

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ DJILLALI LIABES DE SIDI BEL ABBES



FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DÉPARTEMENT DES SCIENCES DE L'AGRONOMIE

Mémoire

De fin d'études pour l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie (S.N.V.)

Filière : Sciences Agronomiques

Spécialité : Production Végétale

Intitulé du thème :

Contribution à l'étude des paramètres de rendements de 08 croisements d'orge issus du parent local Saida et leur héritabilité sous les conditions semi-aride de SIDI BEL ABBES.

Présenté par : **Melle. MEZIANI NESRINE**

Melle. KHABEZ SANAA

Mémoire soutenu le 24/09 /2020, devant l'honorable jury composé de :

Président de jury : Mr. BENMANSOUR NADIR..... (MCB) UDL SBA.

Examinatrice : Mme. BELABBAS MERYEM (MAA) UDL SBA.

Promoteur : Mr. REGUIEG MOHAMMED MOKHTAR... (MAA) UDL SBA.

Année universitaire 2019 - 2020

Remerciements

Nous remercions avant tout le Grand Dieu Allah, le plus puissant, le miséricordieux.

Nous exprime nos plus profonds remerciements à notre encadreur monsieur REGUIEG.M.M Maitre Assistant à l'université Djilali Liabes de Sidi Bel Abbès pour l'aide précieuse qu'il nous apportait et les conseils infiniment utiles qu'il nous prodiguait pour la réalisation de ce travail.

Nous remercions également notre Co-encadreur Monsieur HAMOU Mimoun, Directeur de l'INRAA Sidi Bel Abbes qui nous a orientés, conseillé tout au long de notre cursus avec beaucoup de pertinence et de patience.

Nous remercions également Monsieur BENMANSOUR.N professeur à UDL pour avoir accepté de présider et juger ce travail.

Nos remerciements vont enfin à tout le personnel de l'ITGC, et le DSA de Sidi Bel Abbès.

Et à tous personnes qui ont contribué à l'élaboration de ce travail de loin ou de prés.

Dédicace

Grâce à toi mon bon dieu, je m'incline devant ta puissance et ta miséricorde, pour te remercier de l'aide et du courage que tu m'as donné au cours de la réalisation de ce modeste travail, que je dédie :

A mes chers parents, pour m'avoir soutenu et encouragé toutes ces longues années afin de me permettre de réaliser un rêve d'enfance, pour avoir cru en moi et m'avoir appris à faire confiance.

Et surtout à ma très chère mère, ma correctrice, la première lectrice de cette thèse ta présence et tes encouragements et tes critiques m'ont toujours poussé à donner le meilleur de moi.

A ma chère sœur HANANE, ma douce, qui m'a soutenue durant mes études et ne m'a jamais privée de son amour, de son attention et de ses encouragements.

A ma chère défunte sœur CHAHRAZED, que dieu ait pitié d'elle et demeure dans son espace.

A tous les membres de mes familles MEZIANI ET REKMOUNE.

A mon binôme Sanaa.

Et à tous ceux qui m'ont aidé.

MEZIANI Nesrine

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

A mes chers parents qui ont contribués à ma réussite.

A mes belles jumelles Hanane et Samira.

A ma sœur Khadija et leurs fils Mohamed el -Walid et Housseem

*A mes cousines Meriem Batoul , Rihana , Hakima , Karima et Fatima
Zohra.*

A tous les membres de notre famille khabez et Asseum.

A mon binôme Nesrine.

KHABEZ Sanaa

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Caractères de Neergaard pour le classement des variétés d'orge(Moule, 1980).....	8
Tableau 2: la taille des grains des céréales en millimètres (Godon, 1991).....	11
Tableau 3: Masse des grains des céréales en milligrammes (Godon, 1991).....	11
Tableau 4: Constituants biochimiques de l'orge en % de matière sèche.....	14
Tableau 5: Composition en acides gras (AG) des lipides des grains de céréales en Pourcentage du total des AG, (Berger, 1984).....	16
Tableau 6: Composition en mg des minéraux existant dans 100gr de grains d'orge complet et l'orge (Fichier canadien sur les éléments nutritifs, 2010 ; Saulnier, 2012).....	17
Tableau 7: Composition des vitamines existant dans 100g de grains d'orge complet (Fichier canadien sur les éléments nutritifs, 2010).....	18
Tableau 8: La superficie, la production et le rendement de l'orge en Algérie (2015/2018) (Web master 7).....	30
Tableau 9: La superficie, la production et le rendement de l'orge dans la région de Sidi Bel Abbes (2012/2019) (DSA, 2020).....	36
Tableau 10: Variétés d'orge cultivées en Algérie (Boufenar et Zaghouane, 2006)...	41
Tableau 11: évolution de la moyenne des pluviométries sur 26 ans.....	80
Tableau1: Les données climatiques de la campagne 2018-2019(INRA, 2019).....	82
Tableau 13: Matériel végétal testé.....	82
Tableau 14: Variable de plante.....	86
Tableau 15: Variable de nombre de grain par épi.....	87
Tableau 16: le classement des lignées significativement supérieures durant les deux campagnes (2011/2012) (2018/2019).....	89
Tableau 17: variable du poids de mille grains (PMG).....	90
Tableau 18: Variable du rendement biologique.....	92

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Le croissant fertile (Web master 1).....	3
Figure 2: Les pays de croissant fertile (Web master 2).....	3
Figure 3: Distribution de l'orge sauvage (<i>Hordeum spontaneum</i>)(Harlan et Zohary, 1966).....	4
Figure 4: Epillet d'orge à deux rangs et d'orges à six rangs à droite (Soltner, 2005)...	7
Figure 5: Epillet d'orge à six rangs à gauche et d'orge à deux rangs à droite (Souillah, 2009).....	7
Figure 6: orge commune (<i>Hordeum vulgare</i> L.) (Anonyme, 2009).....	10
Figure 7: Vue ventrale et dorsale du grain d'orge (Souillah, 2009).....	12
Figure 8: Coupe longitudinale d'un grain d'orge (Société Malteurop, 2000).....	13
Figure 9: Coupe transversale des enveloppes, de la couche à aleurone et de l'endosperme amylicé d'un grain d'orge (Guiga, 2006).....	13
Figure 10: Cycle d'orge d'hiver (Web master 3).....	19
Figure 11: Cycle d'orge de printemps (Web master 3).....	20
Figure 12: La production céréalière, l'utilisation et le stock (2010-2019) ainsi que les prévisions de production de la campagne (2020-2021) (Web master 5).....	27
Figure 13: la production mondiale d'orge (millions de tonnes) (Web master 6).....	28
Figure 14: Evolution de la production des différents types de céréales cultivés en Algérie durant la période (2000-2009) et (2010-2017) (Web master 7).....	30
Figure 15: Evolution de la production de l'orge en Algérie (2015-2018) (Web master 7).....	31
Figure 16: Evolution du rendement d'orge en Algérie (2015-2018) (Web master 7).....	31
Figure 17: Importations Algériennes de céréales en valeur par pays fournisseur.....	34
Figure 18: Importations Algériennes de céréales en provenance de L'UE (2001-2017) (Tonnes).....	35
Figure 19: Evolution de la production d'orge dans la région de Sidi Bel Abbes (DSA, 2020).....	37
Figure 20: Evolution du rendement d'orge dans la région de Sidi Bel Abbès (DSA, 2020).....	38
Figure 21: Mise en place des composantes du rendement (Soltner.D, 1986).....	46
Figure 22: La sélection est une activité pluridisciplinaire (Web master 9).....	52
Figure 23: Sélection de lignées.....	54

