usages de l'orge dans l'alimentation humaine.....	29
5.1. couscous.....	30
5.2. Talbina comme ingrédient alimentaire fonctionnel	30
6. Propriétés biologiques de l'orge	30
6.1. transformations microbiologiques de l'orge.....	30
7. bienfaits de l'orge sur la santé humaine	31
7.1. affections cardiaques.....	31

Matériel et Méthodes

1. But de l'expérimentation	34
2. Présentation du site expérimental	34
3. Conditions climatiques	34
3.1. Température	35
3.2. Précipitation	35
4. Caractéristiques du sol.....	36
5. Protocole expérimental	37
5.1. matériel végétal.....	39
5.2. dispositif expérimental.....	39
6. Conduite des essais.....	41
6.1. Préparation du sol	41
6.2. Semis.....	42
6.3. Désherbage.....	42
6.3.1. Désherbage manuel	42
6.4. Mauvaises herbes	43
6.5. L'engrais azoté.....	44
6.6. Récolte	44
6.7. Maladies cryptogamiques	45
6.8. Ravageurs.....	46
7. Méthode d'étude.....	46
7.1. Détermination des différents stades phénologiques.....	46
7.1.1. Nombre de talles épis par plante	47
7.1.2. Hauteur des plantes à la floraison	47
7.1.3. Longueur du col de l'épi	48
7.1.4. Longueur de la barbe.....	48
7.1.5. Mesure de feuille l'étendard (dernière feuille)	48
7.1.6. Longueur de l'épi	49
7.2. paramètres mesurés au laboratoire	49
7.2.1. Nombre de grains par épi	49
7.2.2. poids de mille grains	50
7.2.3. poids de la plante.....	50
7.2.4. poids de l'épi	50
8. Techniques d'analyse statistique	51

Résultats et discussions

1. Étude de comportement de la génération F4	53
1.1. Étude des variables liées à la culture	53
1.1.1. hauteur des plantes à la floraison (HPF)	53
1.1.2. longueur de l'épi (LE)	55
1.1.3. longueur de la barbe (LB):	57
1.1.4. surface de la feuille étendard (SFE)	59
1.2. Analyses des composantes de la productivité	61
1.2.1. Nombre de talles épis par plante (NTE).....	61
1.2.2. Nombre de grains par épi (NGE)	63
1.2.3. Poids de mille grains (PMG)	65
1.2.4. productivité (PRO)	67
1.2.5. L'indice de récolte (IR)	69
1.2.6. Longueur du col de l'épi (LCE)	70
1.2.7. Poids de la plante (PP)	73
1.2.8. Poids de l'épi (PE).....	75
Conclusion	
Références bibliographiques	

Figure 01 : Sites connus et présumés de distribution d’orge sauvage.....	5
Figure 02 : Epillet d’orge à deux rangs à gauche et d’orge à six rangs à droite	7
Figure 03 : Epillet d’orge à six rangs à gauche et d’orge à deux rangs à droite	7
Figure 04 : Coupe longitudinale d’un grain d’orge à gauche et les grains à droite	8
Figure 05 : Description morphologique d’orge.....	10
Figure 06 : Différents stades de développement de l’orge.....	11
Figure 07 : Cycle de développement de l’orge	12
Figure 08 : Vue satellitaire de la ferme pilote Khelafa Ahmed	34
Figure 09 : Les températures moyennes (c) enregistrées à Tiberghent durant la campagne (2023/2024)	35
Figure 10 : La pluviométrie cumulé (mm) enregistrée à Tiberghent durant la campagne (2023/2024)	36
Figure 11 : Dispositif expérimental.....	40
Figure 12 : Dispositif expérimental adopté au cours de la campagne agricole 2023/2024.....	41
Figure 13 : semis au sein d'une parcelle expérimentale 2023/2024	42
Figure 14 : Le désherbage manuel 2023/ 2024	43
Figure 15 : <i>Brassica rapa</i> sub sp 2023/2024	43
Figure 16 : engrais d’urée granulés de marque Asfer trade 2023/2024	44
Figure 17 : La récolte des génotypes d’orge 2023/ 2024	45
Figure 18 : Rouille brune sur les feuilles d'orge au cours de la campagne agricole 2023/2024. .	45
Figure 19 : Attaque des pucerons et chenille, fourmis sur les feuilles des plantes 2023/ 2024. .	46
Figure 20 : mesure de la tallage de la plante 2023/2024.....	47
Figure 21 : Mesure de la hauteur de la plante 2023/ 2024.....	47
Figure 22 : La mesure de longueur du col de l’épi à la plante 2023/ 2024	48
Figure 23 : Mesure de la longueur et la largeur de feuille étendard 2023/2024.	49
Figure 24 : Mesure de longueur d’épis 2023/2024	49
Figure 25 : le poids des plantes au cours de la campagne agricole 2023/2024.....	50
Figure 26 : mesure de poids de l’épi 2023/2024.	50
Figure 27 : Les valeurs moyennes de la hauteur des plantes à la floraison mesurées chez les hybrides et les témoins.	53
Figure 28 : Les valeurs moyennes de la longueur des épis mesurées chez les hybrides et les témoins	55

Figure 29 : Les valeurs moyennes de la longueur de la barbe mesurées chez les hybrides et les témoins	57
Figure 30 : Les valeurs moyennes de la surface de la feuille étendard mesurées chez les hybrides et les témoins	59
Figure 31 : Les valeurs moyennes du nombre de talles épis comptées chez les hybrides et les témoins	61
Figure 32 : Les valeurs moyennes du nombre de grains / épi comptées chez les hybrides et les témoins	63
Figure 33 : Les valeurs moyennes du poids de mille grains pesés chez les hybrides et les témoins	65
Figure 34 : Les valeurs moyennes de la productivité estimées chez les hybrides et les témoins	67
Figure 35 : Les valeurs moyennes de l'indice de récolte estimées chez les hybrides et les témoins	69
Figure 36 : Les valeurs moyennes de la longueur du col de l'épi mesurée chez les hybrides et les témoins	71
Figure 37 : Les valeurs moyennes du poids de la plante pesé chez les hybrides et les témoins ..	73
Figure 38 : Les valeurs moyennes du poids de l'épi pesé chez les hybrides et les témoins	75

Tableau I: Les principales maladies fongiques de l'orge.	14
Tableau II : Les principales maladies Virale de l'orge.....	15
Tableau III : constituants biochimiques de l'orge en % de matière sèche	28
Tableau IV : La représentation de la granulométrie du sol de Tiberghent	36
Tableau V : Résultats d'analyse des échantillons du sol du site expérimental.....	37
Tableau VI : liste des déférents parents :.....	37
Tableau VII : Fiches descriptives des variétés ; fiches détaillées	38
Tableau VIII : liste des différents hybrides testés.	39
Tableau IX : Les résultats relatifs à la hauteur des plantes à la floraison.....	54
Tableau X : Les résultats relatifs à la longueur de l'épi (LE)	56
Tableau XI: Les résultats relatifs à la longueur de la barbe.....	58
Tableau XII : Les résultats relatifs à la surface de la feuille étendard	60
Tableau XIII : Les résultats relatifs au nombre de talles épis par plante	62
Tableau XIV : nombre de grain par épi	64
TableauXV : les résultats relatifs au poids de mille graines	66
TableauXVI : Les résultats relatifs au la productivité de la plante.....	68
TableauXVII : Les résultats relatifs à l'indice de récolte	70
Tableau XVIII: Longueur du col de l'épi.....	72
Tableau XIX : Les résultats relatifs au poids la plante.....	74
Tableau XX: Poids de l'épi.....	76

Introduction

L'orge est l'une des cultures les plus importantes dans le monde. Selon Parry et Parry (1993), l'orge est probablement la céréale la plus ancienne. C'est l'une des cultures les plus anciennes parmi les céréales ayant joué un rôle significatif dans le développement de l'agriculture (**Ullrich, 2011**).

La consommation de céréales en Algérie représente 25% des dépenses alimentaires et 230 kg/an d'équivalent-grains, avec une prépondérance de la semoule de blé dur. Les céréales constituent la base de l'alimentation humaine en tant que sources protéiques et énergétiques. L'orge (*Hordeum vulgare* L.) est, à côté du blé, du maïs et du riz, l'une des céréales les plus importantes dans le monde, étant classé au quatrième rang des céréales pour la production des grains avec 38% maïs, 29% blé, 20% riz et 6% d'orge (**USDA, 2010/2011**). Cette espèce est cultivée dans un large éventail d'environnement, elle s'adapte aux zones très fertiles à forte production mais aussi elle s'insère bien dans les milieux caractérisés par une grande variabilité climatique (**Dawson lan et al.,2015**). Cette adaptation est liée à un cycle de développement court et à une vitesse de croissance appréciable, en début de cycle (**Benmahammed, 2005**) Cette importance de l'orge est due d'une partie à l'amélioration de la conduite culturale, mais aussi au progrès génétique dans le domaine de la création variétale

(**Hanifi et Gallais.,1999**) Par conséquent, le choix de la variété est une majeure adaptation des itinéraires techniques aux contraintes climatiques.

Les nouvelles variétés qui ont été sélectionnées présentent une grande sensibilité aux variations environnementales ; ainsi, le degré d'adaptation par les agriculteurs a été plus souvent très faible voire nul. Compte tenu de la sévérité des contraintes climatiques ; des techniques culturales mal maîtrisées et du choix du matériel peu ou mal adapté, l'augmentation des rendements et la limitation de leur fluctuation ne pourraient être atteints qu'en améliorant les itinéraires techniques et en créant des variétés présentant une meilleure souplesse d'adaptation. L'utilisation des variétés locales qui présentent une bonne adaptation serait presque la règle, en revanche, l'orge n'est représentée que par les deux variétés populations Saida et Tichedrett qui ont une assez bonne productivité, mais aussi une grande sensibilité aux maladies et surtout à la verse. Ce matériel végétal pourrait être amélioré par la création et la sélection variétale.

A cet effet, et dans le cadre de l'enrichissement de la gamme variétale notre étude se propose d'étudier le comportement de trente-cinq hybrides F4 issus d'un croisement diallèle entre cultivars autochtones et introduits afin de sélectionner les meilleurs germoplasmes

Synthèse bibliographique

Chapitre I.

Généralités sur la culture de l'orge

1. Présentation de l'orge

L'orge est une monocotylédone, appartenant à la famille des poacées. Sa classification est basée sur la fertilité des épillets latéraux, la densité de l'épi et la présence ou l'absence des barbes (**GRILLOR, 1959**) cité par (**BENMAHAMMED ,2005**). Au stade herbacé, elle se distingue principalement des autres céréales par un feuillage vert clair, la présence d'une ligule très développée, des oreillettes glabres et un fort tallage herbacé. L'inflorescence est un épi, le plus souvent barbu, le rachis porte sur chaque article trois épillets mono-flore, un médian et deux latéraux. Le grain est vêtu par des glumelles qui ne s'en séparent pas lors du battage, ce qui améliore la teneur en cellulose brute. L'orge est une espèce très adaptée aux systèmes de cultures pratiqués 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. La culture de l'orge 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 (**BOUZERZOUR et al., 1998 ; ABBAS et ABDELGUERFI, 2008**).

2. L'origine géographique et génétique de l'orge

L'orge est concentrée dans plusieurs régions du monde, mais elle est considérée comme la première céréale domestiquée, et son origine géographique et génétique remonte à :

2.1. L'origine géographique

Considérant les découvertes archéologiques dans les premiers villages du Croissant Fertile, l'orge (*Hordeum vulgare* L.) est la première céréale à être domestiquée dans cette région. Les fouilles archéologiques effectuées depuis le début du siècle en Syrie et en Iraq ont dévoilé la présence de caryopses d'orge provenant d'épis modifiés par le processus de domestication. Ces épis datent d'environ 10000 ans. (**Leonard et al., 1963**).

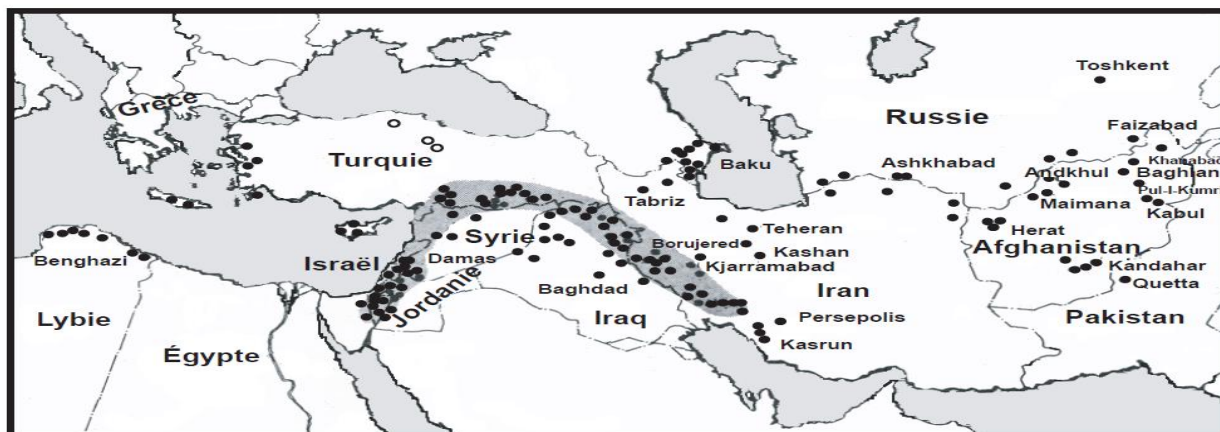


Figure 01 : Sites connus et présumés de distribution d'orge sauvage (Modifié de Harlan, J.R. 1975)

2.2. L'origine génétique

L'orge cultivée (*H. vulgare*), est généralement une plante diploïde ($2n=14$) et Nettement autogame (**Jestin, 1996**). Des formes tétraploïdes ($2n=28$) peuvent Apparaître spontanément, ou par traitement au laboratoire, mais elles n'ont aucun Intérêt agronomique. La variabilité de l'orge cultivée est immense, avec des milliers de variétés-populations et des centaines de cultivars. Les cultivars se différencient selon le nombre de rangs de grains (deux ou six), l'aspect des épis (lâche ou compact), ou la présence ou l'absence d'arêtes sur les lemmes. Tous les types sauvages possèdent des épis à deux rangs, ce qui signifie que sur les trois épillets situés à chaque nœud, les deux latéraux sont stériles et seul celui du milieu forme une graine. La domestication a donné naissance à des types à six rangs où chacun des trois épillets produit des grains. (**Ceccarelli et Grando, 1996**).

3. Les caractéristiques botaniques

L'orge forme un groupe botaniques complexe qui se caractérise par des épillets qui n'ont pas de pédoncule et sont toutes attachées directement sur l'axe principale du rachis. Les glumes sont allongées à leur sommet. Les glumelles adhérentes au grain en général, sont prolongées par une longue arête barbelée. Le genre *Hordeum* comporte des espèces annuelles telles que (*Hordeum marinum*), et des pérennes telle que (*Horduem bulbosum*) (**Bothmer et al.,2003**). Le genre *Horduem* comporte plusieurs espèces qui se caractérisent toutes par un nombre chromosomique de base de $X=7$. (*Hordeum vulgare* L.) est une espèce diploïde avec $2n=2X= 14$ chromosomes. Les autres espèces du genre *Hordeum* sont soit diploïdes, tétraploïdes ($2n=4x=28$) ou hexaploïdes ($2n=6x=42$), (**Bothmer et al., 2003**).

3.1. Taxonomie de l'orge

D'après (CHADEFAUD et EMBERGE, 1960 ; PRATS ,1960 ; FEILLET ,2000), l'orge cultivée est appartenue à la classification suivante :

- Règne : *Plantae*
- Division : *Magnoliophyta*
- Classe : *Liliopsida*
- Sous/Classe : *Commelinidae*
- Ordre : *Poale*
- Famille : *Poaceae* (ex Graminées).
- Sous/Famille : *Hordeoideae*
- Tribu : *Hordeae* (Hordées).
- Sous/Tribu : *Hordeinae*
- Genre : *Hordeum*
- Espèce : *Hordeum vulgare*

4. Les types de l'orge

L'orge est classée selon les types printemps ou hiver (sensible au gel ou au contraire résistant au froid environ jusqu'à -15°C), sa classification est basée sur la fertilité des épillets latéraux, la densité de l'épi et la présence ou l'absence des barbes, on' y distingue deux types selon la forme de leur épi

- ❑ L'orge à 2 rangs ou l'orge distique : a un épi aplati composé de 2 rangées d'épillets fertiles, un sur chaque axe du rachis, entouré de 4 épillets stériles. Dans ce type existent surtout des variétés de printemps.
- ❑ L'orge à 6 rangs ou orge hexastique : encore appelé exourgeon, à une section rectangulaire, sur chaque axe du rachis les 3 épillets sont fertiles. Dans ce type n'existent pratiquement que des variétés d'hivers (Soltner, 2005).

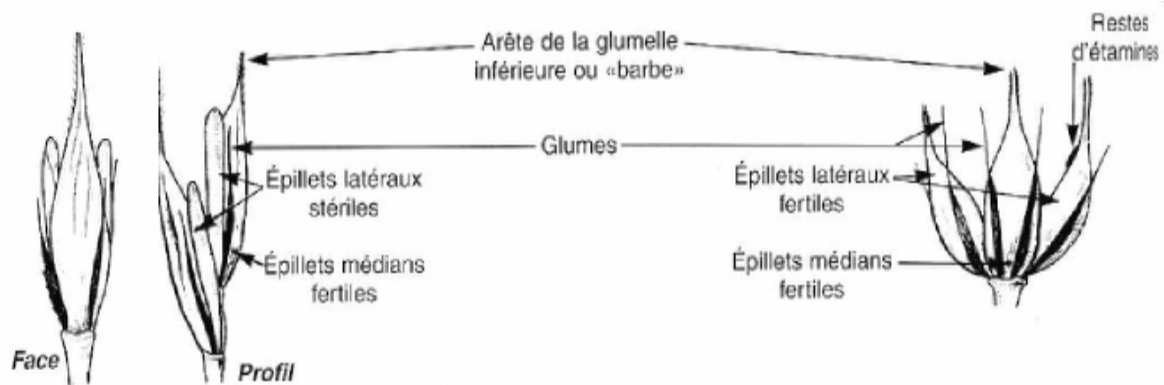


Figure 02 : Epillet d'orge à deux rangs à gauche et d'orge à six rangs à droite (Soltner, 2005)

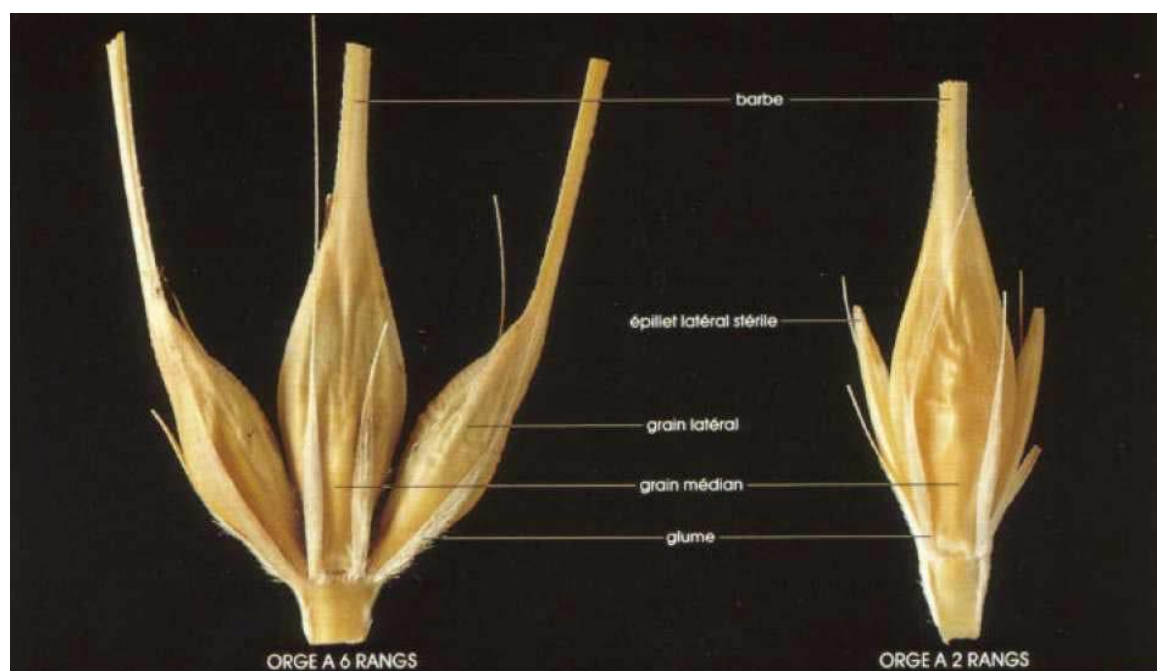


Figure 03 : Epillet d'orge à six rangs à gauche et d'orge à deux rangs à droite (Souillah, 2009)

5. Les caractères morphologiques de l'orge

L'orge est une plante annuelle autogame de jours longs, composée de :

5.1. Morphologie du grain d'orge

Le grain d'orge présente une nervure médiane et deux nervures latérales dorsales. Il est prolongé par une barbe. Alors, que la glumelle supérieure correspond à la face ventrale du grain. Celui-ci présente une dépression ou sillon à la base duquel est insérée une baguette Il comporte plusieurs parties distinctes :

- L'embryon : siège des activités vitales de la graine ;

- L'albumen amylicé : tissu de réserve de l'orge contenant des granules d'amidon et des protéines de réserve ;
- Les assises successives limitant l'embryon et l'albumen : le péricarpe et la testa soudés et des enveloppes appelées glumelles (**Jeantet et al., 2007**).



Figure 04 : Coupe longitudinale d'un grain d'orge à gauche et les grains à droite (**FAO, 2013**).

5.2. L'appareil végétatif

Il est composé de deux systèmes racinaires successifs :

5.2.1. Le système racinaire

Le système racinaire est composé de deux systèmes racinaires successifs. Le système séminal ou racines primaires, seul fonctionnel de la levée au début du tallage. Ces racines sont d'origines embryonnaires. Ce système est constitué d'une racine principale et de deux paires de racines latérales, soit cinq racines ; éventuellement une sixième racine qui peut se développer ; Les racines de ce système sont au nombre de six, rarement sept (**BENLARIBI et al., 1990 In HAZMOUNE, 2006**).

Le système adventif (racines secondaires), est un système de racines coronaires ou système de racines de tallage. Il se forme dès le tallage et se substitue parallèlement au système séminal. Il est de type fasciculé (**SOLTNER, 2005**).

5.2.2. Un système aérien

Au stade herbacé, l'orge se distingue principalement des autres céréales par un feuillage vert clair, la présence d'une ligule très développée, des oreillettes glabres et un fort tallage herbacé. (**KADI, 2012**). Le système aérien est constitué d'un certain nombre d'unités

biologiques ou talles. Celles-ci, sont ordinairement nombreuses, naissant d'une zone située à la base de la plante (le plateau de tallage). Chaque talle après complet développement de la plante est formée d'une tige feuillée ou chaume portant à son extrémité une inflorescence. Le rachis porte sur chaque article trois épillets mono-flore, un médian et deux latéraux. Le grain est vêtu par des glumelles qui ne s'en séparent pas lors du battage, ce qui améliore la teneur en cellulose brute.

a. La tige

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

b. Les nœuds

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

c. Les entre-nœuds

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

d. La feuille

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

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

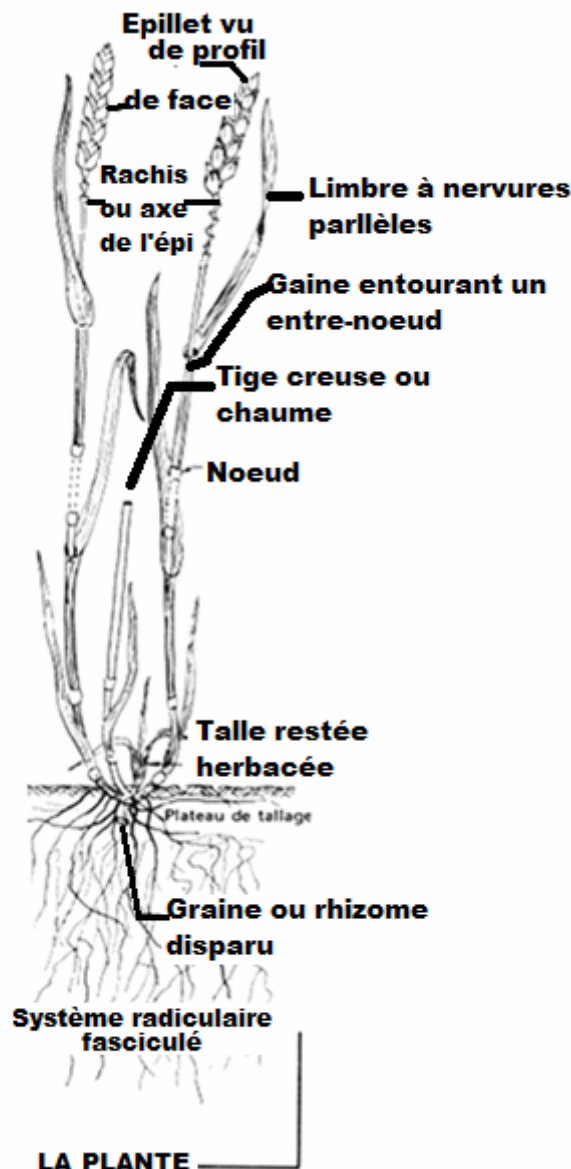


Figure 05 : Description morphologique d'orge (Soltner, 2005)

5.2.3. Appareil reproducteur

L'inflorescence est toujours en épi cylindrique de 5-10 cm de long, composée de groupes de 3 épillets disposés de façon alternée (Brink et Belay, 2006). Il est pointu ou porté à la tête du haut de la tige, avec des épillets attachés à des zigzag rachis ; chaque épillet à deux glumes se terminant par une arête (Mukund, 2015). La fécondation est autogame (Brink et Belay, 2006).