Figure 24: Sélection généalogique.....	55
Figure 25: Situation géographique de la wilaya de Sidi Bel Abbès.....	70
Figure 26: Les grands ensembles naturels de la wilaya de Sidi Bel Abbès(A.N.A.T, 1996).....	71
Figure 27 : La pluviométrie et la température de la wilaya de SBA 2018/2019.....	81
Figure 28 : variable de hauteur de plante.....	85
Figure 29: Variable de nombre de grain par épi.....	87
Figure 30 : Histogramme du classement des lignées significativement supérieures durant les deux campagnes (2011-2012) et (2018-2019).....	88
Figure 31: Variable du poids de mille grains (PMG).....	90
Figure 32: Variable rendement biologique.....	91

LISTE DES ABRÉVIATIONS

AG : Acides Gras

C° : Degré Celsius

Cm : centimètre

CV : Coefficient de Variation

DSA : Direction des Services Agricoles

EBDB : Europeu Barley Database

FAO : Food and Agriculture Organisation of the United Nations

G : Gramme

H : l'Héritabilité

Ha : Hectare

ICARDA : International Centre of Agronomic Research in Dry Area

INRAA : Institut National de la Recherche Agronomique, Algérie

ITGC : Institut Technique des Grandes Cultures

J-C : Jesus Christ

Kcal : Kilo Calorie

Kg : kilogramme

LS : Large Scale

M² : Mètre Carré

Mg : Mille Gramme

Mm : Millimètre

MS : Matière Sèche

Mt : Millions de Tonnes

PH : Potentiel de l'Hydrogène

PMG : Poids de Mille Grains

Q : Quintaux

SBA : Sidi Bel Abbas

UE : Union Européen

USDA : United States Département of Agriculture

VE : Variance due à l'Environnement

VG : Variance Génétique

VGE : Variance due à l'interaction entre le génotype et l'environnement

% : Pourcentage.

Table des matières

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

INTRODUCTION.....1

PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : Généralité sur l'orge

1. Origine et aire de culture.....	3
2. Classification botanique de l'orge.....	5
3. Taxonomie.....	6
4. Description de la plante.....	9
4.1. L'appareil végétatif.....	9
4.1.1. Le système racinaire.....	9
4.1.2. Le système aérien.....	9
4.1.2.1. La tige.....	9
4.1.2.2. Les feuilles.....	9
4.2. L'appareil reproducteur.....	10
4.2.1. Le grain.....	10
4.2.1.1. Structure histologique du grain d'orge.....	10
4.2.1.2. Morphologie du grain d'orge.....	11
4.2.1.3. Caractéristiques histologiques du grain d'orge.....	12
5. Les constituants biochimiques de l'orge.....	14
5.1. Les glucides.....	15
5.1.1. L'amidon.....	15
5.2. Les fibres alimentaires.....	15
5.3. Les lipides.....	15

5.4. Les protéines.....	16
5.5. Les minéraux.....	17
5.6. Les composés phénoliques.....	18
5.7. Les Vitamines.....	18
5.8. Les enzymes.....	19
6. Cycle de développement.....	19
6.1. Germination – levée.....	20
6.2. Epiaison.....	20
6.3. Formation des grains – maturation.....	21
7. Les exigences de la culture d’orge.....	21
7.1. Température.....	21
7.1.1. Les hautes températures.....	21
7.1.2. Le froid.....	22
7.2. Eau.....	23
7.3. Sol.....	23
8. Importance et utilisation de l’orge.....	23
9. Constat sur la situation de l’orge	25
9.1. La production mondiale de céréales.....	25
9.1.1. La production mondiale d’orge.....	27
9.2. La production nationale de céréales.....	29
9.3. La consommation céréalière en Algérie.....	32
9.4. Les importations de céréales.....	33
9.5. La production dans la Wilaya de Sidi Bel Abbas.....	36
10. Ressources génétiques de l’orge dans le monde.....	38
11. Quelques données sur la situation des ressources génétiques des orges cultivées en Algérie.....	39
12. Principales variétés d’orge cultivées en Algérie.....	41

13. Les aires de production.....	42
----------------------------------	----

Chapitre II : Formation du rendement chez l'orge

1. Physiologie du rendement.....	44
2. Les composantes du rendement	44
2.1. Le nombre d'épi/m ²	45
2.2. Le nombre de grain / épi	45
2.3. Le poids de 1000 grains.....	45
2.4. Le rendement théorique.....	46
3. Les paramètres morphologiques.....	46
3.1. La longueur de la plante.....	46
3.2. Largeur, Longueur d'épi avec ou sans barbes.....	47
3.3. Longueur des barbes.....	47
3.4. Hauteur de la tige.....	47

Chapitre III : Sélection et amélioration variétale

1. La sélection et l'amélioration variétale.....	49
2. Qu'est-ce que la sélection et la création variétales.....	49
2.1. Définition de la sélection.....	49
2.2. Historique de la sélection.....	49
2.3. La création variétale.....	51
2.4. Objectifs de la création variétale.....	51
2.4. La sélection est une activité pluridisciplinaire.....	51
3. Les principes de la sélection des lignées.....	53
4. Les méthodes de sélection.....	53
4.1. La sélection massale.....	54
4.2. La sélection généalogique ou pédigrée.....	54
4.3. La sélection bulk.....	55

4.4. Sélection par méthode SSD (Single Seed Décent).....	56
4.5. Sélection conservatrice.....	56
4.6. La méthode adoptée.....	56

Chapitre IV: Variation et hérabilité

1. La variation.....	58
1.1. Les variations.....	58
1.2. La variabilité.....	59
1.3. Les différents types de variations.....	59
1.3.1. La variation continue.....	59
1.4. L'origine de la variabilité.....	60
1.4.1. La variabilité d'origine non héréditaire.....	61
1.4.2. La variabilité d'origine héréditaire.....	61
1.4.3. Mutation.....	62
1.4.4. La polyploïdie.....	62
1.4.5. Ségrégations et Recombinaisons.....	63
1.4.6. Hybridation, Introgression.....	63
1.4.7. Système de Reproduction des Végétaux: (Allogamie, Autogamie, Apomixie).....	64
2. L'hérabilité.....	64
2.1. L'hérabilité au sens large.....	65
2.2. L'hérabilité au sens restreint.....	65
2.3. Les méthodes de calcul de l'hérabilité.....	65
2.3.1. La méthode de la régression.....	66
2.3.2. Les méthodes de l'analyse des composantes de la variance génétique.....	66
2.3.3. La méthode de l'hérabilité réalisée.....	67
2.4. L'hérabilité et le progrès génétique réalisé ou attendu.....	68
2.5. La signification du coefficient de l'hérabilité.....	68

Chapitre V: Présentation de la zone d'étude

1. Présentation générale de la wilaya de Sidi Bel Abbès.....	70
1.1. Présentation géographique.....	70
1.2. Présentation climatique.....	72
1.2.1. La température.....	72
1.2.2. Les précipitations.....	72
1.2.3. Les vents.....	73
1.2.4. Les gelées.....	74
1.2.5. L'humidité relative de l'air.....	74
1.2.6. L'évaporation.....	74
1.3. Géologie.....	74
1.4. Pédologie.....	75
1.4.1. La classe des sols peu évolués.....	75
1.4.2. La classe des sols calcimagnésique.....	75
1.4.3. La classe des sols à sesquioxyde de fer.....	75
1.5. Hydrologie.....	75
1.6. Agriculture.....	75

DEUXIEME PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE

Chapitre I: Matériels et méthodes

1. Site de l'étude	79
2. Ses coordonnées géographiques.....	79
3. Caractérisation de la région.....	79
4. Le climat.....	79
5. Matériel végétale utilisées.....	80
6. Mise en place de l'essai.....	81
6.1. Type de sol.....	81
6.2. Préparation de la parcelle.....	81

6.3. Le semis.....	81
7. Dispositif de l'essai.....	82
8. Observation et mesure.....	82
8.1. Caractères morphologique.....	82
8.2. Composant du rendement.....	83

Chapitre II : Résultats et discussions

1. Les paramètres morphologiques.....	86
1.1. Hauteur de plante.....	86
2. Les paramètres du rendement.....	87
2.1. Nombre de grain par épi.....	87
2.2. Poids de mille grains.....	90
2.3. Le rendement.....	92
3. Discussions.....	93

Conclusion générale.....	96
---------------------------------	-----------

Références bibliographiques.