6. Cycle de développement

Après la germination la plantule passe par les étapes de développement : tallage, montaison, épiaison, floraison, remplissage du grain et maturité.

6.1. La période végétative

a. La germination : correspond à l'entrée de la semence en vie active et au tout début de Croissance de l'embryon.

b. La levée : cette période est caractérisée par le nombre de feuilles de la jeune plante et leur stade de développement (**Giban et al., 2003**).

c. Le tallage : le début du tallage est marqué par l'apparition de l'extrémité de la première feuille de la talle latérale puis d'autres talles naissent successivement, formant un plateau du tallage situé juste au niveau du sol. Le fin tallage est celle de la fin de la période végétative, marque le début de la phase reproductive (**Hadria, 2006**).

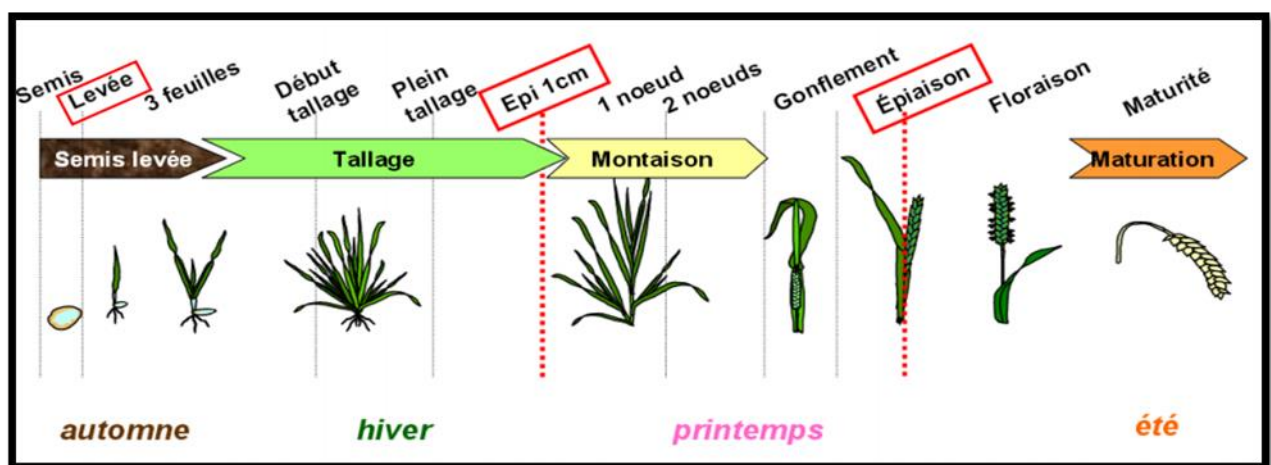


Figure 06 : Différents stades de développement de l'orge (Soltner, 2005)

6.2. La période reproductive

a. La montaison : ce stade est repérable une fois l'ébauche de l'épi du brin maître, atteint 1cm de hauteur. Cette phase s'achève une fois l'épi prend sa forme définitive à l'intérieur de la gaine de la feuille étendard qui gonfle (stade gonflement) (**Giban et al., 2003**).

b. L'épiaison : est la période allant de l'apparition des premiers épis jusqu'à la sortie complète de tous les épis hors de la gaine de la dernière feuille (**Giban et al., 2003**).

c. La floraison : est la sortie des premières étamines hors des épillets au milieu de l'épi sur 50% des épis la formation du grain se fait quand les grains du tiers moyen de l'épi parviennent à la moitié de leur développement. Ils se développent en deux stades :

- Le stade laiteux où le grain vert clair, d'un contenu laiteux atteint cette dimension définitive ; (le grain contient encore 50% d'humidité et le stockage des protéines touche à sa fin)
- Le stade pâteux où le grain, d'un vert jaune, s'écrase facilement. (le grain a perdu son humidité et l'amidon a été constitué).

□ La maturité complète : la teneur en humidité atteint environ 20%; le grain est mûr et prêt à être récolté, c'est alors la période des moissons.

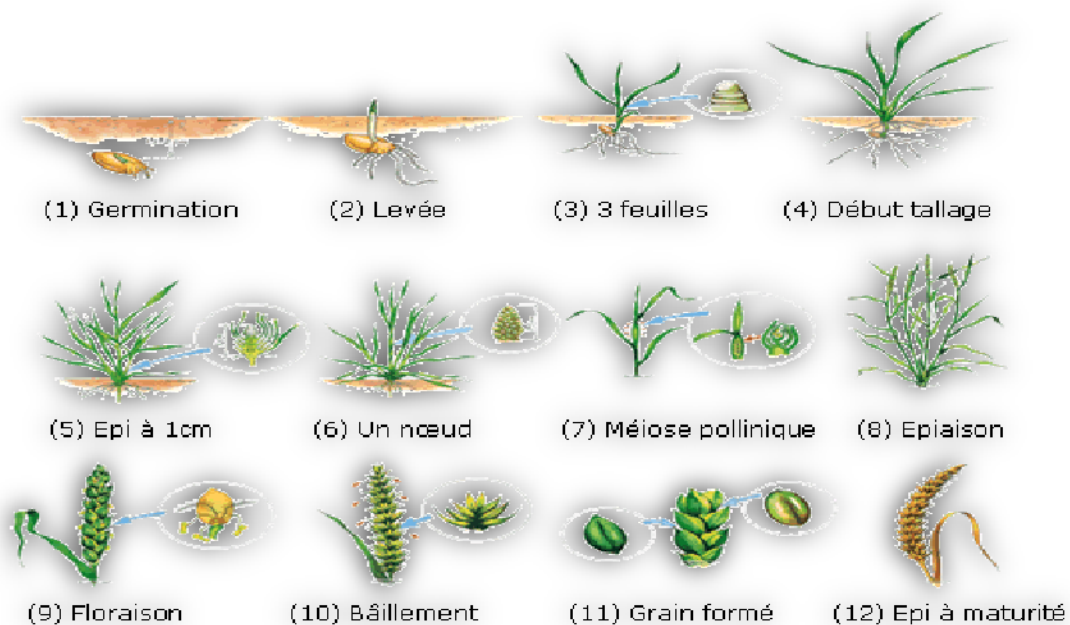


Figure 07 : Cycle de développement de l'orge (BOUHANIA, 2005).

7. Les exigences de la culture de l'orge

L'orge est la culture céréalière la plus rustique, elle est peu exigeante du point de vue climat, eau et sol ; cependant, sa rapidité de croissance entraîne la nécessité pour celle-ci de bénéficier de favorables conditions édapho-climatiques (Missaoui, 1991).

7.1. La température

L'orge est plus sensible au froid avec un seuil thermique de mortalité qui varie de 12°C à 16°C. La somme des températures exigée pour l'ensemble du cycle végétatif, varie selon le type d'orge,

- Pour l'orge de printemps, le cycle est de 110 à 120 jours soit 1600°C à 1700°C.
- Pour l'orge d'hiver, le cycle est de 250 jours soit 1900°C à 2000°C. (BACHIR, 2008).

7.2. L'eau

Les besoins en eau d'une culture d'orge produisant 40 quintaux de grain et 30.5 tonnes de pailles par hectare sont de l'ordre de 450 à 500 mm/cycle. Il y a lieu de signaler par ailleurs que les besoins en eau de l'orge sont surtout élevés au début de son développement et qu'ils deviennent au contraire relativement moindres par la suite (ZEHRI, 2005).

7.3. Le sol

L'orge demande des terrains sains, bien pourvus en chaux. Les terres légères, calcaires ou siliceuses conviennent bien, tandis que les terres lourdes, humides, tourbeuses sont défavorables (GRONDE et JUSSIAUX, 1980).

7.4. La lumière

L'orge est une plante de jours longs dont la floraison est avancée, si la durée du jour est allongée, (ELIARD, 1987). (SOLTENER, 1997), indique qu'une certaine durée du jour (photopériodisme) est nécessaire pour la réalisation du stade B précédant la montaison. La résistance des tiges de l'orge à la verse et le rendement sont contrôlés par l'intensité de la photosynthèse, elle est même soumise à l'intensité lumineuse et à l'aération (CLIMENT et al., 1970 ; Moule, 1980 et SOLTNER, 1990).

8. Les maladies Pathologie de l'orge

L'orge, tout comme la plupart des céréales peut être attaquée par des agents phytopathogènes d'origine fongique, bactérienne et virale qui provoquent des importantes maladies.

8.1. Les maladies Fongiques

Les maladies cryptogamiques constituent la contrainte biotique majeure de la culture de l'orge. Des prospections organisées en Algérie ont permis de recenser les maladies de l'orge les plus fréquentes en particulier la rayure réticulée et la strie foliaire causées par *P. teres* et *P. graminea*. Leur incidence varie entre 11 et 80%. Quant aux autres maladies telles que l'oïdium, la rouille brune et le charbon nu leur incidence et leur sévérité sont plus faibles (Sayoud et Benbelkacem, 1996).

Tableau I : Les principales maladies fongiques de l'orge. (BELLAH et BOUTELLAA, 2020)

Maladies (Agents pathogènes)		Organe s touchés	Symptômes	Moyens de lutte
Helminthosporiose 	Helminthosporiose (<i>Helminthosporium sativum</i>)	Feuilles	Taches, bigarrures et strie foliaire, brûlure des semis et des épis.	Variétés résistantes
	Rayure réticulée (<i>Pyrenophorateres</i>)			
	Strie foliaire (<i>H.graminieum</i>)			
	Taches Helminthosporiose (<i>H.tritici-repentis</i>)			
Oïdium (<i>Erysiphegraminisf.h ordei</i>) 		Grains. Feuilles. Glumes.	Coloration jaune de feuilles qui se recouvrent par la suite d'un feutrage blanc.	Désinfection des semences avec fongicide systémique.
Rouilles 	Rouilles noire (<i>Puccinia graminis</i>)	Feuilles. Tiges.	Des pustules jaunes orange à rouge foncé apparaissent sur le limbe et la gaine des feuilles, la tige et les glumes.	Traitement fongicide. Variétés résistantes.
	Rouilles naine (<i>Puccinia hordei</i>)			
	Rouilles jaune (<i>Puccinia striiformis</i>)			

Charbons 	Charbons nus (<i>Ustilagonuda</i>)	L'épi	Les grains sont remplacés par des masses charbonneuses de spores. Ces masses peuvent être poudreuses recouvertes d'une membrane grisâtre.	Désinfection avec fongicide systémique
	Charbon couvert (<i>Ustilagehordei</i>)			Rotation des cultures. Traitement de semences.

8.2. Les principales maladies virales

Tableau II: Les principales maladies Virale de l'orge.

Maladies	Agent pathogène	Organes touchés	Symptômes	Moyens de lutte
Jaunisse nanisante (JNO) 	Le virus BYDV transmis par les pucerons	Feuilles	Les feuilles jaunissent et lors de températures fraîches, un rougissement de l'extrémité des dernières feuilles apparait.	Détruire les repousses de céréales. Éviter les semis précoces. Traitement insecticide
La mosaïque jaune 	Le virus BaYMV transmis par un micro-organisme du sol (<i>Polymyxa graminis</i> Led.)	Feuilles Racines	Développement ralenti tant au niveau racinaire que foliaire. Les nouvelles feuilles sont fines, les anciennes jaunissent. Des tirets chlorotiques (traits blancs) répartis parallèlement aux nervures et provoquant une sorte de marbrure sur les feuilles.	Variétés résistantes

Chapitre II.

Sélection et amélioration génétique de l'orge

1. Modes d'amélioration de l'orge

L'amélioration du rendement des orges passe par la création variétale et le choix de critères fiables pour l'identification des mécanismes d'adaptations aux contraintes environnementales. L'étude des paramètres agronomiques et technologiques sert de critères de sélection dans le programme d'amélioration génétique (**Benbelkacem et al., 1995**). Le sélectionneur doit donc répondre à de nombreuses exigences. Pour cela il est nécessaire qu'il puisse disposer d'outils lui permettant d'apprécier la productivité ; l'adaptation et la qualité ceci à un stade précoce de la sélection. Cette amélioration répond à plusieurs objectifs :

- ❑ La nécessité de satisfaire les besoins alimentaires croissants créés par l'augmentation démographiques.
- ❑ La recherche permanente d'une amélioration de la production agricole et de sa qualité.
- ❑ La modification incessante des objectifs de sélection due à l'évolution des exigences des transformateurs et des consommateurs.
- ❑ La nécessité d'adapter les variétés aux conditions environnementales et de production, variables dans le temps et dans l'espace. (**C.doré et al., 2006**) .

2. Les voies de la création variétale

Les méthodes d'améliorations classiques consistent à créer du matériel végétal, par croisement, mettre les plantes en culture et les observer tout au long du cycle et enfin sélectionner celles qui ont le meilleur comportement agronomique. Ces méthodes empiriques ne permettent pas de maîtriser les modifications qui sont induites sur le génome. Elles ne nécessitent pas de connaître le lien entre les gènes et les caractères exprimés par la plante, qui n'est évaluée qu'à travers son phénotype (**Araus et al., 2008**).

2.1. Création variétale par croisement : l'hybridation

L'hybridation est un moyen de réunir chez un même individu les caractéristiques favorables des parents, (**Ramage, 1983**). (**Simon et al., 1989**) . Si c'est l'effet hétérosis qui est recherché, il peut se manifester avec l'utilisation de meilleurs parents comme avec l'utilisation de simples parents c'est-à-dire des parents ayant un bas rendement, (**Upadhyaya et Rasmusson, 1967**). (**Gebrekidan, 1970**). (**Matchett et Cantu, 1977**). Les sélectionneurs recherchent le plus grand nombre possible de géniteurs (**Maciejewski, 1991**). et il en résulte souvent un effet hétérosis, vigueur hybride, (**Acevedo, 1991**). L'état hybride permet d'obtenir des variétés disposant d'une plus grande vigueur donc, plus productives, associant des caractéristiques

complémentaires en provenance des parents : résistance aux maladies, qualités technologiques et présentant généralement une plus grande souplesse d'adaptation que leurs homologues homozygotes, **(Maciejewski ,1991)**.

2.1.1. Hybridations sexuées intraspécifiques

C'est la plus courante, elle consiste à un croisement de deux lignées pures de la même espèce. Elle est facile à réaliser et ne pose pas de problèmes d'ordre génétique.

Les génotypes sont croisés à l'intérieur d'une même espèce avec un ou plusieurs partenaires qui apportent des qualités complémentaires ou qui intensifient, par l'effet cumulatif, les performances de chaque génotype, lorsqu'on veut compléter entre deux parents tout un ensemble de caractéristiques **(Demarly et Sibi , 1989)**.

2.1.2. Hybridations sexuées interspécifiques

On pratique cette méthode lorsque les caractères recherchés n'existent pas au sein de l'espèce, par exemple la rusticité. Dans ce cas, on utilise souvent les plantes issues d'espèces voisines, généralement sauvage **(Demarly et Sibi ,1989)**.

Les hybridations interspécifiques présentent les avantages suivants :

- Cette hybridation contribue à la création d'espèces nouvelles, notamment parmi les espèces cultivées (blé, colza, pomme de terre).
- C'est une méthode d'haplodiploïdisation, en raison de l'élimination sélective et spontanée du génome du parent pollinisateur au cours des premières divisions cellulaires de l'embryon (**sarafi , 1995**).
- Les barrières génétiques peuvent parfois être levées entre espèces voir même entre genres différents, normalement interféconds.
- L'hybridation interspécifique permet l'augmentation de la variabilité fortement diminuée et qui présente des intérêts agronomiques importants.

En revanche l'hybridation interspécifique présente souvent des difficultés :

- La réalisation d'un croisement présente souvent des limites découlant de la distance cytotaxonomique entre les géniteurs, de leur structure génétique différentes et de leur stade relatif d'évolution.
- Difficultés de croisement dues à des barrières complexes de biologie florale, de compétition pollinique, d'incompatibilité et de non fécondation.

- L'absence ou la rareté d'appariement entre chromosomes homologues d'espèces apparentées limitent les combinaisons chez les hybrides interspécifiques et intergénériques.

3. Sélection variétale

Est l'ensemble des activités scientifique et technique visant à mettre à la disposition de l'agriculture des variétés de plus en plus performantes (**SOLTNER, 2007**). Hautement probabiliste qui a pour objet de rassembler au sein d'un individu, d'un clone, d'un hybride ou d'une population, un ensemble de caractéristiques dont chacune est généralement gouvernée par de nombreux gènes. La sélection est bien sûr toujours effectuée dans un contexte environnemental (conditions agro climatiques, phytopathologiques, etc.) et de temps (socio-économique) qui contribuent à donner aux résultats une réelle spécificité.

3.1. Historique de la sélection

Avant d'être exercée par des professionnels, la sélection a été conduite de manière empirique par les agriculteurs sur les plantes cultivées pendant une période de quelques milliers d'années. Schématiquement, (**Evans, 1976**) distingue trois étapes dans l'histoire du processus d'amélioration des espèces végétales cultivées :

- La domestication se déroule dans le milieu d'origine ; la plante sauvage devient apte à la culture si elle est capable d'exprimer un petit nombre de caractères regroupés sous le terme de syndrome de domestication ;
- La diffusion de cette plante hors de son centre de domestication nécessite une plasticité génétique suffisante pour réussir l'adaptation à de nouveaux milieux de culture. Elles se déroulent très lentement, au rythme des évolutions culturelles de ces sociétés devenues agricoles et parfois de manière réversible avec un retour vers la cueillette et la chasse. C'est probablement la « nature » qui fait la plus grosse partie du travail d'adaptation au milieu, l'homme se contente de choisir les plantes qui lui conviennent d'après un petit nombre de caractères remarquables et héréditaires ;
- Enfin, l'amélioration génétique accompagne l'évolution, en général une intensification, des systèmes de culture qui crée une demande de génotypes ayant un potentiel productif supérieur. Mais elle ne devient un métier qu'au 18^{ème} siècle. L'amélioration des plantes montre que le métier de sélectionneur n'a pu émerger qu'avec les progrès de la connaissance des phénomènes biologiques liés à la reproduction.

3.2. Objectifs de la sélection

La sélection est utilisée pour créer de nouvelles variétés supérieures aux variétés existantes, en pratique, il existe deux types de sélection ; la sélection directe et la sélection indirecte. La sélection directe utilise le rendement grain comme critère de sélection, du fait qu'il est l'objectif final du sélectionneur. Ce caractère présente une faible héritabilité et il est fortement influencé par l'environnement, il a une faible héritabilité notamment en conditions défavorables, (**Austin et al., 1980**). Le rendement est sous le contrôle des effets génétiques non additifs, qui se reflètent par une réponse positive en conditions favorables et négatives en conditions défavorables, (**Gill et al., 1979**). Cette instabilité a orienté la recherche vers d'autres critères qui s'avèreraient plus efficaces dans l'amélioration de la régularité de la production. La sélection indirecte utilise les caractères liés au rendement grain comme critères de sélection. Elle exige beaucoup d'effort pour l'identification et l'étude du déterminisme génétique de ces caractères. Parmi les composantes du rendement grain, le nombre des épis par mètre carré est le facteur le plus déterminant du rendement en absence de gel tardif, il est suivi du nombre de grains par épi et du poids de mille grains, (**Karrou ,2003**). En présence de gel le nombre de grains par épi devient le facteur déterminant (**Bouzarzour et Benmahammed , 1994**).

4. Les méthodes de sélection

En fonction des objectifs visés, diverses techniques de sélection artificielle ont considérablement progressé au fil du temps. Elles offrent aux sélectionneurs une gamme d'outils, parfois controversés, pour améliorer les plantes. Voici quelques exemples :

4.1. La sélection massale

Méthode la plus simple qui consiste à choisir les individus reproducteurs dans la masse des plantes cultivées. La sélection massale est également utilisée pour l'amélioration d'un caractère à travers un autre caractère c'est une forme de sélection (**Zahour, 1992**). Si la sélection massale diffère assez peu de la sélection naturelle ses objectifs sont cependant généralement plus stables au cours du temps (**Baudoin et al., 2002**). Il ne s'agit alors plus d'une technique empirique comme dans la sélection naturelle mais d'une démarche scientifique en exploitant au mieux les prédictions écalant des règles de la génétique mendélienne (**Yves et al., 2005**).

4.2. La sélection généalogique ou pédigrée

À partir d'un croisement entre deux ou plusieurs parents, cette méthode consiste à retenir les individus issus de plantes, des lignées ou des familles qui, au cours des descendance successives, satisfont aux divers tests de sélection. Le choix des lignées se fait sur leur valeur

propre et surtout sur le comportement de leurs descendance par l'individualisation de chacune d'elles. La sélection généalogique nécessite un temps assez long et exige de véritables spécialistes. Elle s'efforce d'obtenir des variétés à grand rendement et bien adaptées aux régions de grande culture (**Genech, 1971**). La sélection généalogique, fut mise en place avant de connaître les lois de l'hérédité. La séparation et l'appréciation des différentes plantes mères a conduit à sélectionner les meilleurs génotypes dans des populations de blé, d'orge (plantes autogames) ou de betterave à sucre (plante allogame) (**Varoquaux et Georges, 2002**).

4.3. Sélection par rétrocroisement

Cette méthode de sélection, également appelée le Back-cross ou croisement de retour, est une forme d'hybridation récurrente. On introduit les caractères recherchés, tels que résistance aux maladies et types de plantes et de grains, dans une variété de haute qualité en croisant celle-ci avec une autre variété qui possède déjà ces caractères intéressant le sélectionneur. La descendance est ensuite rétrocroisée avec le parent original de qualité supérieure. Après chaque rétrocroisement, les plants contenant les caractères recherchés du parent de moindre qualité sont sélectionnés avant que l'on procède au rétrocroisement suivant. Après que ce processus a été répété six à sept fois, la nouvelle lignée possède la qualité technologique du parent de haute qualité sélectionnée, ainsi que le caractère recherché (en général un seul caractère est transféré à la fois) provenant de l'autre parent.

Généralement, le Back-cross est utilisé lorsqu'une variété possédant des caractéristiques désirables présente une faiblesse qui peut être corrigée par l'introduction d'un ou de quelques gènes. L'objectif de Back-cross est de restituer au parent récurrent (variété adaptée) tous ses gènes, sauf le ou les gènes qui contrôlent la caractéristique à transférer (**Zahour, 1992**).

4.4. Sélection par méthode de « Bulk »

Cette méthode est simple et peu coûteuse, peu d'efforts sont généralement engagés durant les premières générations. Cependant, la taille de la population doit être assez importante surtout lorsque les plantes sont individualisées durant la sélection. La sélection naturelle est plus active dans le cas de la sélection par cette méthode.

Les plantes hautes et les plantes tardives sont généralement favorisées par la méthode de « Bulk », ce qui peut être en contradiction avec les aspirations de sélectionneur ; cependant, la présence des maladies et d'insectes favorise la mise en évidence des plantes résistantes, généralement recherchées par le sélectionneur (**Zahour, 1992**).

4.5. Sélection par méthode SSD (Single Seed Décent)

C'est une méthode inventée par BRIM en 1966 pour le soja. Elle consiste à accélérer les premières générations d'autofécondation en ne pratiquant aucune sélection, en semant un ou deux graines par plante F2 puis plante F3, F4 de telle sorte que l'effectif des plantes reste constant de la F2 à la F4, de niveau d'homozygotie ayant augmenté. Cette méthode ne fait agir que le hasard pendant la première phase. Comme pour la « Bulk », chaque F5 sera constituée d'un certain nombre d'épis ligne (2 à 3 épis ligne) provenant de la plante F précédente et l'on retombe donc dans un semblant de sélection généalogique. C'est une méthode rapide « légère », son désavantage principal est la part importante du hasard qui risque de conserver beaucoup de matériel inintéressant. Théoriquement cette méthode est celle qui garde cependant toute la variabilité génétique et peut servir de témoin de l'étendue de celle-ci.

5. Critères de sélection

Un critère de sélection est défini comme « la marque à laquelle on reconnaît une chose parmi d'autre » ; il doit permettre de choisir, parmi un grand nombre d'individus, ceux qui correspondent aux objectifs agronomiques ou de qualité définis au départ (**Monneveux ,1997**).

L'aptitude d'un cultivar à être raisonnablement performant dans un environnement, où diverses contraintes de production (stress de sécheresse, de froid, de chaleur...) sont combinées les unes aux autres, influant sur la stabilité du rendement, est un caractère important pour l'aboutissement à de nouvelles variétés. Ces dernières doivent être améliorées, tant sur le plan agronomique (productivité, adéquation au milieu : physique et biologique) que qualitatif pour une meilleure adéquation à la demande de l'industriel (**Vespa,1984**).

6. La sélection pour améliorer la productivité :

La productivité est définie comme étant la capacité de produire plus. C'est une notion relative. En sélection, elle désigne souvent le rendement grain. Une variété productive ne l'est, en fait que par rapport à une autre variété qu'elle remplace et à laquelle elle est comparée. Cette dernière est alors utilisée comme témoin de référence, (**Bekrar,2015**). L'amélioration du rendement est réalisable suite à la sélection directe ou indirecte sur la base des composantes (**Canterell et al., 1986**). La sélection directe utilise le rendement lui-même qui est mesuré à la récolte de la plante (**Reynolds et al., 2007**). La sélection indirecte qui utilise les composantes du rendement et les caractères morpho-physiologiques qui sont liés au rendement grain (**Laala et al., 2010**) et certains caractères liés qui conditionnent la réalisation de hauts rendements (**Kadi et al., 2010; Benmahammed et al., 2003**).(**Olmeda-Arcega et al.,1995**) mentionnent que, depuis

la domestication des céréales, l'amélioration du rendement en grains est le plus vieux problème posé à la recherche agronomique. Ils notent que de grands efforts ont été accomplis dans la sélection de variétés avec une meilleure amélioration de la résistance aux maladies, une nette amélioration de la tendance à la verse et une précocité accrue pour échapper aux effets de la sécheresse et des hautes températures de fin de cycle. Ils font remarquer que l'amélioration du rendement en grains s'est faite souvent de manière directe, sans de grandes préoccupations sur comment ce rendement en grains a été obtenu, ni les changements réalisés sur les caractères non concernés par la sélection. (**Bouzerzour et Dekhili, 1995**) montrent que la sélection directe sur la base des données d'une seule année n'est pas efficace en milieux très contrastés, suite au faible coefficient de l'héritabilité du rendement en grains et à sa variation selon les environnements. L'inefficacité de la sélection directe est de ce fait expliquée par la présence des interactions génotypes x lieux qui réduisent la variance génotypique et le coefficient de l'héritabilité (**Annichiarico et al., 2006 ; Meziani et al., 2011 ; Nouar et al., 2012 ; Adjabi et al., 2014**). Ceci amène certains auteurs à proposer d'autres caractères comme critères de sélection (**Acevedo et al., 1991 ; Ali Dib et Monneveux, 1992**). (**Simane et al., 1993**) notent que l'une des raisons principales de la lenteur de l'amélioration des rendements dans les environnements stressants est le manque de connaissances sur les relations entre le rendement en grains et ses composantes d'une part, et sur les effets de compensation qui s'instaurent entre ces dernières en fonction des effets des stress d'autre part. L'effet de compensation entre les composantes du rendement est un mécanisme de développement important qui est à même de pouvoir maintenir le rendement en grains lors de la reprise après l'effet du stress (**Blum, 1996**). (**Bahlouli et al., 2005**) montrent que les effets directs des composantes sur le rendement sont positifs. Ceci indique que si on réussit à maintenir constantes les moyennes des composantes non pris comme critères de 22 sélections, on peut améliorer le rendement par augmentation de la composante utilisée comme critère de sélection. La difficulté réside dans le fait qu'il est difficile de contrôler la variation des composantes non prises en compte dans le processus de sélection (**Benmahammed et al., 2010**). (**Clarke et al., 1991**) mentionnent qu'une biomasse élevée à maturité est une caractéristique désirable en milieux semi-arides. (**Bouzerzour et al., 1998**) étudient l'efficacité de la sélection sur la base de la biomasse aérienne et celle de l'indice de récolte chez l'orge. Ils notent que cette sélection n'est pas efficace à cause des effets dus à la variation de la durée semis-épiaison. Ils observent une variation des caractères et de leurs niveaux de contribution à la réalisation de la biomasse aérienne. Ainsi certaines années, les épis/m² contribuent le plus à la biomasse aérienne, en années favorables, alors qu'en années sèches, ce rôle est plutôt dévolu à la hauteur de paille. (**Puri et al., 1982**) font remarquer que la sélection sur la base des composantes est peu

efficace à cause des phénomènes de compensation entre composantes. Ils mentionnent aussi le fait que la variation environnementale favorise l'expression d'une composante une année puis celle d'une autre composante, l'année suivante, ce qui réduit de l'efficacité de la sélection. Ils mentionnent qu'à cause des variations des conditions de croissance d'une année à l'autre, les corrélations phénotypiques sont très peu fiables pour être utilisées dans l'identification des caractères clés qui déterminent le rendement en grains sous climats variables. Ils suggèrent d'utiliser l'analyse des effets directs et indirects pour identifier les caractères qui sont à privilégier le plus en sélection. La sélection directe, comme la sélection indirecte sur la base des composantes et des caractères phéno-morphologique, peut se révéler efficace dans certaines situations et pas dans d'autres, lorsque les interactions génotype avec l'environnement de sélection sont présentes. La sélection multi-caractères se révèle souvent plus efficace que celle basée sur un seul caractère, parce qu'elle contrôle mieux la variation des caractères d'intérêt qui aident à une meilleure adaptation du génotype à la variabilité climatique de l'environnement de production. L'aspect adaptation doit être pris en compte dans le processus de sélection en milieu variables.

7. La sélection pour améliorer l'adaptation

L'adaptation fait suite à l'action modificatrice des facteurs extérieurs qui influencent le comportement et la structure de la plante. L'adaptation est définie aussi comme la capacité de la plante à croître et à donner des rendements satisfaisants dans des zones sujettes à des stress de périodicité connue (**Papadakis, 1938**). La notion d'adaptation se confond avec celle de résistance et de tolérance au stress. En fait, l'adaptation n'est que la résultante de la tolérance aux contraintes. Une plante adaptée est donc celle qui tolère ou résiste à un stress donné et réussie à produire à un niveau satisfaisant par rapport à une plante qui sera dite non adaptée (**Ceccarelli, 1987**). Pour le sélectionneur une bonne variété doit être stable dans le temps et adaptée dans l'espace. La stabilité dans le temps la rend attractive pour l'agriculteur dont l'objectif est d'obtenir un haut rendement régulièrement. Par contre le semencier cherche une variété qui soit adaptée à une large zone de production pour intéresser le plus grand nombre d'agriculteurs (**Witcombe et al., 2004**). Cependant, adaptabilité, stabilité et haut rendement grainier ne sont pas toujours positivement corrélées (**Sinebo et al., 2005**). Les variétés stables et adaptées sont les moins productives. Elles répondent moins à la fertilité du milieu (**Menad et al., 2009**). Dans ce contexte, l'adaptabilité est liée à la tolérance des stress (**Annichiarico et al., 2002**). De ce fait, la sélection pour l'adaptabilité reste basée sur les caractères indicateurs de la tolérance des stress. Une croissance active en début du cycle nécessite une moindre sensibilité aux basses

températures (**Canterro-Martinez et al., 1995**). Elle améliore l'utilisation de l'eau et permet une production de biomasse aérienne plus importante. Par ailleurs, une moindre sensibilité à la photopériode permet à la variété d'épier plus tôt, et donc d'être moins exposée aux stress abiotiques de fin de cycle (**Ceccarelli et al., 1998**). À l'opposé, les variétés ayant des besoins en vernalisation ou en longueur de jour élevée ont une croissance végétative importante qui ne s'exprime que tardivement lorsque leurs besoins photopériodiques et en froid sont satisfaits. Ces variétés sont, en général, assez tardives, ce qui leur permet d'esquiver les périodes de gel tardif ; en revanche, elles subissent les effets de la sécheresse et des hautes températures de fin de cycle (**Mekhlouf et al., 2006**). La sélection pour la tolérance induit, certes, une baisse des rendements sous contrainte, mais cette baisse est cependant moins importante chez les génotypes tolérants comparativement à celle notée chez les génotypes sensibles (**Fellah et al., 2002 ; Bahlouli et al., 2005**). (**Mossad et al., 1995**) remarquent que les génotypes photo-insensibles mais verbalisant épient très tardivement, alors les génotypes sensibles à la photopériode et à la vernalisation ne réussissent pas à compléter normalement le développement de leurs épis sous stress thermique. Les génotypes photo- et thermo-insensibles, capables d'épier tôt, sont donc plus aptes à s'adapter aux milieux caractérisés par des stress abiotiques en fin de cycle. (**Fischer et Maurer, 1978**) trouvent qu'une hauteur de paille importante, en cas de déficit hydrique, est à la capacité de croissance du système racinaire en profondeur à la recherche d'une humidité du sol qui commence à faire défaut en surface. Une hauteur de paille plus importante est donc une caractéristique désirable en zone semi-aride, parce qu'elle est liée à un système racinaire capable d'aller en profondeur, à une production de biomasse plus importante et à la capacité de transférer les assimilats stockés.

En Algérie et dans les zones soumises à une forte variabilité climatique, l'amélioration de la tolérance aux stress reste un objectif de sélection prioritaire.

Chapitre III.

Importance de l'orge

1. Situation de l'orge dans le monde

L'orge (*Hordeum vulgare* L.) est, à côté du blé, du maïs et du riz, l'une des céréales les plus importantes dans le monde, étant classé au quatrième rang des céréales pour la production des grains avec 38% maïs, 29% blé, 20% riz et 6% orge (**Soltner, 2005**). L'orge est un aliment important dans plusieurs régions du monde telles que l'Afrique du nord, le proche orient, l'Asie etc. la consommation moyenne et annuelle par personne dans ces régions varie entre 2 à 36 kg (**El-Haramein et Grando, 2010**). Il joue également un rôle primordial non seulement en alimentation humaine au Maghreb et dans les montagnes d'Ethiopie et le Pérou (**Grando et al., 2005**), mais également comme aliment de bétail en période hivernale lorsque le déficit fourrager est grand et le prix du fourrage est élevé (**Khaldoun, 1989**). D'après (CNIS, 2017), la quantité d'orge produite dans le monde pendant les années de récolte (2008/2009) à (2016/2017), a nettement fluctué : le volume le plus élevé a été atteint durant la campagne agricole (2008/2009), avec plus de 155 millions de tonnes produites, comparé au volume de production le plus bas se situant à environ 120 millions de tonnes qui a été réalisé en (2010/2011).

2. Situation de l'orge en Algérie

A l'inverse des blés et surtout du blé dur qui a une place privilégiée dans la tradition agricole locale, l'orge est souvent considérée comme une céréale secondaire alors qu'elle a des potentialités voisines de celle du blé. En effet, soignées comme le blé, les orges d'hiver peuvent donner des rendements équivalents, (Bouchetat , 2018).

Cette spéculation permet de lutter contre la sécheresse, en valorisant les sols les moins favorables aux blés et assurant une bonne répartition dans le temps des produits et des sous-produits qu'elle permet de dégager pour les besoins des animaux, (**Sefrioui et al., 1990**). Toutefois, l'importance et les multiples usages de cette céréale (dé primage, grain, paille) lui confèrent une valeur stratégique dans l'alimentation animale comme plante fourragère et céréalière, (**Sekkate et Leghzali, 1999**).

L'orge permet à l'agriculteur qui dispose de peu de surfaces d'exploiter du fourrage pour son cheptel et du grain pour lui-même ou pour ses animaux, (**Bœuf et Vasseau, 1932**) 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 conduit d'une manière intensive. L'orge est le fourrage de référence, puisque 1 kg de grain est l'équivalent de l'unité fourragère, contenant 75 g de matières azotées, qui en font un aliment très apprécié, pouvant se conserver

très longtemps et transportable sur de longue distance, (Somel,1990), elle représente l'alternative là où les fourrages de substitution sont très peu représentés, (Benmahammed,1995)

3. Analyse biochimique de l'orge

L'azote, les minéraux, l'amidon et les fibres alimentaires sont les composants qui présentent le plus d'intérêt dans l'orge (Grando et Gómez Macpherson, 2005). Il contient également des protéines avec un contenu limité en lysine et des lipides dont le tiers est situé dans le germe. Ces constituants se répartissent très différemment selon les tissus . Les diverses familles de constituants biochimiques d'un grain d'orge sont représentées dans le tableau 03.

Tableau III : Analyse biochimique de l'orge en % de matière sèche (Alliosio-Ouarnier, 1999).

Constituants chimiques	Teneur en % du poids sec
Glucides	78-85
- Amidon	63-65
- Saccharose	1-2
- Sucres réducteurs	0,1-0,2
- Polysaccharides solubles dans l'eau (gommes)	1-1,5
- Polysaccharides solubles dans les solvants organiques(hémicelluloses)	8-10
- Cellulose	4-5
- Autres	1
Lipides	2-3
Protéines	8-11
- Albumines	0,5
- Globulines	3
- Hordéines	3-4
- Glutélines	3-4
- Acides aminés et peptides	0,5
Acides nucléiques	0,2-0,3
Sels minéraux	2
Autres dont lignine ...	5-6

4. Les usages de l'orge dans l'alimentation animale

Le grain d'orge peut être utilisé pour alimenter les bovins les porcs et dans certains cas les volailles, **(Doré et Varoquaux , 2006)**. L'orge d'hivers peut être pâturée, lorsqu'elle est au stade du tallage. L'orge est aussi, quelquefois, récoltée en vert à épiaison, seule, ou en association avec la vesce commune. Les orges du fourrage peuvent être des variétés à deux rangs ou à six rangs qui sont très compétitives. En effet, elles peuvent être récoltées comme fourrage en environ 58 à 65 jours, **(Doré et Varoquaux , 2006)**., **(Lardy et al.,2004)**. De plus, l'orge peut être plantée, dans certains environnements, pour une double exploitation. Le moment opportun de la récolte des fourrages correspond au stade laiteux-pâteux du grain en effet, le stade de récolte a un impact significatif sur la qualité du fourrage. La récolte au stade laiteux est recommandée pour une qualité optimale bien que le stade pâteux peut produire un peu plus de fourrage tout en offrant une qualité relativement bonne, **(Rosser et al., 2016)**. La partie aérienne de l'orge est coupée et laissée sécher jusqu'à une humidité adéquate, puis hachée et stockée pour qu'elle soit utilisée sous forme d'ensilage.**(Rosser et al., 2016)**. ont noté que la digestibilité de l'ensilage d'orge entière diminue en fonction de la mesure que le stade de maturation progresse. L'orge fourragère ou les peuplements mixtes d'orge et de vesce peuvent être également récoltés sous forme de foin sec, **(Lardy et al. ,2004)**. Le mélange entre orge et vesce permet d'améliorer le rendement du fourrage et d'augmenter le taux en protéines, **(Doré et Varoquaux ,2006)**.

5. Les usages de l'orge dans l'alimentation humaine

Jusqu'au commencement de notre ère, l'orge était la céréale la plus utilisée pour l'alimentation humaine par les peuples du croissant fertile, des régions méditerranéennes et l'Europe .Les Transactions agricoles établies par les sumériens et les hittites ,tels que rapportées dans leurs tablettes « comptables »,font état de l'importance de la production d'orge ,et non de blé, ainsi que l'utilisation de l'orge comme moyen de paiement pour les travaux des employés agricoles.**(ITGC,2012)**, Selon **(BENMAHAMMED ,2004)** , 10% de la production d'orge en Algérie est destinée à l'alimentation humaine. L'orge de plus en plus demandée au cours de ces dernières années, avec le retour à la fabrication traditionnelle des produits de l'orge tel que: le couscous, le pain et le mermez, ainsi l'orge occupe la deuxième place après le blé dur dans la consommation alimentaire des algériens, 90 % de la production est vouée à l'alimentation animale.

5.1. Le couscous

Le couscous est le plat national de l'Algérie. Son appellation provient du mot berbère << seksu » et connu par l'appellation ta'aam ». C'est un terme qui a un double sens. Il désigne aussi bien la graine que le plat national de certains pays d'Afrique du nord (**Anonyme, 2006**). Le premier sens c'est le plat national est composé de semoule cuit à la vapeur qui sert d'accompagnement à un bouillon contenant divers légumes, d'épices et de la viande, essentiellement de l'agneau ou de mouton. Le couscous est un aliment constitué de protéines, fibres, phosphore, glucides, et de vitamines B3, il est pauvre en lipides et en sodium.

5.2. Talbina comme ingrédient alimentaire fonctionnel

La Talbina est un repas préparé en mélangeant 2 cuillères à soupe d'orge complète et une tasse d'eau, cuites pendant 15 minutes à feu doux dans un bain-marie, après quoi une tasse de laban (lait fermenté) et de miel d'abeille (miel naturel) sont ajoutées. Il se consomme de préférence tiède, mais il peut également se consommer chaud ou froid. Pour apporter du croustillant, vous pouvez ajouter juste avant de servir, selon vos envies, des fruits secs (amande, noix, noisette, abricot, dattes, figues...) ou des fruits frais. (**Asma et al., 2011**). ont montré que Talbina contient une grande quantité de glucides totaux et des niveaux élevés de minéraux (en particulier du zinc et du fer) et sera capable de constituer une composition d'acides aminés bien équilibrée, nécessaire à la nutrition humaine. (**Asma et al., 2011**).

6. Propriétés biologiques de l'orge

Les céréales complètes renferment de nombreux composants utiles à la santé, notamment des fibres alimentaires, de l'amidon, des acides gras essentiels, des anti-oxydants, des vitamines, des minéraux, des lignanes et des composés phénoliques dont l'effet a pu être mis en relation avec une réduction des risques de maladies cardiaques, de cancer, de diabète et d'autres affections chroniques. Récemment toutefois, on s'est de nouveau intéressés à l'orge comme céréale pour l'alimentation humaine, car les consommateurs sont plus conscients de l'importance d'une bonne nutrition et recherchent davantage les aliments et les ingrédients alimentaires riches en fibres (**Izydorczyk et Dexter, 2008**).

6.1. Les transformations microbiologiques de l'orge

L'utilisation de l'orge pour la production alimentaire suscite un intérêt croissant en raison de ses divers bienfaits sur la santé, tels que la diminution du cholestérol sanguin, la régulation de l'index glycémique et l'activité antioxydante (**Baik et Ullrich, 2008**). En effet, le fractionnement des orges permet l'obtention de nombreux produits valorisables, Les malts, les extraits et les

sirops d'orge sont utilisés en petites quantités dans les produits alimentaires pour améliorer certaines caractéristiques organoleptiques telles que la saveur et la couleur, pour les céréales de petit déjeuner, les produits de boulangerie fermentés et non fermentés (**Tricase et al., 2018**). L'extrait de malt est une source de sucres solubles, de protéines et d'amylase dans la pâte et favorise l'activité de la levure pour de meilleurs produits de boulangerie en termes de texture et de volume. Par conséquent, les β -glucanes, les tocols (tels que les tocotrienols et les tocopherols), les polyphénols (tels que les acides phénoliques, les proanthocyanidines et les catéchines) et d'autres sont les composants fonctionnels de l'orge responsables sur de nombreux avantages pour la santé humaine (**Baik et Ullrich, 2008**).

L'orge a été utilisée pour formuler divers produits alimentaires « sains » tels que les pâtes et le pain (**Stanca et al., 2016**). Le principal composant du grain d'orge est l'amidon qui peut représenter plus de (70%) du poids sec (**Asare et al., 2011**). Par conséquent, on peut s'attendre à ce que la qualité de l'amidon influe beaucoup sur la qualité des produits destinés à l'alimentation humaine ou animale. L'amidon est également un sous-produit du processus de fractionnement de l'orge pour la production de B-glucanes, (**Gao et al., 2009**). Comprendre les propriétés de l'amidon fournit une base pour les produits transformés à valeur ajoutée contenant de l'orge. De nouveaux amidons nouvellement fabriqués à partir de mutants génétiques tels que le génotype « à amylose uniquement » offrent diverses applications possibles pour les industries de l'alimentation et autres (**Sagnelli et al., 2016**). Un examen systématique de divers aspects de l'amidon est nécessaire pour soutenir l'exploitation actuelle de l'orge en tant que culture durable.

7. Les bienfaits de l'orge sur la santé humaine

L'orge est l'un des grains dans le régime alimentaire d'un grand nombre de la population du monde, et peut donc jouer un rôle important dans la qualité de la nutrition et de l'alimentation et la santé humaine.

7.1. Les affections cardiaques

Les céréales complètes pourraient diminuer le risque de maladie cardiaque grâce à leur teneur en anti-oxydants. Le stress oxydatif et l'état inflammatoire étant des facteurs pathologiques prédominants de plusieurs affections majeures, on a pu évoquer l'hypothèse selon laquelle la diversité des composés phyto-chimiques relevés dans les céréales complètes inhiberait directement ou indirectement ces deux facteurs. Des études épidémiologiques, in vitro et animales ont indiqué que les flavonoïdes ont des effets bénéfiques sur les paramètres associés à

l'athérosclérose, y compris l'oxydation des lipoprotéines, l'agrégation des plaquettes du sang, et la réactivité vasculaire (**Mladenka et al., 2010**).

L'effet cardioprotecteur de flavonoïdes peut être attribuée à leurs propriétés antioxydants, antithrombogène, anti- inflammatoire, et hypolipidémique propriétés, et les apports élevés flavonoïdes sont jouer un rôle clé dans la réduction du risque de développer des maladies cardiovasculaires (**Velayutham et al., 2008**).

Matériel et Méthodes

1. But de l'expérimentation

Dans le souci d'améliorer le rendement de l'orge, le présent travail a été initié. Une étude de comportement à travers l'évaluation des paramètres agronomiques de 35 hybrides et deux témoins, variétés locales d'orge a été réalisée. Le but de cette recherche est de sélectionner les géotypes les plus performants, en d'autres termes, cibler les potentiels génétiques qui expriment au mieux leurs qualités agronomiques tout en s'adaptant aux conditions climatiques de la zone nord de la wilaya de Mila. La question principale posée est la suivante : Existe-t-il un effet du géotype sur les caractères étudiés autrement dit, y a-t-il une liaison entre le facteur géotype et l'ensemble des caractères ?

2. Présentation du site expérimental

L'expérimentation a été conduite dans La ferme pilote Khelafa Ahmed située au nord-ouest de la wilaya de Mila, dans la commune de Tiberquent. Cette dernière est localisée au centre de la wilaya de Mila à 4 Km de Rouached et à 25 Km de l'ouest de Mila dont les coordonnées géographiques suivantes : 36 ° 24' 34" Nord et 6° 2' 23 " Est.