Résumé

Nous avons fait un travail comparatif entre deux campagnes précédentes ; pour la campagne (2011/2012) une étude a été réalisée sur le comportement de huit lignées d'orge dans la région de Sidi Bel Abbés et pour la campagne (2018/2019), huit croisements d'orge ont été réalisés afin de combiner le caractère de tolérance de la variété Saida aux adversités climatiques de la région et le caractère de production à partir de lignées potentielles testées précédemment dans la région.

Les résultats obtenus et analysés montrent que sur le rendement de cinq lignées ont exprimées un potentiel intéressant concernant les lignées (LS20, LS09, LS16, LS05 et LS18) avec un rendement allant de 72,04 à 130 quintaux par hectare. Sur le plan de sélection de caractères on relève que trois lignées (LS20, LS09 et LS16) sont significativement supérieures au témoin sur les caractères testés au cours de cette étude. De ces caractères testés nous avons relevé aussi que pour le paramètre hauteur de la plante et le poids de mille grains aucune lignée n'a pu être héritée et aucune lignée n'a dépassée significativement le témoin Saida.

Malgré les conditions difficiles de sécheresse de la région de Sidi Bel Abbés vécue au cours de ces campagnes précédentes ; les résultats obtenus sont très probants mais cela nécessite encore une autre période d'essai afin de confirmer ou infirmer certaine signification.

Mots clés : Orge-Lignées-Rendement-Sidi Bel Abbés

Abstract

We did a comparative work between two previous campaigns; for the companion (2011/2012) was carried out a behaviour study of eight barley lines in the region of Sidi Bel Abbés. For the companion (2018/2019) 08 barley crosses were made to combine the tolerance character of the Saida variety with the climatic adversities of the region and the production character from potential lines previously tested in the region.

The results obtained and analyzed show that on the yield plan 05 lines expressed an interesting yield potential which are the lines (LS20, LS09, LS16, LS05 and LS18) with a yield of 130 to 72.04 quintals per hectare. In terms of character selection, 03 lines (LS20, LS09 and LS16) were found to be significantly higher than the control on the characters tested in this study. Of these characters tested, only the height of the plant and the weight of a thousand grains could not be inherited and no lines significantly exceeded the Saida control.

Despite the difficult conditions of drought in the region of Sidi Bel Abbés lived during these previous companions; the results obtained are very convincing but it still requires another trial period in order to confirm or deny some significance.

Keywords: Barley-Lines-Yield-Sidi Bel Abbés.

ملخص:

نظرا للظروف التي تعرضت لها الجزائر بسبب وباء كورونا، اضطررنا الى تغيير العمل الذي كنا بصدد انجازه و اتجهنا نحو عمل مقارنة بين موسمين سابقين.

بالنسبة للموسم (2012/2011) تم إجراء دراسة لسلوك ثمانية سلالات من الشعير في منطقة سيدي بلعباس والموسم (2019/2018) تم إجراء 08 تهاجين من الشعير من أجل دمج طابع التحمل مع صنف سعيدة مع الظروف المناخية للمنطقة وطابع الإنتاج من السلالات المحتملة التي تم اختبارها سابقاً في المنطقة .

توضح النتائج التي تم الحصول عليها وتحليلها أنه من حيث البحث عن المردود، عبرت 05 سلالات عن مردود محتمل مثير للاهتمام وهي السلالات (LS20, LS09, LS16, LS05 et LS18) مع مردود يتراوح بين 130 إلى 72.04 قنطاراً لكل هكتار.

فيما يتعلق باختيار السلالات نلاحظ 03 من السلالات متفوقة بشكل كبير عن الشاهد المحلي من اصل الصفات التي تم اختيارها خلال الدراسات السابقة . من هذه الصفات التي تم اختبارها ذكرت ايضا انه بالنسبة لصفة ارتفاع النبات ووزن الف حبة لا يمكن وراثته النسب و لا توجد سلالات تفوق بشكل كبير على سيطرة الشاهد المحلي سعيدة .

بالرغم من ظروف الجفاف الصعبة التي شهدتها منطقة سيدي بلعباس خلال هذه التجارب السابقة ؛ الا ان النتائج التي تم الحصول عليها في الموسمين السابقين مقنعة للغاية ولكنها لا تزال تتطلب فترة تجريبية أخرى لتأكيد أو ابطال نتائجها.

كلمات مفتاحية : الشعير , السلالات , المردود , سيدي بلعباس.

INTRODUCTION

Introduction :

Les céréales qui sont les premières plantes cultivées à être domestiquées, constituent l'alimentation de base d'une grande partie de la population du globe, elles représentent dans les pays pauvres environ 75% des calories nécessaires par personnes (Saulnier .L, 2012).

Au niveau mondial, les céréales occupent une superficie de 148.6 millions d'hectares et donnent une production de 2050,90 millions de tonnes par ans (Statista, 2017).

En Algérie, les céréales sont cultivées dans pratiquement toutes les régions des hauts palataux situées dans les zones semi-arides et sub-humides, et des grandes plaines intérieures littorales et sub-littorales. Plus des deux tiers des superficies agricoles se trouvent localisées sur les hautes plaines. Les rendements obtenus sont souvent faibles à cause du climat capricieux qui caractérise le pays (Chehat .F, 2007).

En effet, la sécheresse de l'automne, la rigueur de l'hiver, les gelées printanières tardives et les fortes chaleurs de fin de cycle font que les rendements des céréales sont irréguliers et souvent faibles (Panaud .O, 2009).

L'orge qui est l'une des céréales les plus anciennement cultivées occupe la quatrième place après le blé, le riz et le maïs (Rosemary .K *et al.*, 2008). L'insuffisance et les fluctuations des rendements de cette culture font que l'Algérie importe chaque année des quantités non négligeables d'orge, Cette situation est due à plusieurs facteurs comme les pratiques culturales, les aléas climatiques et l'utilisation de variétés anciennes pourraient expliquer la faiblesse des rendements (Chehat .F, 2007).

La variabilité des réponses d'un cultivar à la variation environnementale est la résultante des variations enregistrées au niveau des composantes de rendement, ainsi la durée des phases de développement joue un rôle important sur la capacité d'adaptation et la réalisation des rendements élevés (Federico .M *et al.*, 2014).

La tentative d'introduire des variétés à haut rendement en vue d'une amélioration de la production céréalière et notamment celle de l'orge est un enjeu important.

A cet effet, la variété algérienne Saida qui a été choisie à cause de ses bonnes caractéristiques et son rendement élevé, a été cultivée dans un site expérimental, semi aride (Sidi Bel Abbès).

Cependant ce travail de mémoire porte sur trois parties :

- ✚ La première partie est une synthèse bibliographique qui divise en cinq chapitres :
 - Le premier chapitre est focalisé sur les notions de généralités sur l'orge.
 - Le deuxième chapitre se porte sur la formation du rendement chez l'orge.
 - Le troisième chapitre s'intéresse sur la sélection et amélioration variétale.
 - Le quatrième chapitre se porte sur la variation et l'héritabilité.
 - Le cinquième chapitre est une présentation de la zone d'étude.
- ✚ La seconde partie sera réservée aux matériels et la description des méthodes d'analyses utilisées ;
- ✚ La troisième partie a été consacrée à la présentation des résultats obtenus ainsi qu'à leur interprétation avec une conclusion.