Figure 08 : Vue satellitaire de la ferme pilote Khelafa Ahmed. (Google earth, 2020)

3. Conditions climatiques

Tiberquent est une région humide, caractérisée par un climat relativement doux mais un été chaud, avec une moyenne pluviométrique de 865.1 mm dans les années pluvieuses et de fortes chaleurs et des vents chauds de fin de cycle provoquant parfois des déficits hydriques qui touchent surtout la phase de remplissage du grain

3.1. Température

Les données sur la température à (Tiberguent) pour la période 2023-2024 sont représentées dans le graphique ci-dessous :

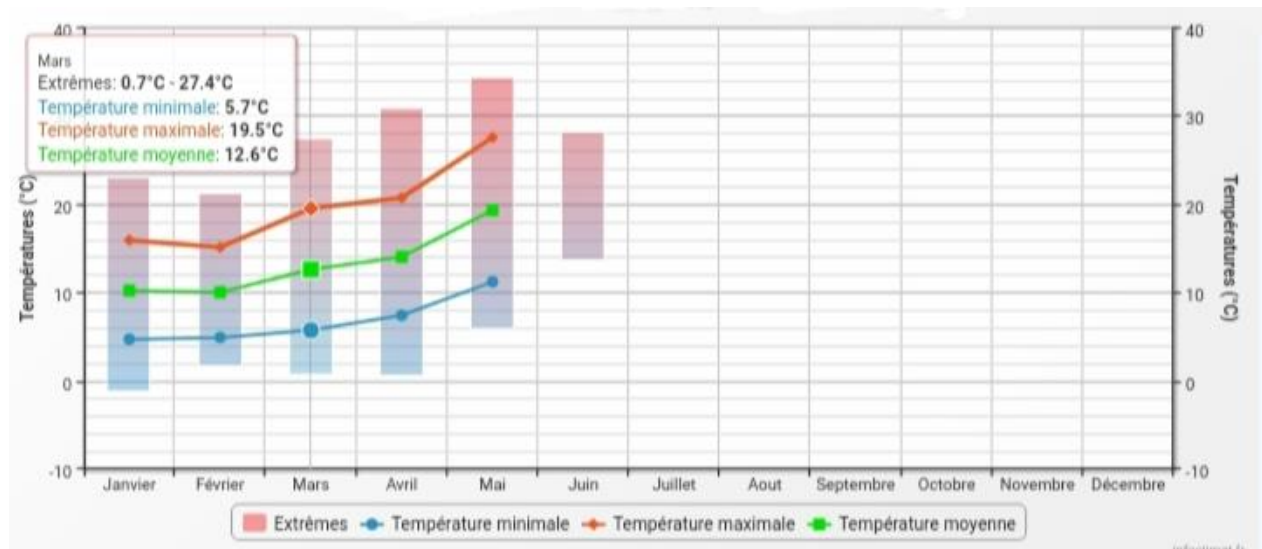


Figure 09 : Les températures moyennes (c) enregistrées à Tiberguent durant la campagne (2023/2024)

Les températures à Tiberguent pendant la campagne agricole (2023/2024) oscillent généralement entre des niveaux modérés et propices à la culture de l'orge. Elles sont très élevées en automne, puis deviennent progressivement moyennement basses à très basses en hiver avant de remonter au printemps.

3.2. Précipitation

La pluviométrie enregistrée à la station météorologique de Teberguent dans la wilaya de Mila, pendant la campagne agricole 2023-2024.

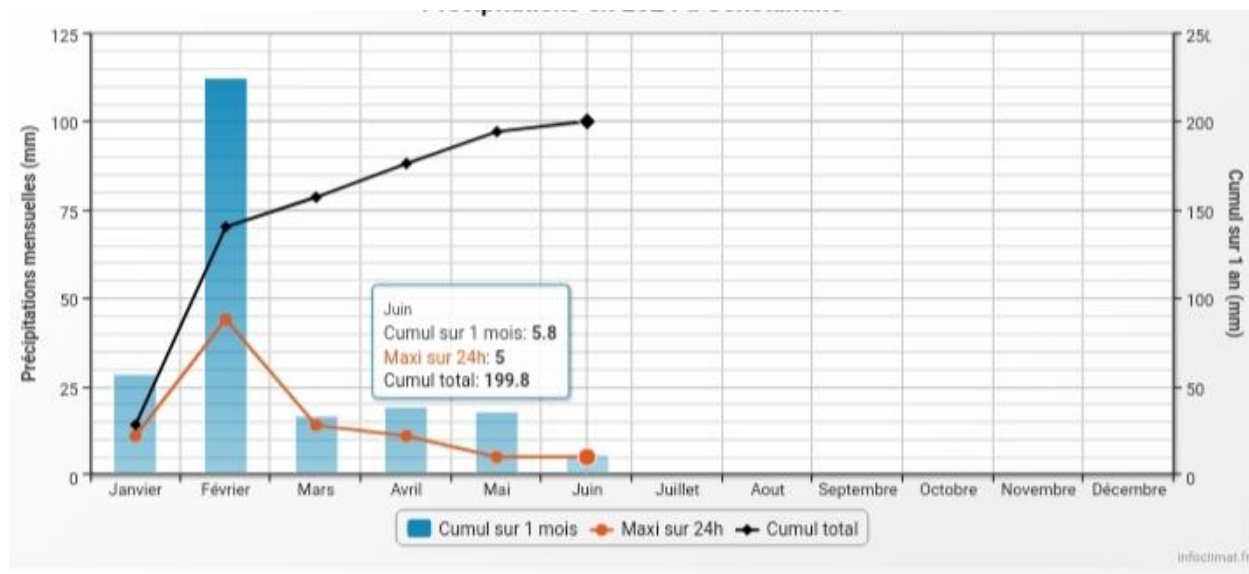


Figure 10 : La pluviométrie cumulé (mm) enregistrée à Tiberghent durant la campagne (2023/2024)

La pluviométrie enregistrée durant la campagne agricole (2023-2024) qui s'étale de septembre à juin révèle des quantités en eau disponible au cours des six mois (Septembre ; Octobre ; Novembre ; Décembre ; Mars et Avril). Par contre, un déficit hydrique est très remarquable durant trois mois (Janvier ; Février ; Mai), (Figure 11) ce qui influence le cycle végétatif de la plante et par conséquent, le rendement en grain. Les besoins en eau nécessaires pour un bon rendement de l'orge sont de l'ordre de 450 à 500 mm (variant selon le climat et la durée du cycle végétatif de la variété

4. Caractéristiques du sol

Le sol de la station expérimentale est caractérisé par une texture lumino-argileuse. Donc l'analyse physique consiste principalement à la détermination de la granulométrie du sol. La granulométrie est résumée dans le (Tableau IV).

Tableau IV : La représentation de la granulométrie du sol de Tiberghent

Profondeur (cm)	Granulométrie					CaCO ₃	CaCO ₃	Gypse	PF ₂	PF ₃
	A	LF	LG	SF	SG	Totale	Actif			
0-12cm	37.20	28.35	24.26	05.04	01.76	12.07	10.00	00.68	34.11	33.22
12-53cm	28.05	45.60	19.20	03.07	02.91	14.40	12.50	04.84	37.83	35.66
53 et+	30.10	49.28	16.31	00.21	04.10	19.09	16.00	06.11	30.47	30.01

(Source : Ferme Khelafa Ahmed,2020)

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

Profondeur (cm)	pH 1/25	CE GS/m 1.5	MO	N	P2O5 Ppm	Meq/100g					
						Ca	Mg	Na	K	CEC	V
0-12cm	07.60	00.35	03.39	00.18	86.83			00.79	01.69	35.2	
12-53cm	07.90	0232	01.17	00.14	125.20			02.17	01.32	32.00	
53 et+	07.70	03.42	-	-	61.25			-	01.04	24.00	

(Source : Ferme Khelafa Ahmed,2020)

5. Protocole expérimental

La campagne 2023/2024 a été consacrée à l'étude de 35 hybrides provenant d'un croisement diallèle entre neuf variétés locales et introduites de l'orge (*Hordeum vulgare* L.). On retrouve différentes variétés telles que Saida, Tichedrett, Soufara, Rihane, EL Bahia, Plaisant et Express

TableauVI : liste des déférents parents.

Variétés		Catégorie
Saida	T01	Variété à six rangs
Tichedrett	T02	Variété à six rangs
Rihane	03	Variété à six rangs
El-Fouara	04	Variété à six rangs
El-Bahia	05	Variété à six rangs
Soufara	06	Variété à deux rangs
Nadawa	07	Variété à six rangs
Express	08	Variété à six rangs
Plaisant	09	Variété à six rangs

Tableau VII: Fiches descriptives des variétés ; fiches détaillées

Variétés	Description
Saida 183	Obtenteur : ITGC de Saida ☐ Pedigree : sélection dans la population locale ☐ Origine : locale ☐ Demandeur : ITGC ☐ Type de variété : lignée pure
Tichedrett	Obtenteur : ITGC de Sétif ☐ Pedigree : C95203S F4N°21 1998/99 ☐ Origine : station d'amélioration des plantes, en 1931 ☐ Demandeur : ITGC ☐ Type de variété : lignée pure
Rihane 03	Obtenteur : ITGC ferme de Cidi belabes ☐ Pedigree : AS 4611ATHS 2L-1AP-3AP-OAP ☐ Origine : ICARDA (Syrie) ☐ Type de variété : lignée pure
El Fouara Dénomination Locale : Deir Allah	Obtenteur : ITGC de Sétif ☐ Pedigree : Deir Allah 106/strain 205// Gerbel ICB 85-1376-0AP-2AP-0AP Origine : ICARDA (Syrie) ☐ Demandeur : ITGC ☐ Type de variété : lignée pure
Soufara « s »	Orge à deux rangs sélectionnés par la station ITGC de Sétif, à partir de l'essai régional d'orge (RBYT), confectionnée par l'ICARDA, mis en place au cours de la campagne 1984-1985, c'est une variété très performante, suite à sa forte capacité de production d'épis par unité de surface, elle se caractérise par une meilleure stabilité du rendement en grain et reste comme témoin pour cette caractéristique
El Bahia	Obtenteur : ITGC de Sétif ☐ Demandeur : ITGC ☐ Origine : Algérie ☐ Année de dépôt : 2002 ☐ Pedigree : Tichedrett/RebelleC5 95203 SF4

Source : ITGC

➤ **La décision des parents c'est fondée sur :**

- 1) La productivité
- 2) L'alternativité : c'est aptitude pour une plante de pouvoir être semée sur un intervalle de plusieurs mois .
- 3) La résistance à la chaleur.
- 4) Résistance à la verse.
- 5) La lutte contre les maladies

5.1. Le matériel végétal

Tableau VIII : liste des différents hybrides testés.

Les hybrides		
H1: Plaisant × express	H13: soufara ×saida	H25: bahia × saida
H2: Rihane ×nadawa	H14: soufara × express	H26: soufara ×Express
H3: SAIDA ×BAHIA	H15: bahia × plaisant	H27: bahia × nadawa
H4: TICHEDRETT × SAIDA	H16: soufara × saida	H28 : bahia × express
H5: FOUARA×plaisant	H17: experss × Rihane	H29: saida × fouara
H6: saida ×plaisant	H18: plaisant ×saida	H30 : fouara ×nadawa
H7: Fouara ×soufara	H19: bahia ×Express	H31: saida × soufara
H8: Rihane ×fouara	H20: fouara ×saida	H32: bahia ×Rihane
H9: fouara ×bahia	H21: tichedrett × saida	H33: saida ×Rihane
H10: Rihane ×saida	H22: tichedrett × nadawa	H34: tichedrett × soufara
H11: Express × plaisant	H23: Express ×bahia	H35: fouara ×soufara
H12: soufara ×bahia	H24: tichedrett × soufara	

5.2. Le dispositif expérimental

Le dispositif expérimental utilisé est un plan en blocs complets à un facteur nous avons au total avec les répétitions aléatoires trente-sept (37) unités expérimentales . Les traitements sont affectés aléatoirement sur les parcelles élémentaires de chaque bloc.

Chaque bloc contient 3 répétitions du même type, la largeur du bloc expérimentale est de 1 mètre, la longueur est de 3 mètres et la distance entre chaque bloc est de 2 mètres afin que le grain d'orge soit placé bien droit dans chaque ligne. Le processus est répété pour 35 hybrides avec deux témoins (saida , tichedrett) comme le montre la Figure 12.

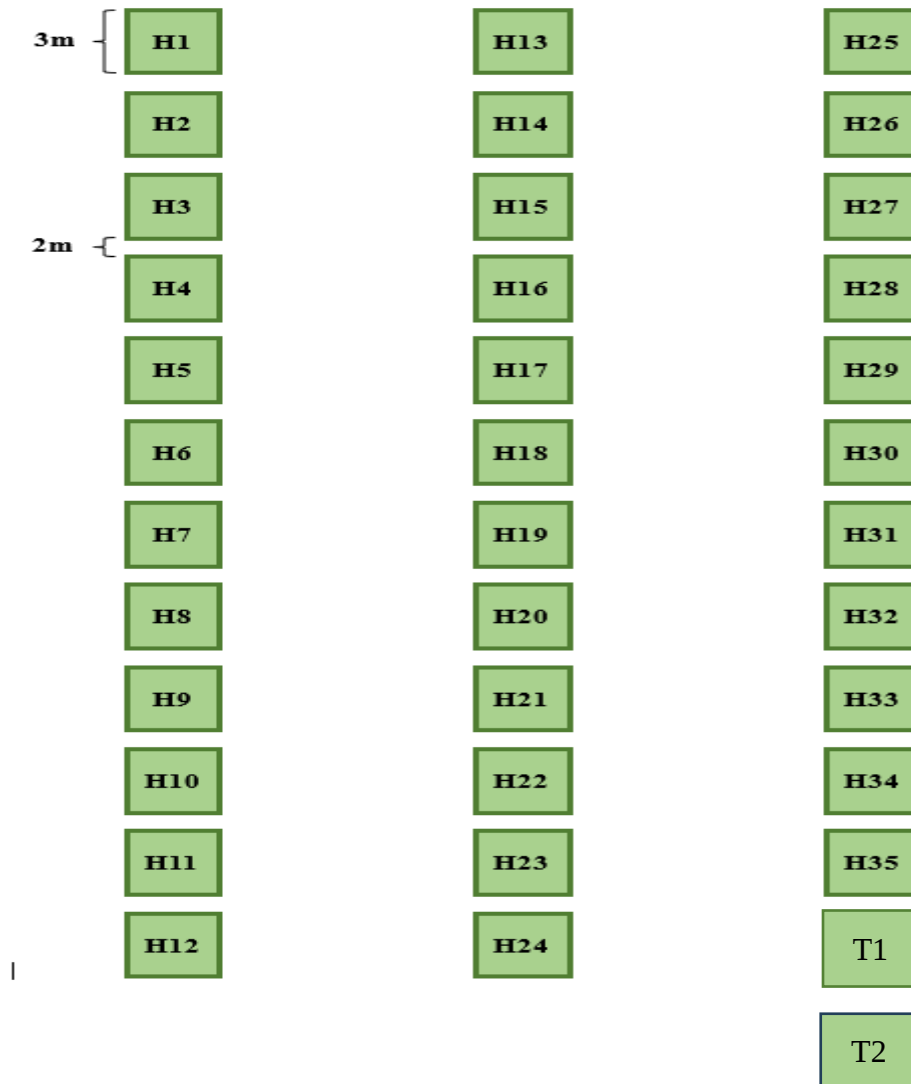


Figure 11 : Dispositif expérimental



Figure 12 : Dispositif expérimental adopté au cours de la campagne agricole 2023/2024 (Photo personnel)

6. Conduite des essais

Au cours de la campagne 2023/2024 l'essai a été suivi de manière régulière dans la ferme pilote de Tiberguent. Des mesures ont été réalisées de manière méthodique pour chaque témoin ainsi que pour les hybrides

6.1. Préparation du sol

Le travail de préparation du sol a suivi un parcours technique précis qui implique le recours aux outils indispensables avant le semis tels que les charrues, la herse, les binettes et les râpeaux.

Le travail de la terre a été réalisé avec une charrue à une profondeur moyenne de 30 cm, suivi d'un passage croisé de Cover-Crop considéré comme une reprise de labour. Les techniques superficielles ont été réalisées de manière manuelle. L'objectif des techniques superficielles qui suivent le labour est de préparer un lit de semences approprié pour la culture et d'améliorer les caractéristiques physiques du sol.

6.2. Semis

L'orge est semée avant les blés, de septembre à octobre, mais nous avons supporté le semis tardif (de la mi-novembre à décembre).

Le semis, effectué manuellement à une profondeur de 3 cm dans le lit de semences, est crucial pour éviter les plantes chétives, les taux de levée faibles et les maladies racinaires. Cette opération a été réalisée le 3-4,5 janvier 2024, après la préparation des parcelles et le traçage des lignes avec une binette



Figure 13 : semis au sein d'une parcelle expérimentale 2023/2024 (Photo personnel)

6.3. Désherbage

6.3.1. Désherbage manuel

Le désherbage manuel a été réalisé le (17/03/2024) au stade floraison, à l'aide des binettes et des mains. Nous avons procédé au désherbage à chaque reprise des mauvaises herbes qui provoquent les maladies d'orge dans la ferme. (gaillet gatteron, gaillet blanc, luzerne polymorphe, aromatique oseille, papaver somniferum, phalaris paradoxal) pour diminuer l'effet néfaste de ces adventices sur notre culture et pour éviter surtout l'installation des parasites et des maladies d'orge (Figure 14).



Figure 14 : Le désherbage manuel 2023/ 2024 (Photo personnel)

6.4. Mauvaises herbes

Malgré les mesures prises, nous avons constaté une forte présence de mauvaises herbes parmi les plantes. Les variétés principalement identifiées sont *Brassica rapasub* sp. *Sylvestris* var. *Esculenta* sp.



Figure 15 : *Brassica rapasub* sp 2023/2024 (Photo personnel)

6.5. L'engrais azoté

L'apport d'engrais azotés est crucial, car il influence à la fois le rendement global des cultures et la qualité de la récolte, notamment en augmentant le taux de protéines dans les grains. Dans ce cas, un engrais d'urée granulé de marque Asfer Trade a été utilisé comme engrais de couverture au Stade de début tallage qui ne peut pas être directement absorbé par la plante et nécessite une conversion au niveau sol pour devenir assimilable. Cela se fait par la pluie (eau)



Figure 16 : engrais d'urée granulés de marque Asfer trade 2023/2024 (Photo personnel)

6.6. Récolte

La période de la récolte varie en fonction des génotypes et de la région, elle a été réalisée le **25/05/2024** manuellement et conservée dans de bonnes conditions.



Figure 17 : La récolte des génotypes d'orge2023/ 2024 (Photo personnel)

6.7. Maladies cryptogamiques

Au cours de notre expérimentation, les différents génotypes d'orge étudiés présentent une certaine tolérance vis-à-vis des maladies. Les maladies que nous avons observées ont eu très peu d'attaques



Figure 18 : Rouille brune sur les feuilles d'orge au cours de la campagne agricole 2023/2024 (Photo personnel).

6.8. Ravageurs

Parmi les nombreuses espèces animales pouvant causer des dommages à la culture d'orge, on peut mentionner les pucerons chenille légionnaire d'automne, la mineuse de l'orge, et les fourmis. Nous avons également noté la présence d'insectes attaquant les variétés d'orge, parmi les plus redoutables : les pucerons, les fourmis et les criocères



Figure 19 : Attaque des pucerons et chenille, fourmis sur les feuilles des plantes 2023/ 2024
(Photo personnel).

7. Méthode d'étude

Nous avons examiné divers paramètres agronomiques à différents stades phénologiques, ainsi que les variables associées à la culture, en effectuant des mesures et des comptages sur le terrain expérimental.

7.1. Détermination des différents stades phénologiques

Le suivi de la culture des hybrides durant le cycle de développement (levé, montaison, épiaison). Nous a permis de situer la précocité des différents génotypes testés, un stade est noté lorsque 50% du caractère considéré sont atteints.

7.1.1. Nombre de talles épis par plante

Au stade de plein tallage, nous avons sélectionné aléatoirement 10 plantes dans chaque parcelle élémentaire pour déterminer le nombre de talles par plante.



Figure 20 : mesure de la tallage de la plante 2023/2024 (Photo personnel)

7.1.2. Hauteur des plantes à la floraison

La hauteur des plantes a été évaluée en sélectionnant aléatoirement 10 plantes par parcelle élémentaire lors de la floraison. Les mesures, exprimées en centimètres, ont été prises de la base de la plante (au niveau du sol) jusqu'à l'épi à l'aide d'une règle graduée.



Figure 21 : Mesure de la hauteur de la plante 2023/ 2024 (Photo personnel)

7.1.3. Longueur du col de l'épi

Il s'agit de la distance entre le dernier nœud et la base de l'épi, mesurée à partir de 10 plantes sélectionnées au hasard pour chaque hybride.



Figure 22 : La mesure de longueur du col de l'épi à la plante 2023/ 2024 (Photo personnel)

7.1.4. Longueur de la barbe

La longueur de la barbe est évaluée sur 10 génotypes sélectionnés au hasard dans chaque parcelle.

Mesure de feuille l'étendard (dernière feuille)

Nous avons sélectionné aléatoirement 10 épis pour chaque variété au stade d'épiaison. Nous avons mesuré la longueur et la largeur de la dernière feuille de chaque épi. La longueur est notée "L" en centimètres et la largeur "W" en centimètres. À ce stade, la surface moyenne de la feuille (SF) est calculée comme suit : $SF (cm^2) = 0,607 (L \times W)$.



Figure 23 : Mesure de la longueur et la largeur de feuille étandard 2023/2024 (Photo personnel).

7.1.5. Longueur de l'épi

La longueur de 10 épis de plantes sélectionnées au hasard, sans barbe, a été mesurée pour chaque parcelle élémentaire pendant l'épiaison, en prenant les mesures de la base de l'épi jusqu'à la fin de la barbe.



Figure 24 : Mesure de longueur d'épis 2023/2024(Photo personnel).

7.2. Les paramètres mesurés au laboratoire

7.2.1. Nombre de grains par épi

C'est crucial pour évaluer le rendement car cela nous permet de déterminer la fertilité de l'épi. Nous avons donc réalisé le comptage des grains à partir des épis prélevés précédemment

7.2.2. Le poids de mille grains

Une fois les récoltes rassemblées et nettoyées, mille grains sont comptés à la main et ensuite pesés avec une balance de précision pour chaque parcelle individuelle.

7.2.3. Le poids de la plante

Le poids de trois plantes provenant de la même parcelle a été mesuré pour chaque hybride, puis la moyenne de ces trois mesures a été calculée.



Figure 25 : le poids des plantes au cours de la campagne agricole 2023/2024 (Photo personnel)

7.2.4. Le poids de l'épi

Nous prélevons 10 épis de chaque génotype, ensuite nous les pesons individuellement à l'aide d'une balance précise.



Figure 26 : mesure de poids de l'épi 2023/2024 (Photo personnel).

7.2.4. Productivité

Elle est calculée à partir du nombre d'épis par plante, de nombre de grains par épi et du poids moyen du grain (PMG).

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

L'indice de Récolte :

$$IR = \frac{\text{productivité}}{\text{poids de plante}} \times 100$$

8. Techniques d'analyse statistique

Les données collectées ont été analysées par le logiciel SPSS. Ce logiciel nous a permis de traiter les données. L'analyse de la variance permet de comparer les moyennes de plusieurs populations supposées normale et de même variance à partir des échantillons aléatoires simples et indépendant les uns des autres, ce test global préalable et indispensable.

Le seuil de signification est de 5% car la signification des différences est exprimée en fonction de probabilité (p).

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

Le coefficient de variation

$$Cv = \frac{\text{écart type}}{\text{moyenne}} \times 100$$

Résultats et discussions

1. Étude de comportement de la génération F4

Au cours de la campagne agricole 2023/2024, nous avons procédé à la sélection généalogique au sein d'une population d'orge F4 composée de trente-cinq génotypes. La sélection se base sur l'étude de comportement par l'évaluation des paramètres agronomiques : Le nombre de talles épis par plante (NTE), La hauteur des plants à la floraison (HPF), La longueur de l'épi (LE), La longueur de la barbe (LB), Longueur du col de l'épi (LCE), la surface de la feuille étendard (SFE), le Nombre de grain par épi (NGE), le poids de la plante (PP), poids de l'épi (PE), Poids de mille grains (PMG), la productivité (PRO) et l'indice de récolte (IR)

1.1. Étude des variables liées à la culture

Quatre paramètres liés à la culture (**HPF, LE, LB, SFE**) ont été évalués par une analyse de la variance.

1.1.1. La hauteur des plantes à la floraison (HPF)

Les résultats relatifs au paramètre hauteur des plantes à la floraison (en cm) mesuré chez les hybrides et les témoins sont représentés par la boîte à moustache (**Figure 27**) et le (**Tableau IX**)

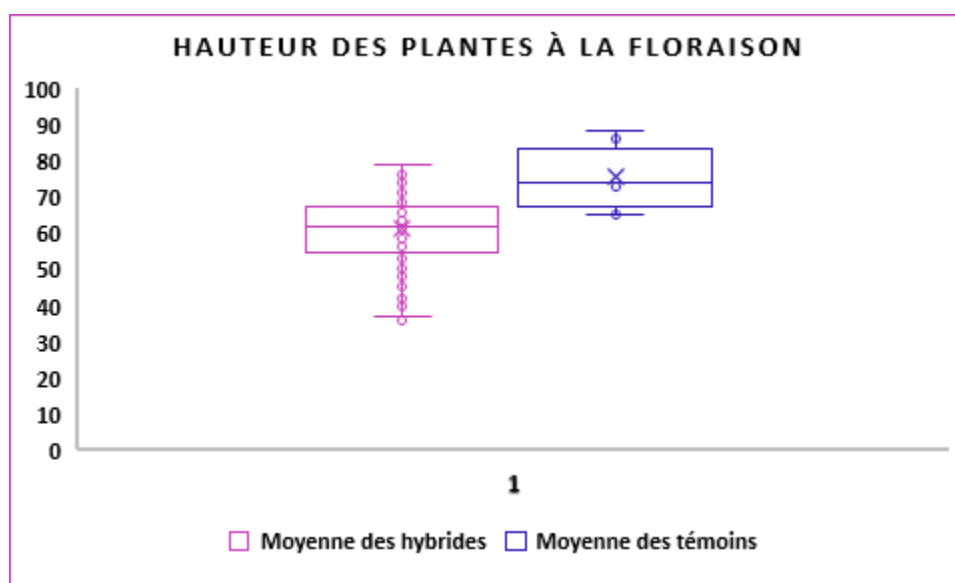


Figure 27 : Les valeurs moyennes de la hauteur des plantes à la floraison mesurées chez les hybrides et les témoins.

Les résultats de l'analyse de la variance ont révélé une différence très hautement significative entre les hybrides testés pour le paramètre de la hauteur des plantes à la floraison, avec une probabilité de 0.000 et un risque d'erreur de la première espèce α de 5 %.

Tableau IX: Les résultats relatifs à la hauteur des plantes à la floraison.

Génotypes	Moyenne ±Ecart type	Groupes homogènes	Probabilité	C.V. en %
H1	71±6,00	BCD		
H2	60±2,00	DEFGHIJK		
H3	68±3,00	BCDEF		
H4	60±3,00	DEFGHIJK		
H5	76±1,00	AB		
H6	71±1,00	BCDE		
H7	63±10,00	CDEFGHI		
H8	62±1,00	CDEFGHIJ		
H9	59±5,00	DEFGHIJKL		
H10	64±0,00	CDEFGHI		
H11	70±2,00	BCDE		
H12	63±0,00	CDEFGHI	0.000	21.66
H13	71±6,00	BCDE		
H14	56±4,00	FGHIJKL		
H15	58±0,00	EFGHIJKL		
H16	71±2,00	BCDE		
H17	73±5,00	BC		
H18	69±10,00	BCDE		
H19	53±5,00	IJKLM		
H20	74±3,00	BC		
H21	59±2,00	DEFGHIJKL		
H22	51±4,00	IJKLM		
H23	55±1,00	GHIJKLM		
H24	63,06±2,00	CDEFGHIJ		
H25	66±2,00	BCDEFGH		
H26	64±2,00	CDEFGHI		
H27	54±5,00	HIJKLM		
H28	44±2,07	M		
H29	63±1,00	CDEFGHIJ		
H30	51±2,00	JKLM		
H31	59±2,00	DEFGHIJKL		
H32	37±2,03	N		
H33	52±6,00	IJKLM		
H34	48±2,00	LM		
H35	48±1,00	KLM		
T1	83±7,00	A		
T2	67±4,00	BCDEFG		

La comparaison des valeurs moyennes mesurées chez les hybrides et les témoins révèle que l'ensemble des hybrides ont des valeurs moyennes inférieures aux valeurs moyennes enregistrées chez les témoins (Figure 27). La valeur moyenne la plus importante est donnée par l'hybride H5 soit (78,9 cm) par contre, la valeur la plus élevée chez les témoins est de (88,03 cm) soit une différence d'environ (10 cm). Selon le test de Newman-Keuls, il est possible d'observer plusieurs groupes homogènes. La hauteur la plus importante est représentée par les valeurs moyennes de H05 et H20 soient respectivement (78 cm et 74 cm) face aux valeurs moyennes

enregistrées chez le T01 soit (88 cm). Cependant, le génotype H 32 a enregistré la valeur moyenne la plus faible soit (37 cm). Le coefficient de variation est de 21 % ce qui signifie une grande variabilité entre les génotypes testés.

Selon **SIPSON, (1968)**, les plantes hautes sont moins productives que les plantes courtes car ces dernières possèdent une capacité de tallage plus importante. D'après **MONNEVEUX, (1989)**, les variétés à tige hautes résistent mieux à la sécheresse que les variétés à tiges courtes.

En Algérie les cultivars à pailles courtes sont peu appréciables car les agriculteurs préfèrent les génotypes à pailles longues afin de les pouvoir utilisés dans l'alimentation du bétail. Les variétés à pailles longues présentent toutefois une sensibilité à la verse.

1.1.2. La longueur de l'épi (LE)

Les résultats relatifs au paramètre longueur de l'épi (en cm) sont représentés par la boîte à moustache (**Figure 28**) et le (**Tableau X**)

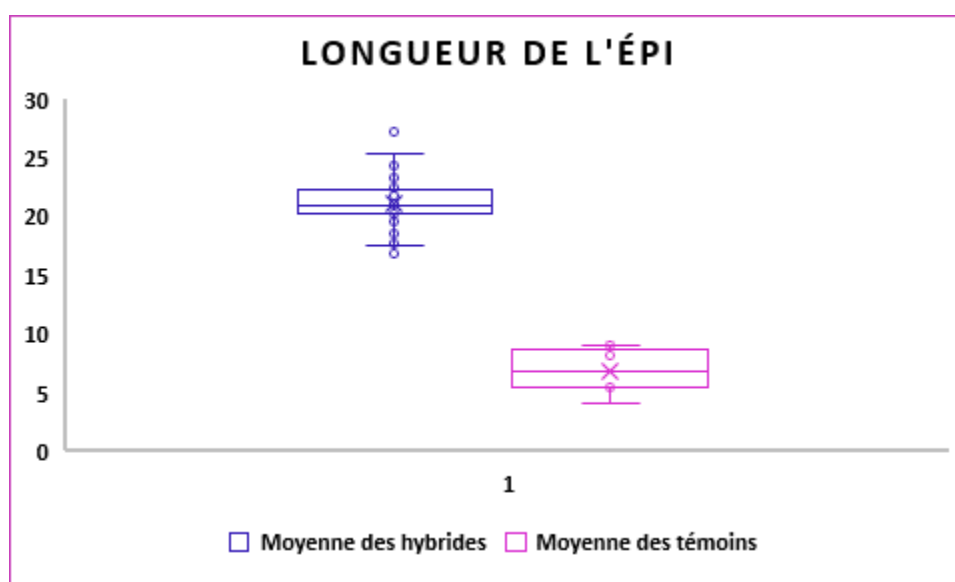


Figure 28 : Les valeurs moyennes de la longueur des épis mesurées chez les hybrides et les témoins

Les résultats de l'analyse de la variance ont révélé une différence très hautement significative entre les hybrides testés pour le paramètre longueur de l'épi, avec une probabilité de 0.000 et un risque d'erreur de la première espèce α de 5 %. La comparaison des valeurs moyennes mesurées chez les hybrides et les témoins révèle que tous les hybrides ont des valeurs moyennes supérieures aux valeurs moyennes enregistrées chez les témoins (**Figure 28**). La valeur moyenne la plus importante est donnée par l'hybride H04 soit (27,33 cm) par contre, la valeur la plus élevée chez les témoins est de (9 cm) soit une différence d'environ (18 cm).

Tableau X : Les résultats relatifs à la longueur de l'épi (LE)

Génotypes	Moyenne $\pm$ Ecart type	Groupes homogènes	Probabilité	C.V. en %
H1	22 $\pm$ 1,00	ABCD		
H2	21 $\pm$ 0,00	ABCDEFGF		
H3	22 $\pm$ 0,00	ABCDE		
H4	24 $\pm$ 2,00	A		
H5	23 $\pm$ 2,05	ABC		
H6	22 $\pm$ 1,00	ABCDEF		
H7	23 $\pm$ 1,00	AB		
H8	19 $\pm$ 1,00	DEFGHI		
H9	21 $\pm$ 0,00	BCDEFGH	0.000	
H10	20,03 $\pm$ 0,00	CDEFGHI		
H11	21 $\pm$ 0,00	BCDEFGH		
H12	21 $\pm$ 0,00	BCDEFGH		
H13	22 $\pm$ 2,00	ABCDEF		
H14	18,00 $\pm$ 0,00	GHI		
H15	20 $\pm$ 2,00	BCDEFGH		
H16	21 $\pm$ 0,00	ABCDEFGF		15
H17	21,08 $\pm$ 1,00	BCDEFGH		
H18	21,01 $\pm$ 0,01	BCDEFGH		
H19	18 $\pm$ 0,00	HI		
H20	22 $\pm$ 0,00	ABCDEF		
H21	20 $\pm$ 0,00	CDEFGHI		
H22	20 $\pm$ 1,00	BCDEFGH		
H23	21,08 $\pm$ 0,00	BCDEFGH		
H24	22 $\pm$ 0,00	ABCDEF		
H25	20 $\pm$ 0,00	BCDEFGH		
H26	19 $\pm$ 0,00	EFGHI		
H27	22,03 $\pm$ 1,00	ABCDEFGF		
H28	17 $\pm$ 0,00	I		
H29	20 $\pm$ 0,00	BCDEFGH		
H30	20 $\pm$ 0,00	CDEFGHI		
H31	21 $\pm$ 0,,	BCDEFGH		
H32	20 $\pm$ 0,00	BCDEFGH		
H33	20 $\pm$ 0,00	BCDEFGH		
H34	19,04 $\pm$ 0,00	FGHI		
H35	23 $\pm$ 0,00	AB		
T1	8 $\pm$ 0,00	J		
T2	5 $\pm$ 0,00	K		

D'après le test de Newman- Keuls, nous constatons plusieurs groupes homogènes, L'épi le plus long a été donné par l'hybride H04 avec une valeur moyenne de (27 cm), suivi par H 07, H05 et H35 avec une valeur moyenne de (23 cm), tandis que la plus faible longueur a été de (5 cm) enregistrée chez le témoin T02. Les épis des hybrides H04, H05, H07, et H35 ont des valeurs moyennes qui sont plus longues que les épis du témoin T02. Le coefficient de variation est de 15% ce qui signifie la présence d'une grande variabilité entre les génotypes testés (Tableau X).

D'après **Blum, (1985)**, l'épi joue un rôle dans la photosynthèse et la production d'assimilats nécessaires au remplissage du grain, quand la dernière feuille devient sénescence, et sa contribution à la photosynthèse de la plante entière serait comprise entre 13% et 76%, (**Biscoe et al., 1976**). En cas de déficit hydrique, la photosynthèse de l'épi participe relativement plus au remplissage que la feuille étendard, (**Bammoun, 1997**). De ce fait, une augmentation de la longueur de l'épi contribue à une augmentation de la capacité photosynthétique.

1.1.3. La longueur de la barbe (LB)

Les résultats relatifs au paramètre longueur de la barbe (en cm) sont représentés par la boîte à moustache (**Figure 29**) et le (**Tableau XI**)

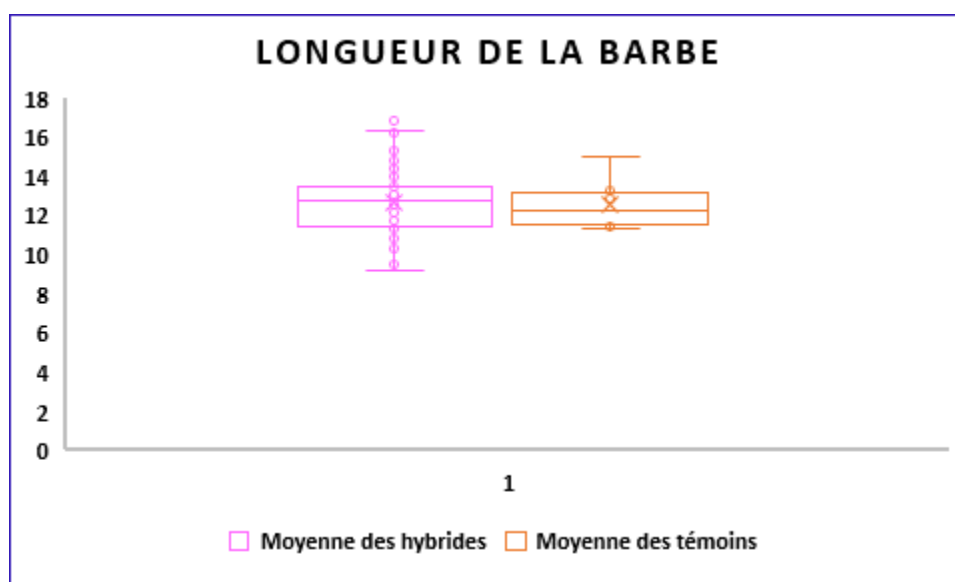


Figure 29 : Les valeurs moyennes de la longueur de la barbe mesurées chez les hybrides et les témoins

L'analyse de la variance du facteur génotype montre un effet génotypique très hautement significatif entre les hybrides testés pour le caractère longueur de la barbe avec une probabilité de 0.000 et un risque d'erreur de la première espèce α de 5 %. Certains hybrides possèdent une longueur de barbe plus importante que celle des témoins. La plus longue barbe est mesurée chez l'hybride H35 avec une valeur moyenne de (16,88 cm) par contre, chez les témoins, la valeur moyenne la plus importante est enregistrée par le T02 soit (15 cm) avec une différence entre le meilleur hybride et le meilleur témoin est d'environ (1 cm) (**Figure 29**).

Tableau XI : Les résultats relatifs à la longueur de la barbe

Génotypes	Moyenne ±Ecart type	Groupes homogènes	Probabilité	C.V. en %
H1	13±0,00	BC		
H2	14±0,00	BC		
H3	13±0,00	BCDEFG		
H4	15±0,00	A		
H5	13±0,00	BCD		
H6	13,03±0,00	CDEFGH		
H7	15±1,00	A		
H8	12±0,00	CDEFGH		
H9	13,10±0,00	CDEFGH		
H10	12±0,00	CDEFGHI		
H11	11±0,00	EFGHIJ		
H12	11±0,00	HIJKL		
H13	11±0,00	GHIJKL		
H14	10±0,00	JKLM		
H15	12±0,00	CDEFGH		8.33
H16	11±0,00	DEFGHI		
H17	11±0,00	IJKL		
H18	12±0,00	CDEFGHI	0.000	
H19	9±0,06	M		
H20	13±0,00	BCDE		
H21	13±1,00	BCDEF		
H22	12±0,00	CDEFGHI		
H23	12±0,00	CDEFGHI		
H24	13±0,00	BCDEFG		
H25	12±0,00	CDEFGHI		
H26	9±0,00	KLM		
H27	12±0,00	CDEFGHI		
H28	9±0,00	LM		
H29	12±0,00	CDEFGHI		
H30	13±0,00	BCD		
H31	11±0,00	IJKL		
H32	14±0,00	AB		
H33	13±0,00	BC		
H34	13,04±0,00	CDEFGH		
H35	16±0,00	0		
T1	11±0,00	EFGHIJ		
T2	13±1,00	BC		

La meilleure valeur moyenne pour la longueur de barbe est mesurée chez les hybrides H35 suivi par H04 et H07 avec respectivement (16 cm et 15 cm) et qui sont plus longues que le T02. Cependant, la longueur la plus faible est enregistrée chez les hybrides H19, H26, H28 avec une valeur moyenne de (9 cm) et qui est plus faible que la valeur moyenne de T01 (**Tableau XI**).

La présence de barbes est un caractère souvent considéré en cas de déficit hydrique. En effet, la présence de barbes, par leurs ports dressés et leur position au voisinage immédiat de la graine augmente la possibilité d'utilisation de l'eau et l'élaboration de la matière sèche lors de la

phase de formation du grain surtout après la sénescence des feuilles étendards (**MONNEVEUX et NEMMAR, 1986 ; GATE et al ., 1992**).

Les barbes augmentent chez les céréales la possibilité d'utiliser les assimilats lors de la phase de maturation des grains. Elles arrivent à contribuer pour environs 15% au remplissage du grain du fait qu'à ce moment, elles sont les seuls organes qui restent photo synthétisant (**GRIGNAC, 1965**).

1.1.4. La surface de la feuille étendard (SFE)

Les résultats relatifs au paramètre surface de la feuille étendard (drapeau) en cm^2 sont représentés par la boîte à moustache (**Figure 30**) et le (**Tableau XII**)

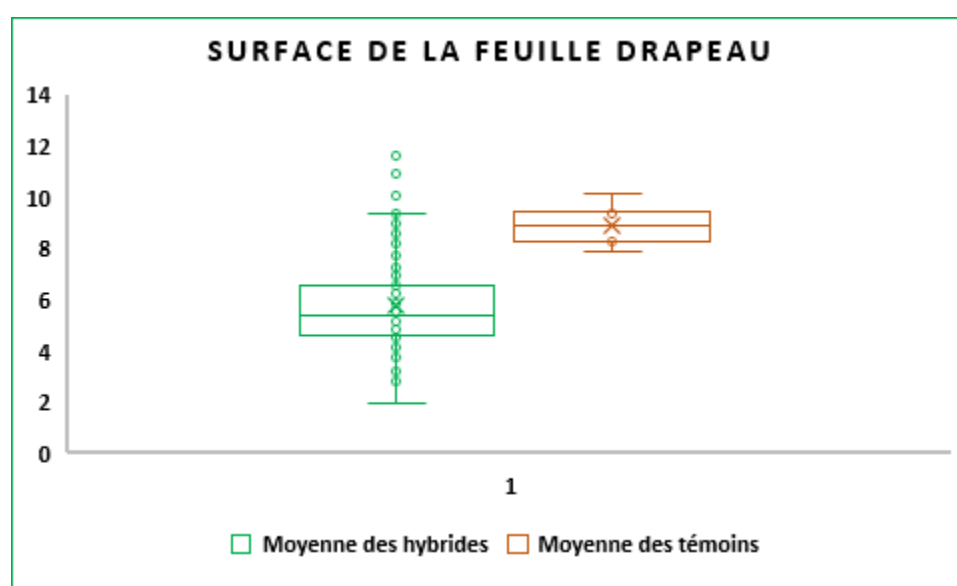


Figure 30 : Les valeurs moyennes de la surface de la feuille étendard mesurées chez les hybrides et les témoins

L'analyse de la variance du facteur génotype montre un effet génotypique très hautement significatif entre les génotypes testés pour le paramètre surface de la feuille étendard avec une probabilité de (0.000) et un risque d'erreur de la première espèce α de 5 %. Les valeurs moyennes mesurées chez les hybrides oscillent entre (1,98 cm^2 et 11,16 cm^2) par contre, les valeurs moyennes mesurées chez les témoins varient entre (7,9 cm^2 et 10,19 cm^2) (**Figure 30**)

D'après le test de Newman- Keuls, nous constatons plusieurs groupes homogènes, La meilleure valeur moyenne est exprimée par l'hybride H2 avec une superficie foliaire de (10 cm^2) qui est plus importante que le T02 soit la valeur moyenne de (9 cm^2), suivi par l'hybride H5 avec une moyenne de (9 cm^2) qui a la même surface que le T02. Les surfaces les moins importantes sont enregistrées chez les hybrides H28, H 34 et H 26 et qui sont plus faible que T02 et T01. Le

coefficient de variation est de 20 % ce qui signifie la présence d'une grande variabilité génotypique (Tableau XII).

Tableau XII: Les résultats relatifs à la surface de la feuille étendard

Génotypes	Moyenne ±Ecart type	Groupes homogènes	Probabilité	C.V. en %
H1	5±0,00	DEFGHI		
H2	10±1,00	A		
H3	7±0,00	ABCDEF		
H4	7±0,00	BCDEF		
H5	9±1,00	ABC		
H6	4±1,08	EFGHI		
H7	7±2,00	ABCDE		
H8	6,02±1,00	DEFGHI		
H9	5±0,00	DEFGHI		
H10	5±0,00	DEFGHI		
H11	5±1,00	DEFGHI		
H12	5±3,02	DEFGHI		
H13	5±1,00	DEFGHI		
H14	4,09±0,00	FGHI		
H15	6,02±0,00	DEFGHI		
H16	5±1,05	DEFGHI		
H17	5±0,00	DEFGHI	0.000	
H18	5±0,00	DEFGHI		20
H19	5±0,00	DEFGHI		
H20	7±0,00	ABCDE		
H21	4±0,00	DEFGHI		
H22	6±1,00	CDEFG		
H23	4±0,00	EFGHI		
H24	4±0,00	EFGHI		
H25	6±1,00	DEFGHI		
H26	3±0,00	I		
H27	5±1,00	DEFGHI		
H28	3±0,00	GHI		
H29	4±1,00	EFGHI		
H30	5±0,00	DEFGHI		
H31	4±0,00	DEFGHI		
H32	5±0,00	DEFGHI		
H33	4±0,00	EFGHI		
H34	3±0,00	HI		
H35	6±1,00	DEFGH		
T1	8±0,00	ABCD		
T2	9±0,00	AB		

La surface foliaire conditionne la résistance à la sécheresse, vu qu'une surface foliaire élevée perdra plus d'eau qu'une faible surface foliaire (BELKHARCHOUCHE et al., 2009). Cependant, (BENMAHAMMED et al.,2008) indiquent que suite à la variabilité climatique des hauts plateaux et à l'intensité des stress de fin de cycle, la stratégie d'évitement est théoriquement la plus intéressante, car la plante évite le stress au lieu de le contrer. En effet la réduction de la

surface foliaire lorsque le stress hydrique installe est une stratégie développée par les plantes pour réduire de leurs besoins et pertes en eau (O'TOOLE et CRUZ, 1980).

1.2. Analyses des composantes de la productivité

Trois paramètres liés à la productivité de la plante (NTE, NGE, PMG) et qui ont fait l'objet d'une analyse de la variance.