PREMIERE PARTIE :
SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I:
Généralités sur l'Orge

1. Origine et aire de culture :

L'origine géographique de l'orge (*Hordeum vulgare*) remonte à plusieurs millénaires avant JC dans la région nommée le croissant fertile. Le territoire comprend, la Vallée du Jourdain et les zones adjacentes de Palestine, de la Jordanie et de l'Irak, jusqu'au l'Ouest de l'Iran (figures 1 et 2) (Feldman, 1976). La plus part des recherches archéologiques ont confirmé que les origines du blé et de l'orge se situent dans les zones du croissant fertile (Harlan, 1976 ; Badret al., 2000 ; Bonjean, 2001).

L'orge est une des premières céréales cultivées par les hommes 8000 ans avant J-C. L'orge servait à fabriquer des galettes et autres bouillies. En Egypte, la légende raconte que suite à l'inondation d'une récolte d'orge, les graines germées ont fermenté pour donner naissance à la découverte de la bière.

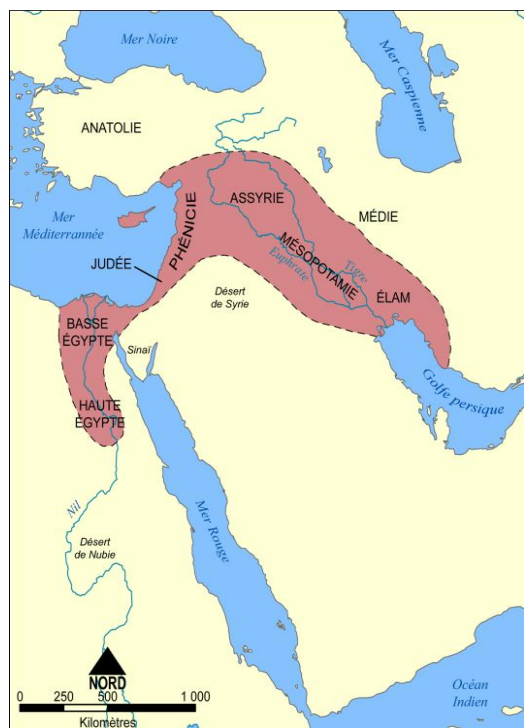


Figure 1: Le croissant fertile
(Web master 1)



Figure 2: Les pays de croissant fertile
(Web master 2)

C'est par la Grèce que l'orge va faire son apparition en Europe. Rapidement, il va conquérir l'ensemble du continent par l'Italie, l'Espagne, la France puis l'Allemagne. A l'époque Gauloise, l'orge est déjà connu en France pour alimenter le bétail, faire du pain, mais aussi pour fabriquer la cervoise.

Malgré la concurrence du blé, la culture d'orge va s'étendre dans le monde pour l'alimentation du bétail et surtout pour la fabrication du malt, nécessaire à la préparation de boissons telles que la bière.

Par ailleurs, Harlan et Zohary (1966) ont considéré le croissant fertile comme centre unique de l'origine de l'orge sauvage (*Hordeum spontaneum*) et parent héréditaire de l'orge cultivée à deux et à six rangs, qui a diffusé vers les maquis méditerranéens (Figure 3).

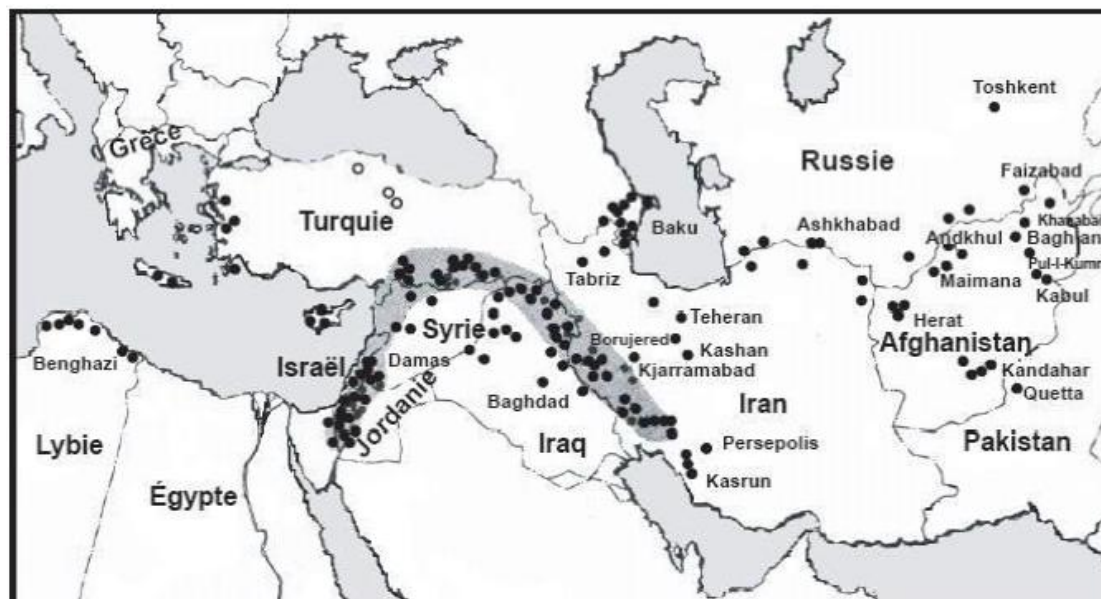


Figure 3: Distribution de l'orge sauvage (*Hordeum spontaneum*) (Harlan et Zohary, 1996).

L'orge cultivée (*Hordeum vulgare* L.), considérée comme étant le reste des plus anciens des orges, est généralement une plante diploïde ($2n=2x=14$) et nettement autogame. Elle est l'une des espèces dont les origines remontent à celles de l'agriculture elle-même. L'orge à 2 rangs a été découverte dans le croissant fertile, au Moyen Orient (Figure 3). C'est à partir de cette zone que les blés ont été diffusés vers l'Afrique, l'Asie et l'Europe. La route la plus ancienne de diffusion des céréales vers les pays du Maghreb fut à partir de la péninsule italienne et de la Sicile. Quant aux orges, ils ont atteint les pays du Maghreb depuis le croissant fertile en passant par l'Égypte (Bonjean, 2001).

L'orge est issue des formes sauvages de l'espèce *Hordeum spontaneum* que l'on trouve encore aujourd'hui au Moyen Orient.

Des formes tétraploïdes ($2n = 4x = 28$) peuvent apparaître spontanément, ou par traitement au laboratoire, mais elle ne présente guère d'intérêt agronomique. L'orge a été domestiquée dans le Croissant Fertile (Zohary, 1999).

Rasmusson (1987), note que le genre *Hordeum* comprend des espèces diploïdes ($2n=14$) dont les biotypes cultivés comme *Hordeum Vulgare*, *Hordeum Distichum*, *Hordeum intermedium*, et sauvage comme *Hordeum spontaneum*, *Hordeum agriocrithon* et *Hordeum pusillum*.

L'espèce tétraploïde ($2n=28$) est constituée uniquement des biotypes sauvages comme *Hordeum murinum*, *Hordeum bulbosum*, *Hordeum jubatum* et *Hordeum nodosum*.

2. Classification botanique de l'orge :

Les premières classifications botaniques à partir des ancêtres sauvages, furent renforcées par les premiers travaux de cytogénétiques qui aboutirent à la détermination du nombre de chromosomes des différentes espèces.

Hordeum spontaneum L ; orge sauvage diploïde à deux rangs ($2n=14$), répandue depuis la Grèce et la Lybie jusqu'au Nord-Est de l'Inde est reconnue comme la forme ancestrale de l'orge cultivée (*Hordeum vulgare* L.) (Nevo, 1992 ; Zohary et Hopf, 1993 ; Jestin, 1996). *Hordeum spontaneum* L. n'est représentée que par des formes d'épis à deux rangs à rachis fragile (cassant), alors que les orges à six rangs ne sont apparues que plus tard suite à une mutation spontanée. L'orge appartient au genre *Hordeum* qui se divise en trois groupes d'espèces :

- Le groupe diploïde à $2n=14$. Les espèces appartenant à ce groupe sont : les formes sauvages (*Hordeum agriocrithon*, *H. spontaneum*, *H. murinum*, *H. californium*) et les formes cultivées (*Hordeum vulgare* L.). L'espèce la plus cultivée est *Hordeum vulgare* ;
- Le groupe tétraploïde à $2n=28$, représenté par des formes sauvages (*Hordeum jubatum* et *Hordeum bulbosum*) ;
- Le groupe hexaploïde à $2n=42$, représenté par des formes sauvages (*Hordeum nodosum* et *Hordeum arizonicum*).

3. Taxonomie :

D'après Chadefaud et Emberger (1960), Prats (1960) et 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 Graminée)
- **Sous/Famille** : Hordeoideae
- **Tribu** : Hordeae (Hordée)
- **Sous/Tribu** : Hordeine
- **Genre** : *Hordeum*
- **Espèce** : *Hordeum Vulgare*L

Liné (1755) cité par Grillo (1959), classe les orges selon le degré de fertilité des épillets et la compacité de l'épi en deux groupes :

- **le groupe des orges à six rangs** dont les épillets médians et latéraux sont fertiles et qui se subdivise selon le degré de compacité de l'épi en :
 - *Hordeum hexastichum* L. (escourgeon) a un épi compact composé sur chaque axe du rachis de 3 épillets fertiles.
 - *Hordeum tétrastichum* L. a un épi lâche composé sur chaque axe du rachis de 2 épillets fertiles.
- **le groupe des orges à 2 rangs** dont les épillets médians seuls sont fertiles. Ce sont :
 - *Hordeum distichum* L. a un épi aplati et lâche composé de deux rangées d'épillets fertiles, sur chaque axe du rachis, entouré de 4 épillets stériles. Les figure12 et 13 représentent les orges à six rangs et ceux à deux rangs (Soltner, 2005 ; Souillah, 2009).

Les figures suivantes représentent l'épillet d'orge à deux rangs et à six rangs ;

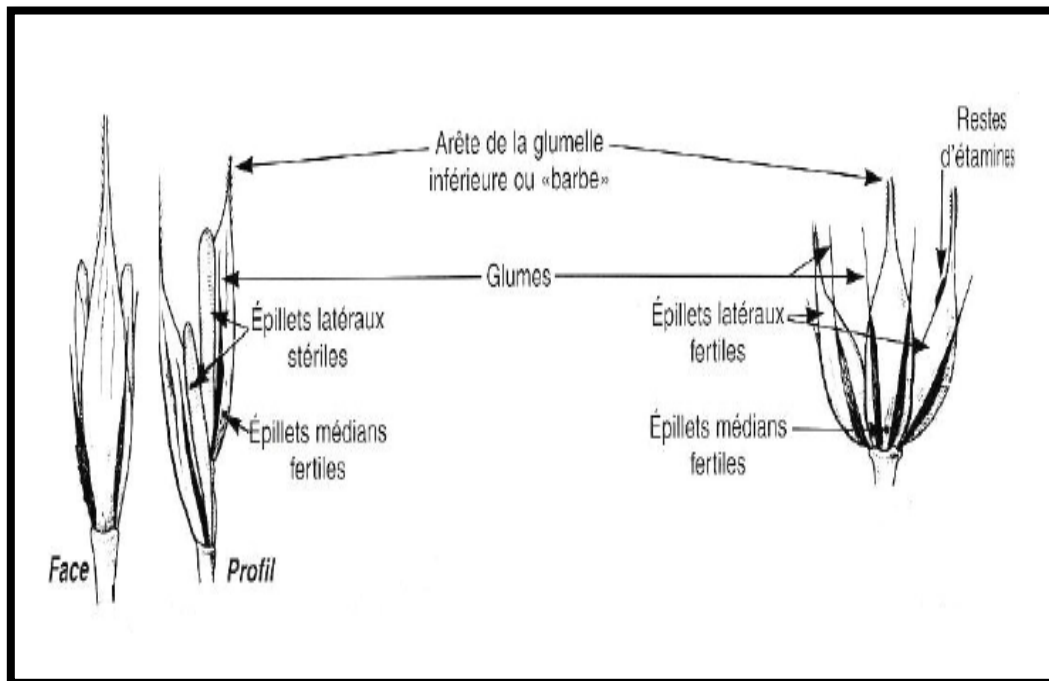


Figure 4: Epillet d'orge à deux rangs et d'orges à six rangs à droite (Soltner, 2005).



Figure 5: Epillet d'orge à six rangs à gauche et d'orge à deux rangs à droite (Souillah, 2009).

Erroux (1952) distingue au niveau de l'espèce *Hordeum vulgare* L les types *Pallidum*, dont l'épi est de faible densité à section rectangulaire, ce sont les orges à quatre rangs et les types *Parallelumet Pyramidatum*, dont les épis sont plus denses à section hexagonale dites orges à six rangs.

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

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

L'orge peut être classé en quatre (04) catégories dénommées A, B, C, D selon le type de grain (Tableau 1). Ces catégories sont établies à partir de 2 caractéristiques du grain :

- La denticulation des nervures dorsales et la glumelle inférieure,
- La longueur des poils de la baguette (Moule, 1980).

Le tableau ci-dessous nous montre le caractère de Neergaard pour le classement des variétés d'orge.

Tableau 1: Caractère de Neergaard pour le classement des variétés d'orge
(Moule, 1980).

	Glumelle inférieure	Baguette	
Nervures latérales et dorsales de la glumelle inférieure	Sans épine	A	C
	Avec épine	B	D

4. Description de la plante :

4.1. L'appareil végétatif :

Les graminées sont des plantes herbacées de petite taille, la plante se développe en produisant un certain nombre d'unités : les talles.

4.1.1. Le système racinaire :

Il est composé de deux systèmes racinaires successifs :

- Un système séminal, fonctionnel seul de la levée au début du tallage. Les racines de ce système sont au nombre de six, rarement sept (Benlaribi *et al.* 1990, Hazmoune, 2006).
- Un système adventif ou coronal, apparaissant au moment où la plante émet ses talles. Ce système se substitue progressivement au précédent durant l'avancement du cycle biologique des céréales à paille. Il est de type fasciculé. Bien que moins puissant (Soltner, 2005).

4.1.2. Le système aérien :

4.1.2.1. La tige :

Sur la partie aérienne des céréales, on distingue une tige principale « **le maître brin** » et des tiges secondaires « *les talles* » qui naissent à la base de la plante (Boulal *et al.* 2007).

Quant aux entre-nœuds selon Belaid (1996), ils sont creux chez les blés tendres, l'orge et l'avoine, et pleines chez les blés durs.

L'orge est caractérisée par un fort tallage supérieur à celui du blé et un chaume plus faible, susceptible à la verse par rapport que celui du blé (Camille, 1980).

4.1.2.2. Les feuilles :

Sont à nervures parallèles et formées de deux parties : la partie inférieure entourant la jeune pousse ou la tige : c'est la gaine, la partie supérieure en forme de lame : c'est le limbe qui possède à sa base deux prolongements arqués glabre, embrassant plus ou moins complètement la tige : les oreillettes ou stipules. A la soudure du limbe et de la gaine se trouve une membrane non vasculaire entourant, en partie, le chaume : la ligule qui est bien développée (Belaid, 1996 et Camille, 1980).