1.2.1. Nombre de talles épis par plante (NTE)

Les résultats relatifs au nombre de talles épis par plante sont représentés par la boîte à moustache (Figure 31) et le (Tableau XIII)

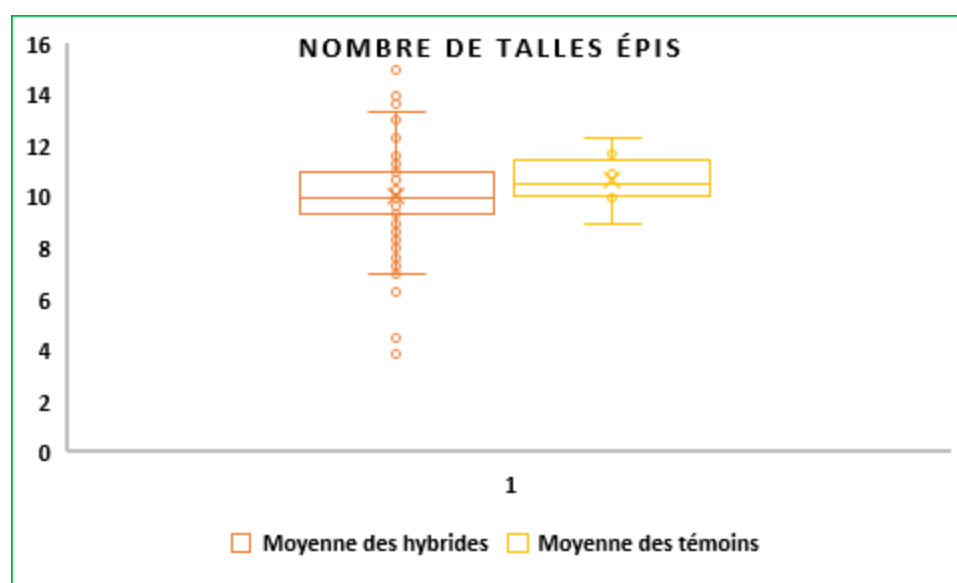


Figure 31 : Les valeurs moyennes du nombre de talles épis comptées chez les hybrides et les témoins

L'analyse de la variance montre une différence très hautement significative entre les hybrides testés pour le paramètre nombre de talles épis par plante avec une probabilité de 0.000 et un risque d'erreur de la première espèce α de 5 %. Les valeurs moyennes mesurées chez les hybrides oscillent entre (4 talles épis/ plante et 15 talles épis/ plante) par contre, les valeurs moyennes mesurées chez les témoins varient entre (9 talles épis/plante et 12 talles épis/plante) (Figure 31)

Selon le test de Newman-Keuls, il y a plusieurs groupes homogènes. Le plus grand nombre de talles épis est représenté par l'hybride (H01), avec une valeur moyenne de (13 TE/P), suivi par les hybrides H04, H09, H13 avec une même moyenne soit (12 TH/P). Toutefois, l'hybride H08 a donné la valeur moyenne la plus faible, à savoir (5 TE/P). En outre, les hybrides H01, H04, H09 et H13 ont exprimé le plus important nombre de talles épis par rapport au T01 avec une valeur

moyenne de (11 TE/P) Alors que les valeurs moyennes de l'hybride H08 ont été inférieures au T01. Le coefficient de variation est d'environ 9 % ce qui signifie la présence d'une variation modérée entre les génotypes testés (Tableau XIII)

Tableau XIII : Les résultats relatifs au nombre de talles épis par plante

Génotypes	Moyenne $\pm$ Ecart type	Groupes homogènes	Probabilité	C.V. en %
H1	13 $\pm$ 1,00	A		
H2	9 $\pm$ 0,00	ABC		
H3	9 $\pm$ 0,00	ABC		
H4	12 $\pm$ 1,00	AB		
H5	11 $\pm$ 0,00	AB		
H6	9 $\pm$ 1,00	ABC		
H7	11 $\pm$ 2,00	AB		
H8	5 $\pm$ 3,02	C		
H9	12,09 $\pm$ 1,00	AB		
H10	7 $\pm$ 6,00	BC		
H11	12 $\pm$ 1,00	AB		9.99
H12	11,03 $\pm$ 1,00	AB	0.000	
H13	12 $\pm$ 1,02	AB		
H14	9 $\pm$ 0,00	ABC		
H15	10 $\pm$ 1,01	ABC		
H16	8 $\pm$ 1,00	ABC		
H17	9 $\pm$ 0,00	ABC		
H18	8 $\pm$ 1,00	ABC		
H19	8 $\pm$ 2,00	ABC		
H20	9 $\pm$ 1,00	ABC		
H21	10 $\pm$ 1,00	ABC		
H22	8 $\pm$ 1,00	ABC		
H23	10 $\pm$ 0,00	ABC		
H24	9 $\pm$ 0,00	ABC		
H25	9 $\pm$ 1,00	ABC		
H26	10 $\pm$ 0,00	ABC		
H27	9 $\pm$ 0,00	ABC		
H28	9 $\pm$ 1,00	ABC		
H29	11 $\pm$ 0,00	AB		
H30	10 $\pm$ 0,00	ABC		
H31	9 $\pm$ 2,02	ABC		
H32	9 $\pm$ 0,00	ABC		
H33	7 $\pm$ 0,00	BC		
H34	9 $\pm$ 0,00	ABC		
H35	9 $\pm$ 0,00	ABC		
T1	11 $\pm$ 0,00	AB		
T2	9 $\pm$ 0,00	ABC		

Il y a plusieurs facteurs affectent le nombre de talles par unité de surface, les plus cités sont: les facteurs environnementaux, les procédés culturaux tels que la densité de semis, l'humidité du sol pendant le semis et après la germination, et les facteurs génotypiques

(HADJICHRISTODOULOU, 1987 ; GATE *et al.*, 1990).(HUCEL et BACKER, 1989), ont montré que la capacité de tallage chez l'orge dépend du génotype et que le rendement en grain est déterminé par le nombre de talles formées durant la phase végétative.

1.2.2. Nombre de grains par épi (NGE)

Les résultats relatifs au paramètre nombre de grains par épi sont représentés par la boîte à moustache (Figure 32) et le (Tableau XIV)

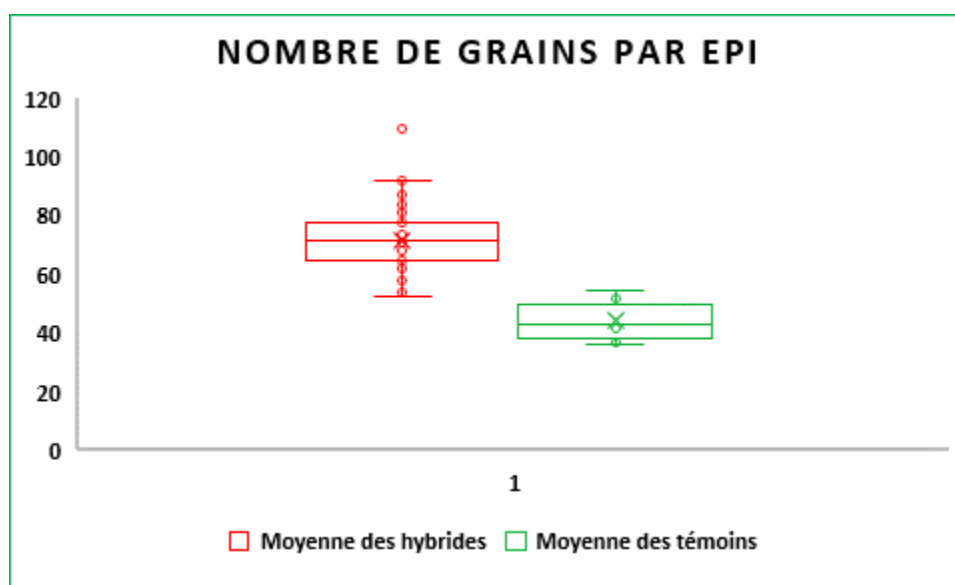


Figure 32 : Les valeurs moyennes du nombre de grains / épi comptées chez les hybrides et les témoins

L'analyse de la variance appuie les résultats trouvés par des différences très hautement significatives entre les hybrides pour le paramètre nombre de grains par épi avec une probabilité de 0.000 et un risque d'erreur de la première espèce α de 5 %. Les valeurs moyennes mesurées chez les hybrides oscillent entre (54 graines /épis et 92 graines /épis) par contre, les valeurs moyennes mesurées chez les témoins varient entre (37 graines /épis et 55 graines /épis (**Figure 32**).

D'après le test de Newman-Keuls, il y a plusieurs groupes homogènes. Les hybrides les plus productifs sont H12 avec une valeur moyenne de (93 grains/épi) suivi par H 26 et H16 avec respectivement (89 grains /épi, 81 grains /épi). Toutefois, l'hybride H03 a enregistré la valeur moyenne la plus faible à savoir (56 grains/épi) et qui reste plus fertile que les génotypes locaux, les deux témoins, T01 et T02 qui ont enregistré des valeurs moyennes de (49 grains/épi, 39 grains /épi). Le coefficient de variation est 15,71 % ce qui signifie la présence d'une variabilité

importante entre les génotypes pour l'expression du caractère Nombre de grains/épi (**Tableau XIV**).

Tableau XIV : nombre de grain par épi

Génotypes	Moyenne $\pm$ Ecart type	Groupes homogènes	Probabilité	C.V. en %
H1	66 $\pm$ 1,00	CDEFGHI		
H2	71 $\pm$ 0,00	CDEFGHI		
H3	56 $\pm$ 0,00	JI		
H4	64 $\pm$ 1,00	CDEFGHI		
H5	62 $\pm$ 0,00	JIHGF		15.71
H6	68 $\pm$ 1,00	CDEFGHI		
H7	78 $\pm$ 2,00	BCDEFG		
H8	76 $\pm$ 3,02	BCDEFG		
H9	77 $\pm$ 1,00	BCDEFG		
H10	74 $\pm$ 6,00	BCDEFG		
H11	78 $\pm$ 1,00	BCDE		
H12	93 $\pm$ 1,00	A	0.000	
H13	71 $\pm$ 1,02	CDEFGHI		
H14	81 $\pm$ 0,00	BC		
H15	67 $\pm$ 1,01	CDEFGHI		
H16	81 $\pm$ 1,00	BCD		
H17	79 $\pm$ 0,00	BCDE		
H18	61 $\pm$ 1,00	JIHG		
H19	65 $\pm$ 2,00	CDEFGHI		
H20	78 $\pm$ 1,00	BCDEFG		
H21	73 $\pm$ 1,00	BCDEFG		
H22	78 $\pm$ 1,00	BCDEF		
H23	70 $\pm$ 0,00	CDEFGHI		
H24	75 $\pm$ 0,00	BCDEFG		
H25	66 $\pm$ 1,00	CDEFGHI		
H26	89 $\pm$ 0,00	AB		
H27	67 $\pm$ 0,00	CDEFGHI		
H28	61 $\pm$ 1,00	JIHG		
H29	74 $\pm$ 0,00	BCDEFG		
H30	71 $\pm$ 0,00	CDEFGHI		
H31	77 $\pm$ 2,02	BCDEFG		
H32	64 $\pm$ 0,00	CDEFGHI		
H33	57 $\pm$ 0,00	JIH		
H34	57 $\pm$ 0,00	JIH		
H35	72 $\pm$ 0,00	CDEFGH		
T1	49 $\pm$ 0,00	J		
T2	39 $\pm$ 0,00	K		

Le nombre de grains par épi est selon **Fisher, (1985)** surtout sensible aux variations de nutrition pendant les semaines de croissance active de l'épi (3 ou 4 semaines avant l'épiaison). Selon **Belaid, (1986)**, le nombre de grains par épi est influencé par des facteurs trophiques dont

l'azote est l'un des principaux éléments. **Achouri, (1985)** constate que l'augmentation des doses de semis diminue le nombre de grains/épi.

1.2.3. Poids de mille grains (PMG)

Les résultats relatifs au paramètre poids de mille grains (en gramme) sont représentés par la boîte à moustache (**Figure 33**) et le (**Tableau XV**)

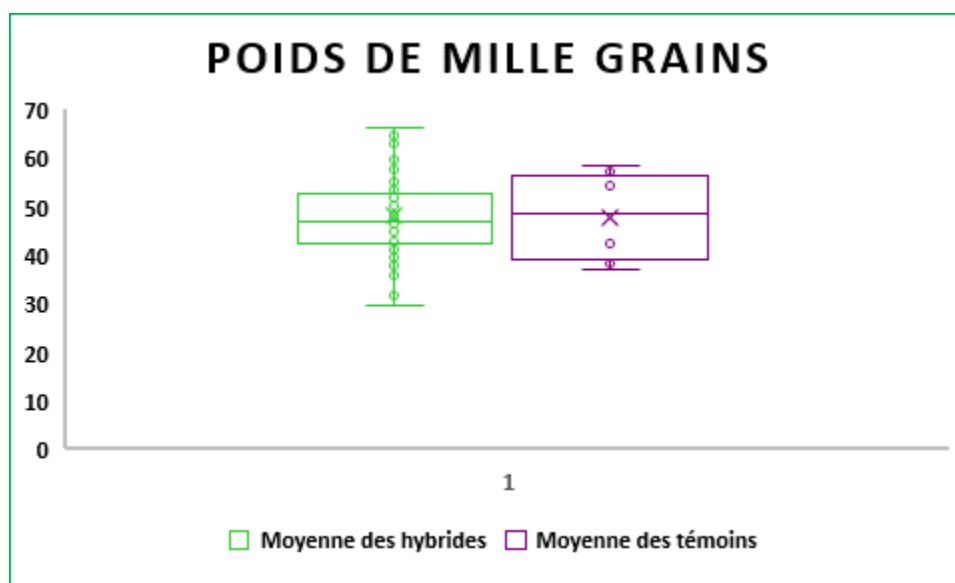


Figure 33 : Les valeurs moyennes du poids de mille grains pesés chez les hybrides et les témoins

L'analyse de la variance montre un effet génotypique très hautement significatif pour le paramètre PMG avec la probabilité de 0.000 et un risque d'erreur de la première espèce α de 5 %. Les valeurs moyennes mesurées chez les hybrides oscillent entre (66 g et 32 g) par contre, les valeurs moyennes mesurées chez les témoins varient entre (38 g et 58 g) (**Figure 33**).

D'après le test de Newman-Keuls, il y a plusieurs groupes homogènes. Le poids le plus élevé a été obtenu chez le génotype H05 avec (64 g), suivi de l'hybride H15 et H17 avec respectivement (61g ; 60 g) et qui sont supérieurs au poids de T01 qui est de (56 g). En revanche, le poids le moins important a été enregistré chez les hybrides H12 et H26 avec respectivement (38 g et 31g) et sont inférieurs par apport au T02 qui a exprimé le poids de (39 g). Le coefficient de variation est de 16,72 % ce que signifie la présence d'une variabilité considérable entre les génotypes évalués (**Tableau XV**).

Ces différences pourraient provenir d'une part, du caractère variétal du poids de mille grains (PMG) et d'autre part, des conditions climatiques dans lesquelles ont évolué les génotypes étudiés. En effet, le PMG est sous l'effet de la matière sèche, matière fraîche, eau et matière protéiques qui diminuent sous l'effet de l'élévation de la température, (**Rousset, 1986**)

Tableau XV: les résultats relatifs au poids de mille graines

Génotypes	Moyenne ±Ecart type	Groupes homogènes	Probabilité	C.V. en %
H1	53±2,00	ABCDEFGH		
H2	50±5,00	BCDEFGHI		
H3	49,05±3,00	CDEFGHI		
H4	52±0,00	BCDEFGHI		
H5	64±3,00	A		
H6	53±1,00	ABCDEFG		
H7	48±4,00	CDEFGHI		
H8	52±9,10	BCDEFGH		
H9	41±6,00	HI	0.000	
H10	58±5,00	ABC		16,72
H11	57±6,00	ABCDE		
H12	38±1,00	IJ		
H13	45,02±1,00	FGHI		
H14	46±6,00	DEFGHI		
H15	61±4,00	AB		
H16	44±6,00	GHI		
H17	60±5,02	AB		
H18	50,02±0,00	BCDEFGHI		
H19	46±2,00	DEFGHI		
H20	43±6,00	GHI		
H21	44±5,00	GHI		
H22	46±1,00	EFGHI		
H23	41±1,00	GHI		
H24	41±3,00	GHI		
H25	43±2,00	GHI		
H26	31±1,00	IJ		
H27	48±2,00	CDEFGHI		
H28	47±3,00	CDEFGHI		
H29	45±2,03	EFGHI		
H30	53±2,00	ABCDEFG		
H31	39±1,00	IJ		
H32	42±3,00	IJ		
H33	58,05±5,00	ABCD		
H34	42±2,00	GHI		
H35	43±1,00	GHI		
T1	56±2,03	ABCDEF		
T2	39±2,00	IJ		

En outre, ce caractère, PMG, est peu maîtrisable car il est fortement lié aux effets de l'environnement au moment de la formation du remplissage des grains. Un manque d'eau après la floraison, combiné aux fortes températures, provoquent une diminution du PMG par altération de la vitesse et/ou de la durée de remplissage, (Triboi, 1987 ; Benbelkacemet Killou, 2000).

1.2.4. La productivité (PRO) :

Les résultats relatifs au paramètre productivité de la plante (en gramme) sont représentés par la boîte à moustache (**Figure 34**) et le (**Tableau XVI**)

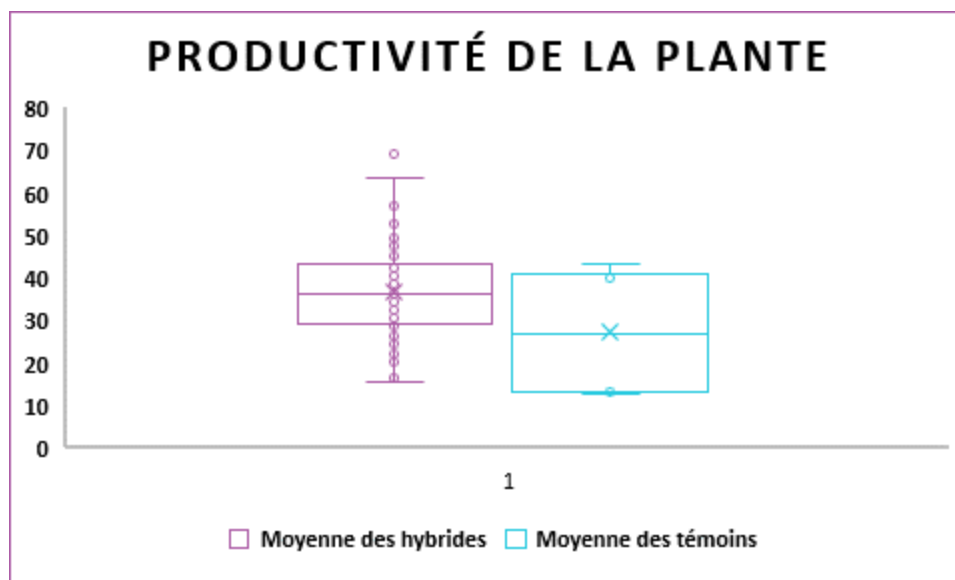


Figure 34 : Les valeurs moyennes de la productivité estimées chez les hybrides et les témoins

L'analyse de la variance du facteur génotype montre un effet génotypique très hautement significatif pour la productivité de la plante avec une probabilité de (0.000) et un risque d'erreur de la première espèce α de 5 %. Les valeurs moyennes mesurées chez les hybrides oscillent entre (15,93 g et 59 g) par contre, les valeurs moyennes mesurées chez les témoins varient entre (13 g et 43 g) (**Figure 34**).

Le Teste Newman et Keuls, nous permet de classer les hybrides sous formes de plusieurs groupes homogènes. La productivité la plus élevée a été obtenue chez les hybrides H22, H11 et H07 avec respectivement les valeurs moyennes de (56 g, 55 g, 49 g) qui sont plus importantes que les valeurs moyennes estimées chez le T01 soit (41 g). En revanche, la productivité la plus faible a été enregistrée chez les hybrides H33, H 26, H 03 soient respectivement les valeurs moyennes de (17 g, 23 g 26 g) et qui sont plus importante que la productivité exprimée par le T02 qui est de (13 g). Le coefficient de variation est élevé soit (27,77 %) ce qui signifie la présence d'une grande variabilité dans l'expression du caractère productivité de la plante (**Tableau XVI**).

TableauXVI: Les résultats relatifs au la productivité de la plante

Génotypes	Moyenne ± Écart type	Groupes homogènes	Probabilité	C.V. en %
H01	46±2,00	BCDE		
H02	35±3,00	EFGHIJKL		
H03	26±3,00	KLM		
H04	42±5,06	CDEF		
H05	45±4,04	CDE		27,77
H06	41±1,00	CDEFGHI		
H07	49±6,00	ABC		
H08	36±1,00	DEFGHIJKL		
H09	48±2,00	ABCD		
H10	46±2,00	BCDE		
H11	55±12,00	AB		
H12	46±5,00	BCDE		
H13	41±1,00	CDEFG		
H14	41±2,00	CDEFGH	0.000	
H15	42±2,00	CDEF		
H16	30±2,00	HIJKLM		
H17	46±2,00	BCDE		
H18	27±4,00	JKLM		
H19	30,08±1,00	IJKLM		
H20	37±3,01	DEFGHIJK		
H21	33±1,00	FGHIJKLM		
H22	56±5,00	A		
H23	31±1,00	FGHIJKLM		
H24	30±3,00	GHIJKLM		
H25	28±3,00	JKLM		
H26	23,03±1,09	JKLM		
H27	30±2,00	GHIJKLM		
H28	28±8,00	JKLM		
H29	38±4,00	JKLM		
H30	39,03±3,00	CDEFGHIJ		
H31	27±5,00	JKLM		
H32	25±0,00	LM		
H33	17±2,00	MO		
H34	23±1,00	MN		
H35	29±2,00	JKLM		
T1	41±1,00	CDEFGH		
T2	13±0,00	O		

Sombero et al., (1993), soulignent que le rendement des céréales est le produit des trois composantes, le nombre d'épi par m², le nombre de grains par épi et le poids moyenne du grain, ces auteurs ajoutent que les composantes sont sous l'effet d'une compensation mutuelle, la diminution de l'un d'entre eux peut entraîner. L'augmentation des deux autres. L'amélioration de rendement en grain peut être réalisée par une sélection sur ses composantes, **(Edwards et al., 1976)**.

1.2.5. L'indice de récolte (IR) :

Les résultats relatifs au paramètre indice de récolte (en %) sont représentés par la boîte à moustache (**Figure 35**) et le (**Tableau XVII**)

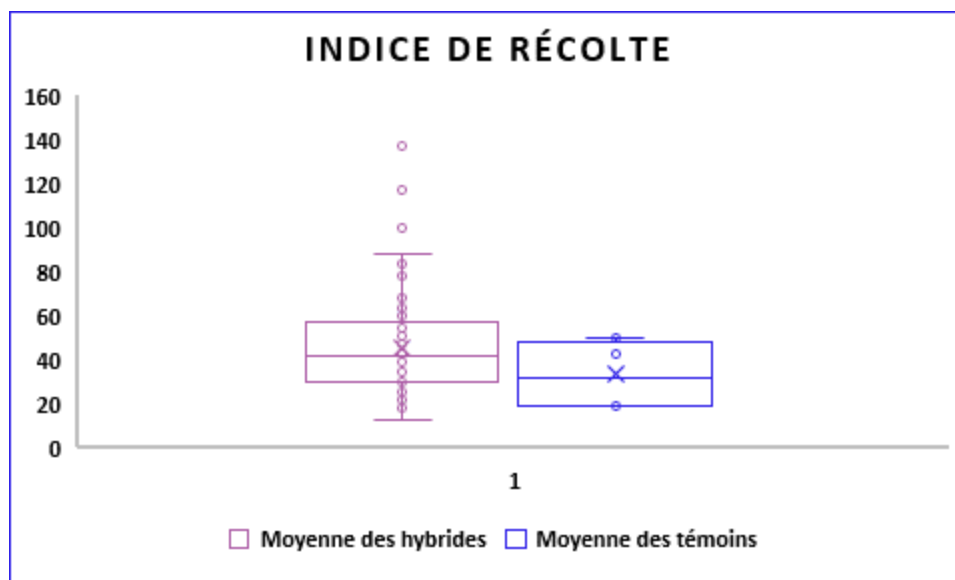


Figure 35 : Les valeurs moyennes de l'indice de récolte estimées chez les hybrides et les témoins

L'analyse de la variance du facteur génotype montre un effet génotypique très hautement significatif pour l'indice de récolte avec une probabilité de (0.000) et un risque d'erreur de la première espèce α de 5 %. Le pourcentage moyen estimé chez les hybrides oscille entre (13,53 % et 137 %) par contre, le pourcentage moyen estimé chez les témoins varie entre (19,51 % et 50,15%) (**Figure 35**).

D'après le teste de Newman-Keuls, nous constatons plusieurs groupes homogènes, les meilleurs pourcentages moyens sont obtenus par H22 et H25 soient (80%) suivi par H19 (77%).

Le pourcentage de l'indice de récolte enregistré chez les hybrides H08, H29, H35 est plus faible que le pourcentage de l'indice de récolte enregistré chez le T01 tandis que chez les hybrides H02, H04 le pourcentage est plus important que chez le T1. Le coefficient de variation est d'un pourcentage très important soit (46,63 %) ce qui signifie que la variation entre les hybrides est très importante (**Tableau XVII**).

Tableau XVII : Les résultats relatifs à l'indice de récolte

Génotypes	Moyenne ±Ecart type	Groupes homogènes	Probabilité	C.V. en %
H1	39±7,00	ABC		
H2	46±14,00	ABC		
H3	20±1,00	C		
H4	44±8,00	ABC		
H5	24±3,00	C		
H6	20±6,00	C		
H7	80±32,00	A		
H8	32±19,05	ABC		
H9	33±9,00	ABC		
H10	35±6,00	ABC		46.63
H11	64,02±13,09	ABC		
H12	33±8,02	ABC		
H13	53,04±13,00	ABC		
H14	40±10,00	ABC	0.000	
H15	30±1,00	BC		
H16	25±1,00	C		
H17	27±2,00	C		
H18	67±2,00	ABC		
H19	77±20,0,3	AB		
H20	44±14,00	ABC		
H21	48±13,10	ABC		
H22	80±51,00	A		
H23	51±7,00	ABC		
H24	80±10,00	A		
H25	38,07±10,00	ABC		
H26	54±7,00	ABC		
H27	65±34,00	ABC		
H28	44±15,00	ABC		
H29	35±7,00	ABC		
H30	52±11,00	ABC		
H31	24±5,00	C		
H32	50±10,00	ABC		
H33	34±3,00	ABC		
H34	54±27,00	ABC		
H35	40±10,00	ABC		
T1	47±4,00	ABC		
T2	19±0,00	C		

DAKHEEL, (1993), mentionnent qu'un indice de récolte élevé est un indicateur d'un rendement en grain appréciable. Selon **HANNACHI, (2013)**, Une production de paille élevée est suggestive d'un faible indice de récolte.