4.2. L'appareil reproducteur :

L'orge est autogame. Son inflorescence est un épi composé d'unités morphologiques de base : les épillets « groupes de fleurs » enveloppées de leurs glumelles et incluses dans deux bractées ; les glumes (Belaid, 1996).

La figure suivante représente l'orge commune (*Hordeum vulgare* L.) ;

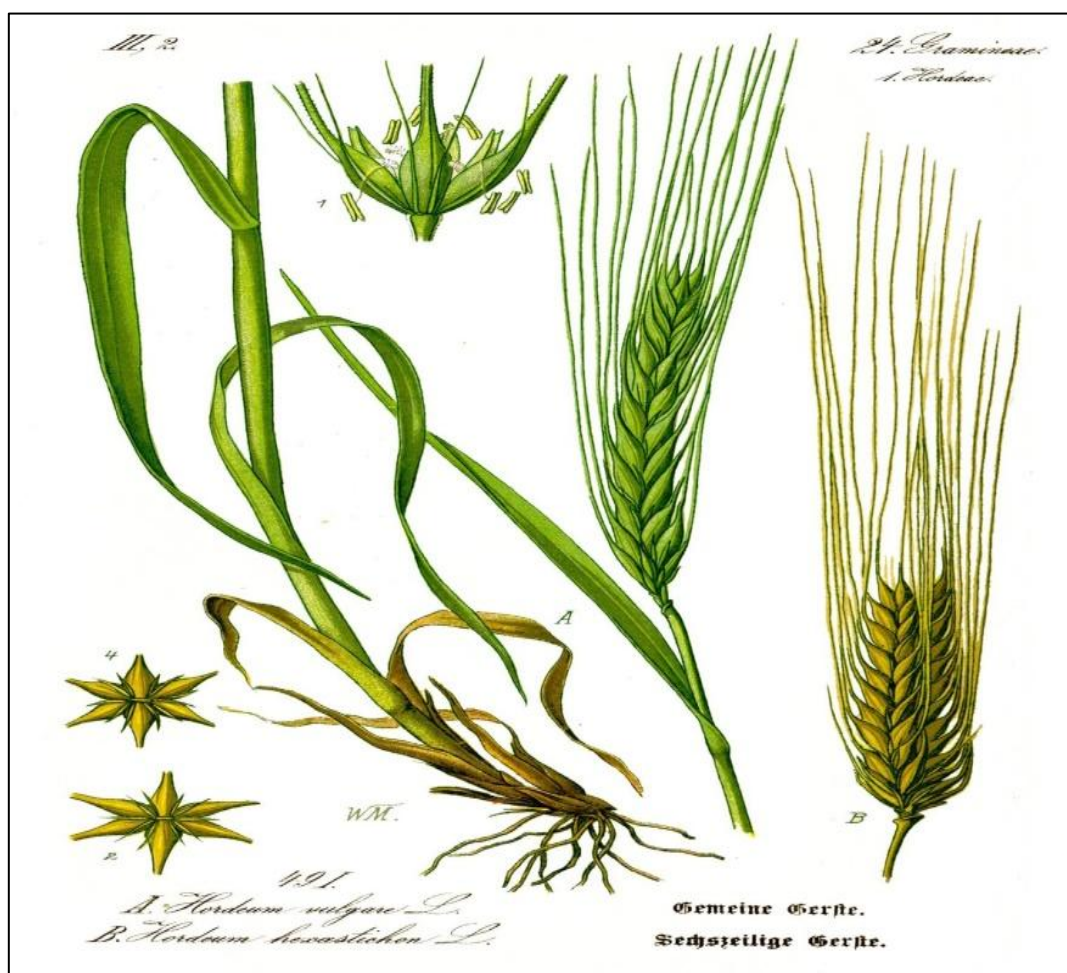


Figure 6: orge commune (*Hordeum vulgare* L.) (Anonyme, 2009).

4.2.1. Le grain :

4.2.1.1. Structure histologique du grain d'orge :

Le grain d'orge est un fruit sec indéhiscent (caryopse) de section arrondie ou ovale, de taille et de poids variable selon les espèces et les variétés (tableau 2 et 3) (Godon, 1991). Une des particularités intéressantes de l'orge est d'être un grain vêtu. Les glumelles adhèrent au grain et ne s'en séparent pas au battage.

Les tableaux ci-dessous nous montrent la taille et la masse des grains des céréales en millimètres et milligrammes.

Tableau 2: la taille des grains des céréales en millimètres (Godon, 1991).

Espèces	Longueur			Largeur			Epaisseur		
	Min	Moy	Max	Min	Moy	Max	Min	Moy	Max
Avoine	10,0	14,0	18,0	2,5	3,0	3,5	2,0	2,4	2,8
Blé	5,0	6,5	8,5	1,6	2,9	4,7	1,5	2,3	3,5
Mais	6,0	11,5	17,5	5,0	8,0	11,0	2,7	5,0	8,0
Orge	8,0	10,0	12,0	2,7	4,1	5,0	1,8	3,5	4,5
Seigle	5,0	7,5	10,0	1,5	2,2	3,5	1,5	2,5	3,0
Triticale	5,0	7,0	9,5	1,5	2,0	4,0	1,5	2,5	3,5

Tableau 3: Masse des grains des céréales en milligrammes (Godon, 1991).

Espèces		Minimum	Moyenne	Maximum
Avoine		19	30	42
Blé		15	45	70
Mais	Gros grain	163	273	382
	Moyen grain	66	104	143
	Petit grain	43	67	90
Orge		25	40	52
Seigle		13	30	50
Triticale		14	40	65

4.2.1.2. 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 (Figure 07). 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).

La figure suivante représente la vue ventrale et dorsale du grain d'orge ;

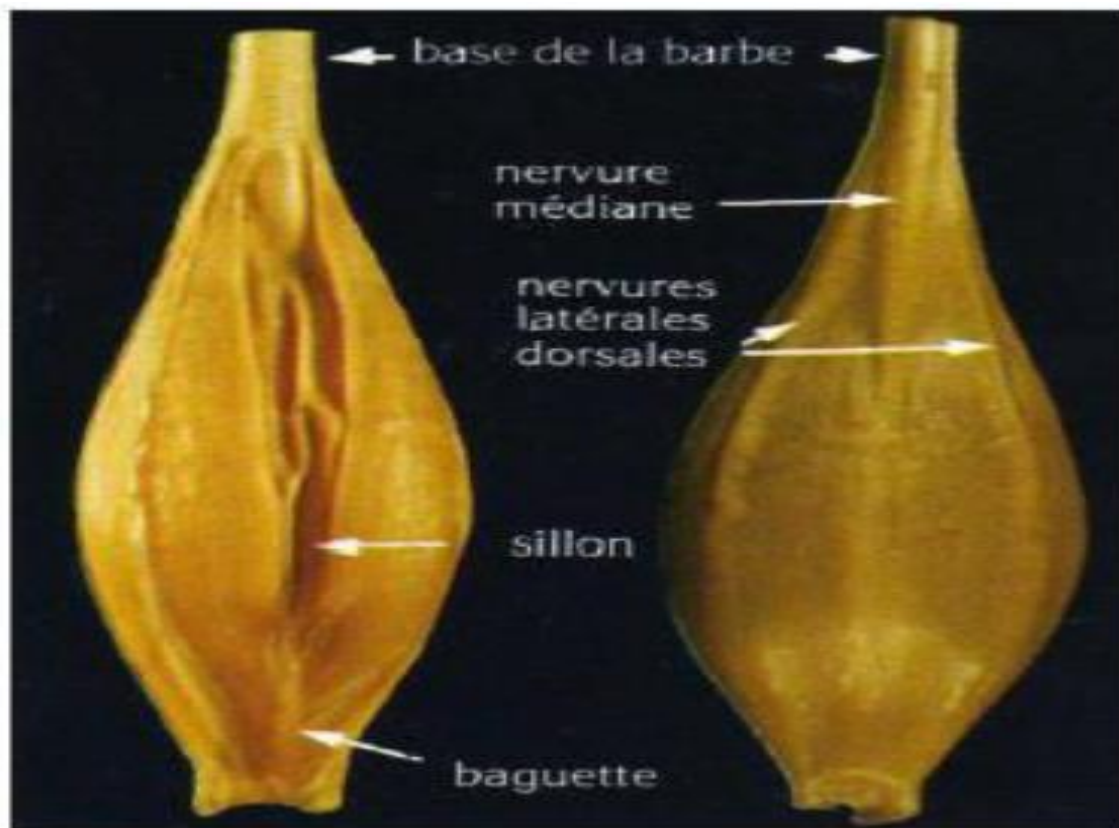


Figure 7: Vue ventrale et dorsale du grain d'orge (Souillah, 2009).

4.2.1.3. Caractéristiques histologiques du grain d'orge :

L'anatomie exacte d'un grain d'orge est très complexe. Le grain d'orge est une matière complexe contenant une plantule complète (embryon), une réserve de matière nutritives (l'endosperme), une couche périphérique de cellules capables de former des enzymes hydrolytiques (la couche aleurone), une membrane semi-perméable (le péricarpe-testa) et une paroi extérieure pailleuse (Hariri, 2003). Les figures 08 et 09 représentent les coupes longitudinale et transversale d'un grain qui permettent de distinguer trois parties essentielles (embryon ou germe, l'endosperme et les enveloppes). Chaque partie du grain d'orge se caractérise par une composition biochimique particulière.

Les figures ci-dessous nous montrent les coupes longitudinale et transversale d'un grain d'orge ;

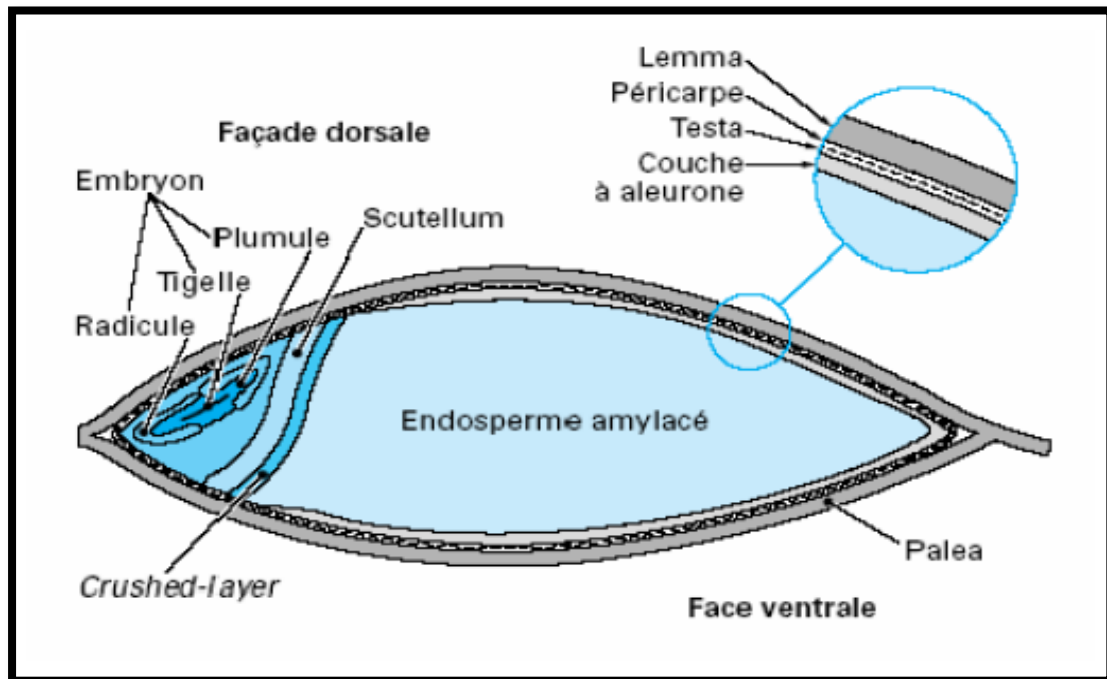


Figure 8 : Coupe longitudinale d'un grain d'orge (Société Malteurop, 2000).

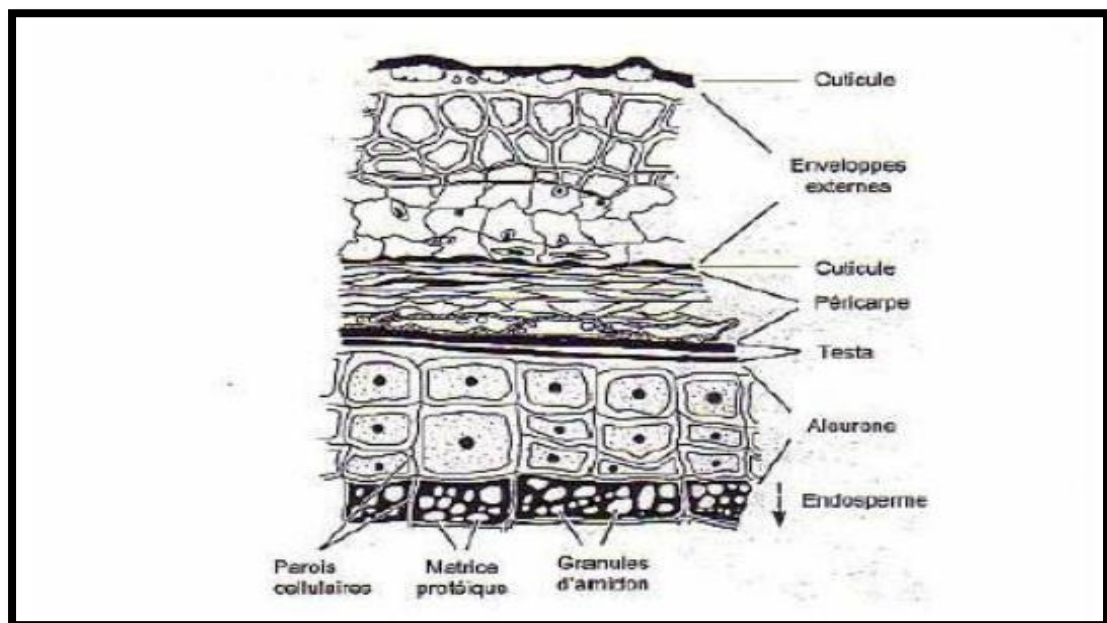


Figure 9 : Coupe transversale des enveloppes, de la couche à aleurone et de l'endosperme amylicé d'un grain d'orge (Guiga, 2006).

5. Les constituants biochimiques 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 (figure 09).

Les diverses familles de constituants biochimiques d'un grain d'orge sont représentées dans le tableau 4.

Tableau 4: Constituants biochimiques de l'orge en % de matière sèche
(Allosio-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

5.1. Les glucides :

Dans le grain d'orge, les glucides se présentent sous forme de :

- Sucres simples comme le glucose et le fructose qui se trouvent en faibles quantités (<0.2%) (Jilal, 2011) ;
- Saccharose et de raffinose au niveau de l'embryon (Hariri, 2003) ;
- Polysaccharides dont l'amidon et les fibres alimentaires.

5.1.1. L'amidon :

C'est le constituant majeur des glucides de l'orge et représente par conséquent la source principale d'énergie. Il représente 60-65% du poids sec d'un grain d'orge et se localise principalement dans l'endosperme.