1.2.6. Longueur du col de l'épi (LCE)

Les résultats relatifs au paramètre longueur du col de l'épi (en cm) sont représentés par la boîte à moustache (**Figure 36**) et le (**Tableau XVIII**)

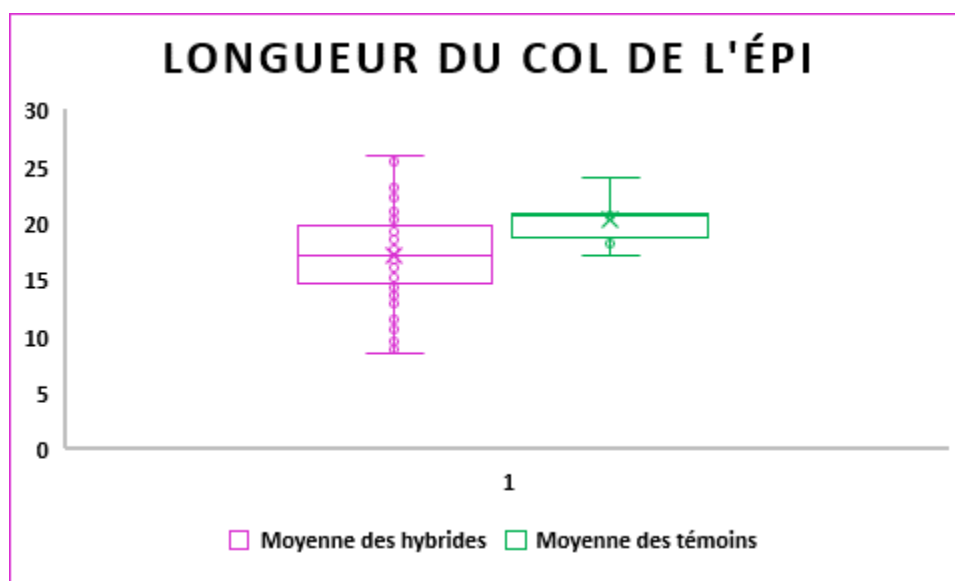


Figure 36 : Les valeurs moyennes de la longueur du col de l'épi mesurée chez les hybrides et les témoins

L'analyse de la variance du facteur génotype montre un effet génotypique très hautement significatif entre les génotypes testés pour le paramètre longueur du col de l'épi avec une probabilité de (0.000) et un risque d'erreur de la première espèce α de 5 %. Les valeurs moyennes mesurées chez les hybrides oscillent entre (8,64 cm et 25,5 cm) par contre, les valeurs moyennes mesurées chez les témoins varient entre (17,25 cm et 24 cm) (**Figure 36**)

D'après le teste de Newman-Keuls, nous constatons la présence de plusieurs groupes homogènes dont les génotypes H08, H17 et T02 expriment les meilleurs valeurs moyennes soient respectivement (23 cm, 22 cm et 21.02 cm). Les valeurs moyennes enregistrées chez les hybrides H08, H11, H14, H04 et H10 sont plus importantes que celles enregistrées chez le T01. Les valeurs moyennes enregistrés chez les hybrides H02, H18, H28, et H35 sont plus faibles que celles données par le T02. Le coefficient de variation est de 17,64 % ce que signifie la présence d'une variabilité considérable entre les génotypes évalués (**Tableau XVIII**).

Tableau XVIII : Longueur du col de l'épi.

Génotypes	Moyenne ± Écart type	Groupes homogènes	Probabilité	C.V. en %
H1	19±2,00	ABCDEFGHI		
H2	20±1,00	ABCDEF		
H3	19±1,00	ABCDEFGHI		
H4	14±1,00	GHIJK		
H5	16±1,00	CDEFGHIJ		17,64
H6	17,03±2,00	CDEFGHI		
H7	19±1,00	ABCDEFGHI	0.000	
H8	22±0,00	AB		
H9	19±0,00	ABCDEFGHI		
H10	21±3,00	ABCD		
H11	20±2,00	ABCDE		
H12	17±1,00	BCDEFGHI		
H13	15±1,00	FGHIJK		
H14	21±1,00	ABC		
H15	18±2,00	ABCDEFGHI		
H16	17±1,02	ABCDEFGHI		
H17	23,01±3,07	A		
H18	17±0,00	ABCDEFGHI		
H19	11±0,00	JKL		
H20	1,00	AB		
H21	17±0,00	ABCDEFGHI		
H22	14±1,02	HIJK		
H23	16±2,00	CDEFGHI		
H24	19±1,02	ABCDEFGH		
H25	15±1,00	EFGHIJ		
H26	18±2,00	ABCDEFGHI		
H27	20±0,00	ABCDEFG		
H28	9±0,00	L		
H29	14±0,00	HIJK		
H30	11±1,00	JKL		
H31	15±1,00	EFHHIJK		
H32	10±1,00	KL		
H33	16±1,00	DEFGHIJ		
H34	14±1,00	IJK		
H35	10±0,00	KL		
T1	19±2,07	ABCDEFGHI		
T2	21,02±2,00	ABCDE		

Ce paramètre constitue un bon indicateur de tolérance au déficit hydrique (FISHER et al.,1978). Le rôle de ce paramètre s'expliquerait par la quantité d'assimilats stockée par ces organes susceptibles d'un transfert vers le grain en cas de déficit terminal (GATE et al.,1990), un déficit hydrique de but montaison réduit la longueur du dernier entre –nœud et du col de l'épi en plus de la hauteur, et limite la capacité à transférer dans la mesure où ils affectent la croissance des tiges pendant leur elongation (GATE, 1995). Son rôle est important dans l'amélioration du rendement. Ce rôle peut s'expliquer, d'une part par la photosynthèse courante,

et d'autres part, par la migration des quantités d'assimilats stockés à son niveau (GATE et al., 1990).

1.2.7. Poids de la plante (PP)

Les résultats relatifs à la mesure de poids de la plante sont compris dans le (Tableau XIX) et illustrés par la (Figure 37)

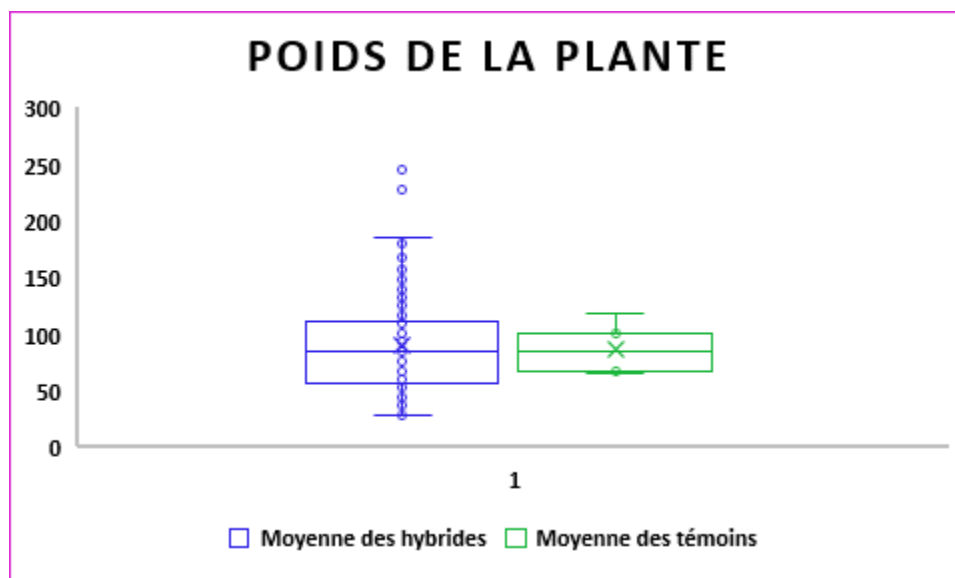


Figure 37 : Les valeurs moyennes du poids de la plante pesé chez les hybrides et les témoins

L'analyse de la variance du facteur génotype montre un effet génotypique très hautement significatif entre les génotypes testés pour le paramètre poids de la plante avec une probabilité de (0.000) et un risque d'erreur de la première espèce α de 5 %. Les valeurs moyennes mesurées chez les hybrides oscillent entre (28 g et 245 g) par contre, les valeurs moyennes mesurées chez les témoins varient entre (67g et 119 g) (Figure 37)

D'après le teste de Newman-Keuls, nous constatons la présence de plusieurs groupes homogènes dont les hybrides (H5 ; H6 ; H17 ; H16 ; H15 ; H10 ; H3 ; H1 ; H12 ; H31 ; et H29) expriment les meilleurs valeurs moyennes qui sont supérieures aux valeur moyennes donné par le T1 plus de (96 g). Les valeurs moyennes enregistrées chez les hybrides (H28, H23, H27, H7 ; H26 ; H32 ; H33 ; H34 ; H18 ; H24 et H19) sont plus faibles que celles enregistrées chez le T01et le T2 qui sont inférieures à (67 g). Le coefficient de variation est de (46,66 %) ce qui signifie la présence d'une grande variabilité entre les génotypes évalués (Tableau XIX).

Tableau XIX : Les résultats relatifs au poids la plante

Génotypes	Moyenne $\pm$ Ecart type	Groupes homogènes	Probabilité	C.V. en %
H1	122,08 $\pm$ 27,00	CDEFG		
H2	81 $\pm$ 23,00	EFGHIJ		
H3	133 $\pm$ 24,00	BCDEF		
H4	96 $\pm$ 11,00	DEFGHIJ		
H5	187 $\pm$ 39,00	A		46,66
H6	181 $\pm$ 64,00	AB		
H7	54 $\pm$ 6,00	IJ		
H8	77 $\pm$ 12,03	FGHIJ		
H9	116 $\pm$ 8,00	CDEFGH		
H10	134 $\pm$ 29,00	BCDEF		
H11	87 $\pm$ 1,00	EFGHIJ		
H12	118,05 $\pm$ 6,00	CDEFGH		
H13	77 $\pm$ 12,00	FGHIJ		
H14	90 $\pm$ 8,00	DEFGHIJ		
H15	138,01 $\pm$ 3,00	BCDE		
H16	144 $\pm$ 38,00	ABCD		
H17	167 $\pm$ 15,00	ABC		
H18	40 $\pm$ 8,00	J	0.000	
H19	35 $\pm$ 10,00	J		
H20	71 $\pm$ 5,00	GHIJ		
H21	71 $\pm$ 16,00	GHIJ		
H22	71 $\pm$ 5,00	GHIJ		
H23	61 $\pm$ 9,00	GHIJ		
H24	38 $\pm$ 5,00	J		
H25	77 $\pm$ 19,00	FGHIJ		
H26	54,08 $\pm$ 5,00	IJ		
H27	58 $\pm$ 36,00	HIJ		
H28	66 $\pm$ 20,00	GHIJ		
H29	110 $\pm$ 16,00	GHIJ		
H30	76 $\pm$ 21,00	FGHIJ		
H31	111 $\pm$ 1,00	DEFGHI		
H32	52 $\pm$ 8,00	IJ		
H33	50 $\pm$ 2,00	IJ		
H34	50,08 $\pm$ 22,00	IJ		
H35	75 $\pm$ 15,00	FGHIJ		
T1	107 $\pm$ 10,00	DEFGHI		
T2	67 $\pm$ 1,00	GHIJ		

1.2.8. Poids de l'épi (PE)

Les résultats relatifs à la mesure du poids de l'épi sont compris dans le (Tableau XX) et illustrés par la (Figure 38)

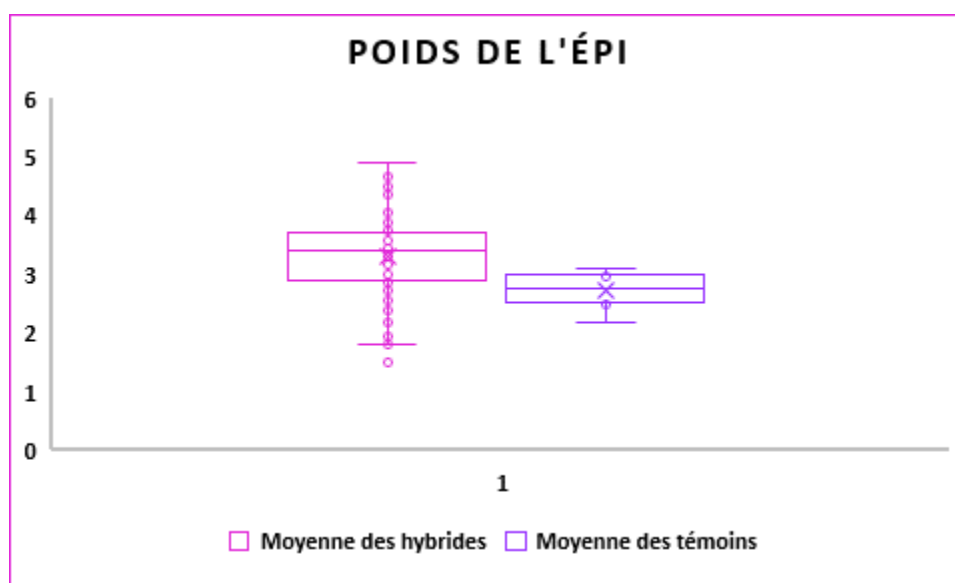


Figure 38 : Les valeurs moyennes du poids de l'épi pesé chez les hybrides et les témoins

L'analyse de la variance du facteur génotype montre un effet génotypique très hautement significatif entre les génotypes testés pour le paramètre poids de l'épi avec une probabilité de (0.000) et un risque d'erreur de la première espèce α de 5 %. Les valeurs moyennes mesurées chez les hybrides oscillent entre (1,51 g et 4,92 g) par contre, les valeurs moyennes mesurées chez les témoins varient entre (2,2 g et 2,96 g) (Figure 38)

D'après le teste de Newman-Keuls, nous constatons la présence de plusieurs groupes homogènes dont vingt-six hybrides sur trente-cinq expriment les meilleurs valeurs moyennes qui sont supérieures aux valeur moyennes donné par le T1 plus de (3 g). Les valeurs moyennes enregistrées chez les hybrides (H34, H33,) sont plus faibles que celles enregistrées chez le T01et le T2 qui sont inférieures à (2 g). Le coefficient de variation est de (1.96 %) ce qui signifie la présence d'une faible variabilité entre les génotypes évalués (Tableau XX).

Tableau XX : Poids de l'épi.

Génotypes	Moyenne ±Ecart type	Groupes homogènes	Probabilité	C.V. en %
H1	3±0,00	ABCD		
H2	3±0,00	AB		
H3	2±0,00	ABCD		
H4	3±0,00	ABC		
H5	3±0,00	AB		
H6	3±0,00	AB		
H7	3±0,00	ABC		
H8	4,08±0,00	A		
H9	3±0,00	ABCD		
H10	4±0,00	A		
H11	4±0,00	A		
H12	3±0,00	ABCD		
H13	3,02±0,00	ABCD		
H14	3±0,05	ABC		
H15	4±0,00	AB		
H16	3±0,00	ABC		
H17	4±0,00	A		1.96
H18	3±0,00	ABCD	0.000	
H19	2±0,00	ABCD		
H20	3±0,00	AB		
H21	3±0,00	ABC		
H22	3,08±1,09	ABCD		
H23	3±0,00	ABC		
H24	2±1,00	ABCD		
H25	2±0,00	ABCD		
H26	2±0,00	ABCD		
H27	3±0,00	ABC		
H28	2±0,00	ABCD		
H29	3±0,00	AB		
H30	3±0,00	AB		
-H31	3,03±0,00	ABCD		
H32	3±0,00	ABCD		
H33	2,07±0,00	CD		
H34	1±0,00	D		
H35	3±0,00	ABCD		
T1	3,02±0,07	ABCD		
T2	2±0,00	BCD		

Conclusion

La présente recherche a mis en évidence l'étude d'une génération F4 d'hybride d'orge par l'évaluation de plusieurs caractères agronomiques afin de sélectionner les meilleurs par rapport aux témoins. En effet, on peut déduire les conclusions suivantes pour :

Les caractères morphologiques (hauteur des plantes à la floraison et longueur de l'épi)

- ✓ Dix hybrides sur trente-cinq ont exprimé une hauteur des plantes à la floraison supérieure à la hauteur enregistrée chez les témoins ; vingt-cinq hybrides possèdent une courte paille qui ne dépasse pas les (67 cm). En effet, ces hybrides ne verse pas ainsi le caractère est très recherché.
- ✓ Tous les hybrides ont donné des épis plus longs que les témoins dépassant ainsi les (8 cm) pour une valeur maximale exprimé par l'hybride H4 de (24 cm).

Les caractères de résistance à la sécheresse (la surface de la feuille étendard ; la longueur de la barbe et longueur du col de l'épi)

- Deux hybrides sur trente-cinq hybrides ont exprimé une surface foliaire plus importante que les témoins. Par contre, trente-trois hybrides ont donné des surfaces foliaires inférieures à (8 cm²) ;
- Sept hybrides (H1 ; H2 ; H4 ; H7 ; H33 ; et H35) ont enregistré des longueurs de barbe plus importantes que le T1 plus de (13 cm). Par contre, dix-neuf hybrides ont exprimé des valeurs plus importantes que le T2. Neuf sur trente-cinq ont enregistré des longueurs de barbe inférieures à celles enregistrées chez les témoins ;
- Cinq hybrides (H8 ; H10 ; H14 ; H17 et H20) ont exprimé des longueurs du col de l'épi supérieures au T1 plus de (19 cm). Par contre, quatre hybrides (H2 ; H11 ; H24 et H27) ont exprimé des valeurs plus importantes que le T2. Vingt- sept sur trente-cinq ont donné des valeurs inférieures par rapport aux témoins.

La productivité et ses composantes (le nombre de talles épis ; le nombre de grains/ épi et le poids de mille grains)

- ✓ Cinq hybrides (H1 ; H13 ; H4 ; H11 et H9) ont exprimé le nombre de talles épis le plus important par rapport au T1 plus de (11 talles épis). Par contre, quatorze hybrides ont donné un tallage épi plus important que le T2. Seize sur trente-cinq ont enregistré une tallage épi moins important que les témoins, inférieur à (9 talles épis) ;
- ✓ Tous les hybrides ont exprimé le nombre de grains par épi le plus important par rapport aux témoins en effet les hybrides sont plus productifs que les témoins.

- ✓ Six hybrides (H5 ; H15 ; H17 ; H10 ; H13 et H11) ont donné le poids de mille grains le plus important par rapport au T1 et qui est supérieur à (56 g). En revanche vingt-six hybrides ont donné un PMG plus élevé que le T2, plus de (39 g), trois hybrides seulement ont enregistré un PMG inférieur aux témoins.
- ✓ Douze hybrides (H22 ; H11 ; H7 ; H9 ; H10 ; H17 ; H12 ; H1 ; H5 ; H4 ; H15 et H14) ont exprimé la productivité la plus importante par rapport au T1 et qui est supérieure à (41 g). Cependant, tous les hybrides ont donné une productivité plus élevée que le T2.

La masse aérienne (indice de récolte ; poids de la plante et poids de l'épi)

- Quatorze hybrides ont exprimé un indice de récolte supérieur à l'indice de récolte donné par le meilleur témoin, T1, plus de (46 %). Cependant tous les hybrides ont enregistré des pourcentages plus importants que le pourcentage donné par le T2 et qui est supérieur à (19 %) ;
- Vingt-six hybrides ont donné un poids de l'épi plus important que le T1 plus de (3 g). sept hybrides ont exprimé des valeurs moyennes inférieures au T1 et supérieures au T2, seulement H33 et H34 ont donné un poids de l'épi inférieur aux témoins ;
- Douze hybrides ont donné un poids de la plante plus important que le poids de la plante enregistré chez le T1 plus de (107 g). Par contre, douze hybrides ont exprimé un poids supérieur au poids de T1 et de T2 et qui est supérieur à (67 g). Onze hybrides sur trente-cinq ont enregistré des valeurs inférieures au T1 et au T2.

Au terme de cette étude nous suggérons la réalisation des fiches descriptives pour les hybrides les plus performants (H22 ; H11 ; H7 ; H9 ; H10 ; H17 ; H12 ; H1 ; H5 ; H4 ; H15 et H14).

A l'avenir une évaluation qui portera sur la valeur agronomique et technologique (VAT) et sur les caractères distinctifs d'homogénéité et de stabilité (DHS) sera recommandée.

Références bibliographiques

A

ABBAS K., A. ABDELGUERFI., 2008. Evaluation of a regenerated natural meadow in a semi-arid area of Algeria. Option méditerranéennes A. 79 : p179-185.

Acevedo E., Craufurd P.Q., Austin R.D. et Perez-Marco P. (1991). Traits associated with high yield in barley in low rainfall environments. J.Agric. Sci. (Camb). 116: 23-36pp.

Achouri I. (1985). Fertilisation azotée et densité de peuplement d'une variété de blé dur dans la Mitidja Thèse d'INGINA. El-Harrach.62 p.

Adjabi A., Bouzerzour H. et Benmahammed A. (2014). Stability analysis of durum wheat (T.durumDesf) grain yield. Journal of Agronomy. 13: 131-139 pp.

AlIosio-Ouarnier, N., 1999. Caractérisation de la transformation de l'orge en malt par des méthodes de spectroscopie vibrationnelle, thèse de doctorat spécialité biotechnologies et industries alimentaires. INPL, Nancy.

Ali Dib T. et Monneveux P. (1992). Adaptation à la sécheresse et notion d'idéotype chez le blé dur I. Caractères morphologique d'enracinement. Agronomie 12 : 371-379 pp.

Annicchiarico P., Bellah F. et Chiari T. (2006). Repeatable genotype x location interaction and its exploitation by conventional and GIS-based cultivar recommendation for durum wheat in Algeria. Eur. J. Agronomy. 24: 70-81 pp.

Annicchiarico P., Chiari T., Bazzani F., Bellah F., Doucene S., Yallaouiya"ICI N., Abdellaoui Z., Belloula B., Bouazza L., Bouremel L., Hamou M., Hazmoune T., Kelkouli M., Ouled-Said H. et Zerargui H. (2002). Response of durum wheat cultivars to Algerian environments. I.Yield. J. Agric. Environ. Int. Dev. 96: 157-187 pp.

Anonyme, 2002, 2: Etude corporative de quelque couscous de blé dur fabriqués en Algérie: aspect socio-technologique mémoire ing. INA. El harache.

Anonyme, 2006: Encyclopédie Professionnelle Microsoft Encarta, 2006.

Arbouche H.S., Arbouche Y., et Arbouche F., 2008. Valeur nutritive de quelques variétés d'orge algériennes pour l'alimentation des ruminants. Recherche agronomique, 22 : 67-72

Asare EK., Jaiswal S., Maley J., BagaM., Sammynaiken R., Rossnagel BG., Chibbar RN., « Les composants du grain d'orge, la composition de l'amidon et sa structure ont une incidence sur l'hydrolyse enzymatique in vitro de l'amidon. J Agric Food Chem 2011,59: 4743-54 pp.

Asmaa, M. A., Mohamed, K.E., Fawzy, Y., El-Fishawy, A. & El-Sayed, A. (2011). Assessment of Chemical Properties of Raw, Germinated Barley Grains, Talbina, and Biscuits Enriched with Talbina. Journal of Agricultural Science, 42,117–135.

Austin R.B., Morgan C.L., Ford M.A., Blackwell R.D., «Contribution to grain yield from preanthesis assimilation in tall dwarf phenotypes in two contrasting seasons», Annals of botany, 1980, 45: 309-319.

B

BACHIR A., 2008. Contribution à l'étude des deux formes de Pyrenophorater Drechsler, et recherche de source de résistance vis-à-vis de la rayure réticulée de l'orge (*Hordeum vulgare* L.). Thèse d'ingénieur, INA. Elharrach.p5.

Bahlouli F., Bouzerzour H., Benmahammed A. et Hassous K.L. (2005). Selection of high yielding and risk efficient durum wheat (*Triticum durum* Desf.) cultivars under semi-arid conditions. Pakistan J. Agronomy. 4: 360-365 pp.

Baik BK., Ullrich SE., Orge à usage alimentaire: caractéristiques, amélioration et regain d'intérêt». J Cereal Sci, 2008, 48: 233-42 pp.

Bammoun A. (1997). Contribution à l'étude de quelques caractères morpho-physiologiques, biochimiques et moléculaires chez des variétés de blé dur (*Triticumturgidumssp durum*.) pour l'étude de la tolérance à la sécheresse dans la région des hauts plateaux de l'Ouest Algérien. Thèse de Magistère. 1-33 pp.

Bekrar Y. (2015). Analyse génétique d'une population F2 diallèle de blé dur (*Triticumdurum* DESF.). Application de la méthode Haymen. 6 p

Belaid D. (1986). Aspect de la céréaliculture algérienne. OPU. Alger. 126 p.

BELKHARCHOUCHE, H., FELLAH, S., BOUZERZOUR, H., BENMAHAMMED, A., et CHELLAL N., 2009. Vigueur de croissance, translocation et rendement En grains du blé dur (*Triticum durum* desf.) Sous conditions semi arides. Courrier du Savoir, (09) :17-24.

Benbelkacem A. et Kilou K. (2000). Evaluation du progrès génétique chez quelque variété de blé dur cultivées en algérie, Actes du premier symposium international sur la filière blé : enjeux et stratégies, ITGC. 123-131 pp.

Benbelkacem A., Sadli F., Brinis L. 1995. La recherche pour la qualité des blés durs en Algérie. Séminaires Méditerranéens. ICARDA / CIHEAM / CIMMYT. Zaragoza, 17-19 novembre.

BENLARIBI M., MONNEVEUX P. et GRIGNAC P., 1990. Etude des caractères d'enracinement et de leur rôle dans l'adaptation au déficit hydrique chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.). Agronomie. 10 : 305-322.

BENMAHAMED A., 2004 : La production de l'orge et possibilités de développement en Algérie, céréaliculture n° 41 :pp34-38

Benmahammed A., « Association et héritabilité de quelques caractères à variation continue chez l'orge (*Hordeum vulgare* L. », thèse de magister INA, Alger, 1995, 80 p

BENMAHAMMED A., 2005. 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.). Thèse de Doctorat d'Etat. Université Mentouri. Constantine.125 p.

Benmahammed A., Hétérosis, transgression 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.) ». Thèse Doc. INA, Alger, 2005,125p.

Benmahammed A., Kribaa M., Bouzerzour H. et Djekoun A. (2010). Assessment of stress tolerance in barley (*Hordeum vulgare* L.) advanced breeding lines under semi-arid conditions of the eastern high plateaus of Algeria. Euphytica. 172: 383-394 pp.

BENMAHAMMED, A., BOUZERZOUR, H., MEKHLouF, A., et BENBELKACEM, A., 2008. Variation de la teneur relative en eau, l'intégrité cellulaire, la biomasse et l'efficacité

d'utilisation de l'eau des variétés de blé dur (*Triticum turgidum* L. var *durum*) conduites sous contraintes hydrique. Recherche Agronomique, INRA, 21 : p 37/47

Biscoe P.V., Gallagher J., Littleton E. J., Monteith J.L. et Scott R. K. (1976). Barley and its environment. Sources of assimilates. 12: 295-302 pp.

Blum A. (1985). Photosynthesis and transpiration in leaves and ears of *Triticum turgidum* L. Journal experimental of botanic. 36 :432-440 pp.

Bœuf F., Vasseau A., « Recherche et expérimentation en agriculture », T1 : 1932, 66-67.

Bourgion B. (2002) ; Point sur l'amélioration génétique des graminées destinées aux usages «gazon». Sél .Fr.p 53.

Bouthmer V.R, Sato k, knuepffer H ,et Hintum T.V.,2003. Barley diversity, an introduction in: R. von Bothmer, T. van Hintum, H. Knuepffer and K . Sato (editors). Diversity in barley (*Hordeum vulgare* L.). Elsevier science, Amsterdam, Netherlands.P: 3-8.

Bouzarzour H., Benmahammed A., « Environemental factors limiting barley grain yield in the high plateau of eastern Algéria». Rachis, 1994, 7:11-14.

BOUZERZOUR H., BENMAHAMMED A., MEKHLOUF A. & HARZALLAH D., 1998. Evaluation de quel que techniques de sélection pour la tolérance eaux stress chez le Blé dur (*Triticum durum* Desf.) en zone semi-aride d'altitude. Céréaliculture 33 :27-33.

Bouzerzour H., Djekoun A., Benmohammed A. et Hassous K.L. (1998). Contribution de la masse aérienne, de l'indice de récolte et la précocité de rendement en grain de l'orge (*Hordeum vulgare* L.) en zones semi-arides d'altitude. Cahier d'études et de recherche francophone. Agriculture méthodes et techniques. (7)4 :3-7 pp.

Brink M., Belay G., 2006. Ressources végétales de l'Afrique tropicale vol. : 1. Céréales et légumes secs. Ed. PROTA. Pays-Bas. P : 92-93-94-95-96.

C

Canterell R.D. et Haro Arias E.S. (1986). Selection for spikelet fertility in a semi dwarf durum wheat populations. Crop Sci. 26: 691-693 pp.

Cantero-Martinez C., Villar J.M., Romagosa I. et Fereres E. (1995). Growth and yield responses of two contrasting barley cultivars in a mediterranean environment. *European Journal of Agronomy*. 4: 317-326 pp.

Ceccarelli S. (1987). Yield potential and drought tolerance of segregating barley populations in contrasting environments. *Euphytica*. 36: 265-279 pp.

Ceccarelli S. and Grando S., 1996. *Hordeumvulgare* L. In: Grubben, G.J.H. Jestin L., 1996. *L'orge, amélioration des espèces végétales cultivées*. Ed. INRA

Ceccarelli S., Grando S. et Impiglia A. (1998). Choice of selection strategy in breeding barley for stress environments. *Euphytica*. 103: 307-318 pp.

CHADEFAUD M. et EMBERGER L., 1960.Traité de botanique. Systématique. Les végétaux vasculaires par L. Emberger. Fasciculé Masson et Cie. Tome II, 753p.

Cité par MEMOIRE DE MAGISTER ETUDE PHENOLOGIQUE ET SELECTION DE QUELQUES VARIETES DU BLE DUR INTRODUITES ET CULTIVEES DANS PLUSIEURS ENVIRONNEMENTS PRESENTE PAR : Boubekur AIT SALAH

Clark J.M., Romagosa I. et Depauw R.M. (1991). Screening durum wheat germplasm for dry growing conditions: morphological and physiological criteria. *Crop Sci*. 31(3): 770-775 pp.

CLEMENT-GRANCOURT et PART., 1966.in hybridation de l'orge en vue de l'obtention de lignees issues de la variete locale saida adaptees a la zone sub-humide centre, bouchetat f,2011, thèse d'ingénieur, INA,P134.

CLIMENT et al., 1970 .in hybridation de l'orge en vue de l'obtention de lignees issues de la variete locale saidaa daptees a la zone sub-humide centre, bouchetat f,2011, thèse d'ingénieur, INA,P134.

D

DAKHEEL, A.J., NADJI I., MAHALAZKSHMI V. ET PEACOCK J.M. (1993). Morphological traits associated with adaptation of durum wheat to harsh Mediterranean environments. *Aspects of Applied Biology*, 34: 297-307

Dawson Ian K., Russell J., Powell W., Steffenson B., TB Thomas W., Waugh R., «Barley: a translational model for adaptation to climate change». New phytologist, 2015, volume 206(3). <https://doi.org/10.1111/nph.13266>

Demarly, Y et Sibi, M ; Amélioration des plantes et biotechnologie, John Libbey. Eurotext, Paris, (1989), 152 p.

Doré C., Varoquaux F., «Histoire et amélioration de cinquante plantes cultivées ». Ed. Cemagref, Cirad, Ifremer, INRA. 2006, ISBN: 2-7380-1215-9.

Doré C., Varoquaux F., 2006. « Histoire et amélioration de cinquante plantes cultivées », Inra, France, Juillet 2006. Pp 506-509.

E

Edwards L.H., Ketata H. et SMITH L.E. (1976).Gene action of heading date, plant height and other characters in two winter wheat date. Crop sci. 16: 275-277 pp.

ELIARD., 1987.in hybridation de l'orge en vue de l'obtention de lignees issues de la variete locale saida adaptees a la zone sub-humide centre, bouchetat f,2011, these d'ingenieur, INA,PP134.

F

FEILLET P., 2000. Le grain de blé. Composition et utilisation. Mieux comprendre. INRA. ISSN: 1144- 7605. ISBN : 2- 73806 0896- 8. P 308.

Fellah A., Bouzerzour H., Benmahammed A. et Djekoun A. (2002). Sélection pour améliorer la tolérance aux stress abiotiques chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.). Actes de l'IAV HII. 64: 35-42 pp.

Fischer R.A. et Maurer R. (1978). Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. Aust. J. Agric. Res. 329: 897-912 pp.

FISHER R. A et MAURERS S., 1978. Grain yield response. Aust. Agrc. Res, 29, 897,912. Drought resistance in spring wheat cultivars

Fisher R.A. (1985). Number of kernels in wheat crops and the influence of solar radiation and temperature. J. agric. Sci. Camb. 105: 447-461 pp.

G

Gao J., Vasanthan T., Hoover R., « Isolement et caractérisation des isolats d'amidon de haute pureté à partir de grains d'orge ordinaires, cireux et à haute teneur en amylose». CerealChem, 2009, 86: 157-63pp.

Gate B., Crosson P., Couvreur P., « Mieux connaître l'orge » perspectives agricoles, 1996, 100 : 18-23.

GATE P., BOUTHIER A., CASABLANCA H. et DELEENS E., 1992. Caractères physiologiques décrivant la tolérance à la sécheresse des blés cultivés en France. Interprétation des corrélations entre le rendement et la composition isotopique du carbone des grains. In : Tolérance à la sécheresse des céréales en zone méditerranéenne. Diversité génétique et amélioration variétale. Montpellier (France) INRA. (Les colloques n°64).

GATE P., BRAIN P., COLNENNE J. et BRIFFEAUX G., 1990. Pour les céréales à paille à chaque variété son époque de semis. Pres, Agric, 148 :20-27.

GATE PH., 1995. Ecophysiologie de blé. Tec et Doc. ed. Lavoier. Paris. 429p.

Gebrekidan B., Rasmusson D.C., «Evaluating parental cultivars for use in hybrids and heterosis in barley», Crop Sci., 1970,10: 500502.

Genech De La Louvière T., 1971. Manuel d'agriculture. Synd. agricole, Lille p. 9γ-95.

Giban, M., Minier, B., Malvosi R. 2003. Stades du blé ITCF.ARVALIS. Institut du végétale. Pp 68.

Gill K., Bhullard G.S., Mahal G.S., « Combining ability in durum wheat (Triticum durum Desf.)», Crop improvement, 1979, 6: 30-35.

GONDE H., GARREE G. et JUSSIAUX P., 1968 : cours d'agriculture moderne, la maison rustique Paris : 628p.

GRIGNAC P., 1965. Contribution à l'étude du triticum durum Desf- Thèse de Doctorat – Univ. Toulouse 246 p.

GRILLOT G., 1959. La classification des orges cultivées. An. Am. Plantes.4 :446-486.

GRONDE et JUSSIAUX., 1980. in Effet du stress salin et l'haplodiploïdisation chez le blé dur (Triticum durum Desf.) Bouatrous Yamina, 2013, these.

H

HADJICHRISTODOULLOU A., 1987. Stability of performances of cereals in low- rainfall areas as related to adaptive traits. Agri-res. Cyprus. Pp191-199

Hadria R., 2006. Adaptation et spatialisation des modèles stochastiques pour la gestion d'un périmètre céréalier irrigué en milieu semi-aride. Thèse de doctorat. Univ Cadi Ayyad Samlalia-Marrakech

Hanifi-Mekliche L., Gallais A., «Heterosis, genetic effects and value of F2 and doubled-haploid lines in barley breeding». Agronomie, 1999, 509-520pp.

HANNACHI, A., (2013). Analyse dialléle de quelques caractères associés à l'adaptation du blé dur (Triticum durum Desf.) au climat semi-aride. Mémoire de Magister, Faculté des Sciences Agronomiques et Biologiques. Département d'Agronomie. Université Saad Dahlab, Blida, 100 pages

Harlan J R., 1992. Crop and Man. Amer. Soc. Agronomy. Crop Science Soc. America, Madison, Wisconsin. 2ème édition.

Harlan J., 1975. Our vanishing genetics resources. Science, 188.Pp 618-621.

HAZMOUNE T., 2006. Le semis profond comme palliatif à la sécheresse. Rôle de la coléoptile dans la levée et conséquences sur les composantes du rendement. Thèse docteur d'état. Univ. Constantine. P : 168.

HUCEL P., BAKER R.J., 1989. Tillering patterns of spring wheat genotypes grown in a semiarid environment, Can. Plant Sci. 69: 71-79

I

ITGC. ,2012 : bulletin des grandes cultures .El -Harrach.

J

Jeantet R., Croguennec T., Schuck P., Brulé G., 2007. Science des aliments : Biochimie-Microbiologie-Procédés-Produits. V2. Technologie des produits alimentaires. 191-196

K

KADI Z., 2012. Sélection de l'orge (hordeum vulgare l.) pour la tolérance aux stress abiotiques. thèse de doctorat, INA, Setif, p3-4.

Kadi Z., Adjel F et Bouzerzour H. (2010).Analysis of the genotype x environment interaction of Barley grain yield (Hordeum vulgare L.) under semi-arid conditions. Advance in EnvironmentalBiology, 4 : 34-40pp.

Karrou M., « Caractérisation de la croissance du grain et recherche des parents pour l'amélioration du taux du remplissage du grain et du rendement de l'orge en bour au Maroc », Al Awamia, 2003, 107 : 87101.

L

Laala Z., Oulmi A., Saraoui T., Haddad L., Nouar H., Benmahammed A et Bouzerzour H. (2010). Effet de la sélection de la biomasse et des épis sur le rendement du blé dur (TriticumdurumDesf) sous conditions Semiarides. Annales de la Faculté des Sciences et Sciences de l'Ingénieur (Univ. Ouargla), 4 : 56-69pp.

Lardy GP., Ulmer DN., VL Anderson et JS Caton.,<< Effets de l'augmentation du niveau d'orge supplémentaire sur la consommation de fourrage, la digestibilité et la fermentation dans le ruminal chez les bovins de boucher nourris à la nourriture ». J. Anim. Sci, 2004, 82: 3662-3668 pp

Leonard WH., Martin JH., 1963. Cereal Crops. The MacMillan Company, New York. Orge. Pp 478-543

M

Maciejewski J., « Semences et plants », Ed. Technique et documentation Lavoisier. 1991. 233 p.

Matchett R.W., Cantu O.P., «Hybrid barley and an elusive 8 year chase », Barley newslett, 1977, 20: 130-139.

Mekhlouf A., Dehbi F., Bouzerzou H. R., Hannachi A., Benmahammed A et Adjabi A. (2006). Relationships between cold tolerance, grain yield performances and stability of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) genotypes grown at high elevation area of Eastern Algeria. Asian Journal of Plant Sciences, 5 : 700-708pp.

Menad A. (2009). Contribution à l'étude de l'interaction Génotype x milieu de l'orge. Mémoire magister, INA El Harrach, 70pp.

Meziani N., Bouzerzour H., Benmahammed A., Menad A et Benbelkacem A. (2011). Performance and adaptation of barley genotypes (*Hordeum vulgare* L.) to diverse locations. Advance in Environmental Biology, 5. 1465-1472pp

Missaoui., 1991. Evolution de la salinité en fonction des doses d'irrigation à II.T.D.A. S DE Biskra, Mémoire. Ing. Agro. INFSAS Ouargla. P79

MONNEVEUX P., 1989. La génétique face aux problèmes de la tolérance des plantes cultivées à la sécheresse. Espoirs et difficultés. Synthèse sécheresse. Ed. INRA. Paris. Pp16-36.

MONNEVEUX PH., et NEMMAR M., 1986. Contribution à l'étude de la résistance à la sécheresse chez le blé tendre (*Triticum aestivum* L.) et chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.). Etude de l'accumulation de la proline au cours du cycle de développement. Agronomie p 583-590.

Monneveux, P et This, D ; La génétique face aux problèmes de la tolérance des plantes cultivées à la sécheresse. Espoirs et difficultés. Synthèse sécheresse, INRA. Paris. (1997), 29-36.

MOSSAB M ., 1991: Culture à double fin avec la filière blé. OAIC, p213.

Mossad M.G., Ortiz-Ferrara G., Mahalakshmi V et Fisher R. A. (1995). phyllochron response to vernalization and photoperiod in spring wheat. Crop Sci.

Mukund J., 2015. Textbook of field Crops. Ed. PHI Learning pvt. LTD. Dehli. P: 2- 69-278.

N

Nouar H., Bouzerzour H., Haddad L., Menad A., Hazmoune T et Zerargui H. (2012). Genotype x Environment Interaction Assessment in Durum Wheat (*Triticum durum* Desf.) using AMMI and GGE Models. Advance in Environmental Biology, 6 : 3007-3015pp.

O

O'TOOLE, J. C., et CRUZ, R. C., 1980. Response of leaf water potential, stomatal resistance, and leaf rolling to water stress. Plant physiology, 51: 993- 997

P

Papadakis J.S. (1938). Ecologie agricole. Eds Jules Duculot. Gemblou. 313p.

Parry M.L., Parry C.J., 1993. Agricultural geography of barley. In the agrometeorology of rainfed barley-based farming systems. Proceedings of an international symposium, (6 – 10 march 1989, Tunis). Ed. Jones M., Marthys G., Rijks D. PP 15 –31.

Puri Y P., Qualset C O et Williams W. Q. (1982). Evaluation of yield components as selection criteria in barley breeding. Crop Sci. 22 :927-931pp.

R

Ramage R.T., «Heterosis and hybride seed production in barley », Ed. Springer-verlag Brln, 1983.

Reynolds M., Dreccer F et Trethowan R. (2007). Drought-adaptive traits derived from wheat wild relatives and landraces, J. Exp. Bot., 58: 177 – 186pp.

Rosser CL., Beattie AD., Block HC., McKinnonJJ., Lardner HA., Górka Pet Penner GB., Effet de la maturité à la récolte pour l'orge et l'avoine de la culture entière sur la consommation de matière sèche, le tri, et la digestibilité lorsque nourris au bétail de boucherie ». J. Anim. Sci, 2016, 94: 697-708 pp

Rousset M. (1986). (Amélioration des plantes autogames), Agronomie N° 9, 616-619 pp.

S

Sagnelli D., HebelstrupKH., Leroy E., Rolland-SabatéA., Guilois S., Kirkensgaard JJK., Mortensen K., Lourdin D., Blennow A., « Les légumes Amidons pour la production de bioplastiques ». Glucides Polym 2016, 152:398-408pp.

Sarafi, A ; Régénération haploïde par le croisement intergénérique (blé et maïs) et interspécifique (*H. vulgare* L et *H.bulbusum* L.) in haplodiploisation (biotechnologies végétales), AUPULF- UREF. (1995), 163-175.

Sayoud R., Benbelkacem K., 1996. Situation des maladies des céréales en Algérie. In : Proceeding du Symposium Régional sur les maladies des céréales et des légumineuses alimentaires. 11-14 Nov 1996, Rabat (Maroc). Pp 69-70

Sayoud R., Ezzahiri B., et Bouznad Z. 1999. Les maladies des céréales et des légumineuses alimentaires au Maghreb. ITGC. Alger. Pp 30-32.

Sefrioui A., Elmourid M., Herzenni A., « L'orge culture contre aléatoire dans les zones arides et semi- arides du Maroc », Al Awama, 1990, 71 :88-102.

Sekkate M.R., Leghzali H., « L'orge pivot de l'alimentation animale »,Terre et vie, 1999, 34 : 23-28.

Shahar, S., Badrasawi, M., Haron, & Abdul Manaf, Z. (2013). Effect of Talbinah food consumption on depressive symptoms among elderly individuals in long term care facilities, randomized clinical trial. Clinical Interventions in Aging, 279. <https://doi.org/10.2147/cia.s37586>

Simon H., Coddaccioni P., Lecoeur X., « Produire les céréales à pailles, Agriculture d'aujourd'hui scientifiques et techniques d'adaptation », Eds. Tec et Doc. Lavoisier, Paris, 1989, 333 p.

SIMON; 1972. Identification et classification des variétés d'orge cultivées en France Ed .SEL. Verseille.p200.

Sinebo W. (2005). Trade off between yield increase and yield stability in three decades of barley breeding in a tropical highland environment. Field Crops Res., 92: 35–52pp.

SIPSON., 1968. Etude du comportement et sélection de dix variétés de blé dur (TRITICUM DURUM DESF) dans la zone subhumide (Oued Smar Alger). BOUCHATATF 2007.Blida.71P.

Soltner ., 2005. Les grandes productions végétales.20 eme .édition .CCTA .p :20-140

Soltner D., 2005. Les grandes productions végétales. 20eme édition. Collection science et techniques. P : 303-308

Soltner D., 2007: Les bases de la production végétale. Tome 2 : Le climat .Ed Larousse. Pp 45-50.

Sombrero A., Ontanon R., Montoya J et Abad J. (1993). La culture de l'orge en castille et léon: croissance, développement et production, Ed. INRA, Paris, les colloques N° 64.

Somel K., « The importance of barley in food production and mand in west Asia and north Africa. Proceeding on increasing small ruminant's productivity in semi arid areas». Ed. E.F Thomson and F.J Thomson, 1990: 27-35.

Souillah N., β008 : Diversité de 1γ génotypes d'orge (Hordeum .vulgare L) et de 13 Génotypes de blé tendre : étude des caractères de production et d'adaptation. Thèse Magister, université de Constantine, 165p.

Stanca AM., Gianinetti A., Rizza F., Terzi V., «Orge: aperçu d'un grain de céréale polyvalent ayant de nombreuses utilisations dans l'alimentation humaine et animale». Dans CW Wrigley, H Corke, K Seetharaman, J Faubion, éditeurs. Encyclopédie des céréales alimentaires, 2016, 2e Ed. Oxford: Elsevier. 147-52 pp.

Tribio E. (1987). Etude de potentiel génétique de la production du blé tendre à travers la structure et le fonctionnement du peuplement, in A.T.P. écophysiologie du blé, rapport intermédiaire, INRA, France, 91 -105 pp.

Tricase C., Amicarelli V., Lamonaca E et Leonardo Rana R., « Analyse économique du marché de l'orge et des utilisations connexes, graminées comme denrées alimentaires et aliments pour animaux ». Zerihun Tadele, IntechOpen, 5 novembre 2018, DOI: 10.5772/intechopen.78967. Disponible à l'adresse suivante: <https://www.intechopen.com/books/grasses-as-food-and-feed/economic-analysis-of-the-barley-market-and-related-uses>

V

Ullrich S.E., 2011. Significance adaptation, production and trade of barley. Barley: Production, Improvement and Uses. PP 3-13.121

Upadhyaya B.R., Rasmusson D.C., « Heterosis and combining ability in barley ». Crop Sci, 1967, 7: 644-647.

USDA, 2010/2011. Les céréales dans le monde. <http://www.infocereales.fr>

V

Varoquaux Fabrice, Pelletier Georges, 2002. Evolution des techniques, outils et méthodes en amélioration des plantes. Journée de l'A.S.F."Le Sélectionneur Français" (53), p. 55-68.

Vespa, R ; « Semences des céréales à paille », D. Agro, n° 1, Paris, (1984), 14-94.

W

Witcombe J.R., Joshi K.D., Gyawali S., Devkota K et Subedi A. (2004). Impacts of participatory crop improvement in the low-altitude regions of Nepal. Plant Sciences Research Programme: Highlights and Impact. Participatory Crop Improvement. Centre.

Y

Yves T. ; Michel Y. ; Max H.; Catherine T. (2005) ; Le monde des végétaux: physiologie et génomique. DUNOD. Paris. p307, 309.

Z

Zahour A. (1992) ; Elément d'amélioration génétique des plantes. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II ATCES. Maroc.p 89 .91 .

Zahour, A (1992) ; Manuels scientifiques et techniques. Eléments d'amélioration génétique des plantes. Actes Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc.. 9-157.

ZEHRI S., BOUHANIA S., 2005 : Etude comparative de deux types d'engrais phosphatés sur céréales à pailles (orge) dans la région d'Oued Righ (Station El-Arfiane). Thèse mgs ; Algérie. 58p.