Les propriétés physico-chimiques de l'amidon dépendent de la proportion, la composition et la structure des molécules de l'amylose et de l'amylopectine (Van Hung et al ; 2006 ; Henry, 1988).

5.2. Les fibres alimentaires :

Les céréales constituent la première source de fibres dans l'alimentation. Le taux des fibres peut atteindre jusqu'à 17% de grains d'orge complet (Fichier canadien sur les éléments nutritifs, 2010). On y trouve :

- Les fibres insolubles comme l'hémicellulose, la lignine et la cellulose. Cette dernière est concentrée dans les glumelles, le péricarpe et la couche d'aleurone. Elle représente 4 à 5 % du poids sec du grain d'orge ;
- Les fibres solubles comme le β -Glucane, constituant principale des parois cellulaires se trouvant dans l'endosperme et la couche d'aleurone. Il représente 5 à 11% du poids sec du grain d'orge. (Sullivan, 2010).

5.3. Les lipides :

Les lipides représentent une faible proportion du grain, généralement 2 à 3%. Ces lipides se répartissent en :

- Les lipides apolaires (lipides de réserve du grain) : mono, di et triglycérides, et des acides gras libres essentiellement localisés en petites quantités au niveau de l'embryon de l'endosperme, de la couche à aleurone et du péricarpe (Hariri, 2003 ; Saulnier, 2012) ;

- Les lipides polaires (lipides de structure du grain) : phospholipides et glycolipides essentiellement (Saulnier, 2012). Certains sont libres, mais la majorité est associée aux protéines et à l'amylose (Koehler et Wieser, 2013). Les granules d'amidon contenant des quantités plus petites de lipides polaires seront plus faciles à dégrader par les enzymes (Hariri, 2003).

Les lipides sont riches en acides gras insaturés comme le montre leur composition figurant dans le tableau 05 (Berger, 1984).

Tableau 5: Composition en acides gras (AG) des lipides des grains de céréales en Pourcentage du total des AG, (Berger, 1984).

Espèces	Acide palmitique C16 (saturé)	Acide oléique C18 : (insaturé à 1 double liaison)	Acide linoléique C18 :: (insaturé à 2 doubles liaisons)	Acide linoléique C18 ::: (insaturé à 3 doubles liaisons)
Avoine	17	37	41	5
Blé	18	15	63	4
Mais	12	26	60	2
Orge	25	8	51	6
Seigle	21	7	64	8

5.4. Les protéines :

La teneur en protéines des grains d'orge est de l'ordre de 10 à 17% (Czuchajowska et al, 1998 ; Izydorczyk, et al, 2000), avec des variations assez importantes en fonction des particularités génétiques, des variétés et des conditions de culture.

La répartition des protéines dans le grain de céréales n'est pas uniforme : la couche à aleurones comporte 30 à 35 % de protéines, le germe 35 à 40 % mais le péricarpe et l'albumen amylicé contiennent respectivement 6 à 7 % et 6 à 9 % (Popineau, 1985). Globalement et compte tenu de l'importance pondérale relative des différentes parties du grain, 87% des protéines se trouvent dans l'albumen et la couche à aleurone.

Selon Courvoisier (1984) les protéines solubles sont essentiellement synthétisées et accumulées au niveau de la couche à aleurone pauvre en protéines insolubles et en grain d'amidon.

Les protéines de réserve sont accumulées à l'intérieur des membranes endoplasmiques granuleux dès leur synthèse.

5.5. Les minéraux :

Le grain d'orge est une véritable source de minéraux comme le Potassium, le Phosphore, le Magnésium, le Calcium et spécialement le Sélénium. Ces minéraux des grains peuvent contribuer significativement à l'apport dans la ration alimentaire (Saulnier, 2012).

Le tableau 06 représente la composition moyenne en mg des minéraux existant dans 100 gr de grains d'orge complet (Fichier canadien sur les éléments nutritifs, 2010).

Tableau 6: Composition en mg des minéraux existant dans 100gr de grains d'orge complet et l'orge (Fichier canadien sur les éléments nutritifs, 2010 ; Saulnier, 2012).

Minéraux	Valeurs estimées (Orge)	Valeurs estimées (Blé)
Calcium, Ca	33	29
Fer, Fe	3.60	3,19
Magnésium, Mg	133	126
Phosphore, P	264	288
Potassium, K	452	363
Sodium, Na	12	2
Zinc, Zn	2.77	2,65
Cuivre, Cu	0.498	0,43
Manganèse, Mn	1.943	3,98
Sélénium, Se	0,066	0,043

D'après le tableau 06 on remarque que l'orge est caractérisée par sa richesse en minéraux par rapport au blé. La matière minérale de l'orge est dispersée dans toutes les parties structurales du grain. Les plus grandes concentrations sont localisées dans l'embryon, le péricarpe et la couche d'aleurone.

5.6. Les composés phénoliques :

L'orge contient plusieurs composés phénoliques, un autre type d'antioxydants. Parmi ces divers composés, les flavanols (appartenant à la famille des flavonoïdes) seraient ceux qui se trouvent en plus grande proportion dans les grains d'orge, pouvant atteindre une quantité totale d'environ 255 µg/g selon la variété du grain (Goupy et al, 1999).

5.7. Les Vitamines :

Les vitamines sont des substances nécessaires pour l'organisme que l'homme ne peut synthétiser en quantité suffisantes. Elles doivent être fournies par l'alimentation.

Le grain d'orge est très riche en vitamines notamment les vitamines B1, B2, B3, B5, B6, B9 et la vitamine E (Tocotriénols). En effet L'orge contient toutes les variantes différentes de la vitamine E, pour un total d'environ 75 mg/kg de poids sec.

Parmi ces divers composés, la plus grande proportion (environ 80 %) est constituée de Tocotriénols, des antioxydants qui pourraient être plus puissants que les tocophérols, une autre forme de vitamine E (Panfili et al, 2003).

Le tableau 07 représente la composition en mg des vitamines existant dans 100 Gr de grains d'orge complet.

Tableau 7: Composition des vitamines existant dans 100g de grains d'orge complet
(Fichier canadien sur les éléments nutritifs, 2010).

Vitamines	Unités	Valeurs estimées
Bêta-carotène (Provitamine A)	µg	13
Folacine (Vitamine B9)	µg	19
Niacine (Vitamine B3)	mg	4.604
Acide pantothénique (Vitamine B5)	mg	0.282
Riboflavine (Vitamine B2)	mg	0.285
Thiamine (Vitamine B1)	mg	0.646
Vitamine B6	mg	0.318
Vitamine K	µg	2.2
Tocophérol, alpha	mg	0.57

Les vitamines du grain d'orge sont concentrées dans l'embryon, La couche d'aleurone et dans l'endosperme (Koehler et Wieser, 2013).

Les vitamines B se localisent principalement dans l'embryon et la couche d'aleurone. Pour les Tocophérols, elles se trouvent exclusivement dans le tissu du germe.

5.8. Les enzymes :

Ce sont aussi des substances complexes présentes en quantité négligeable mais dont le rôle est très important. Ils sont responsables des transformations que subissent les autres substances (hydrolyse de l'amidon et des protéines, destruction des sucres simples et des acides aminés).

Dans le grain d'orge, les enzymes se localisent dans le germe et la couche à aleurone ou elles sont synthétisées pour la plus part au cours de la germination du grain.

6. Cycle de développement :

Semée en hiver ou au printemps, l'orge est moissonnée au début de l'été. Son cycle de croissance est proche de celui du blé. Sa hauteur varie de 70 à 120 cm et ses épis sont constitués de deux ou six rangs d'épillets. La figure suivante représente le cycle d'orge d'hiver.

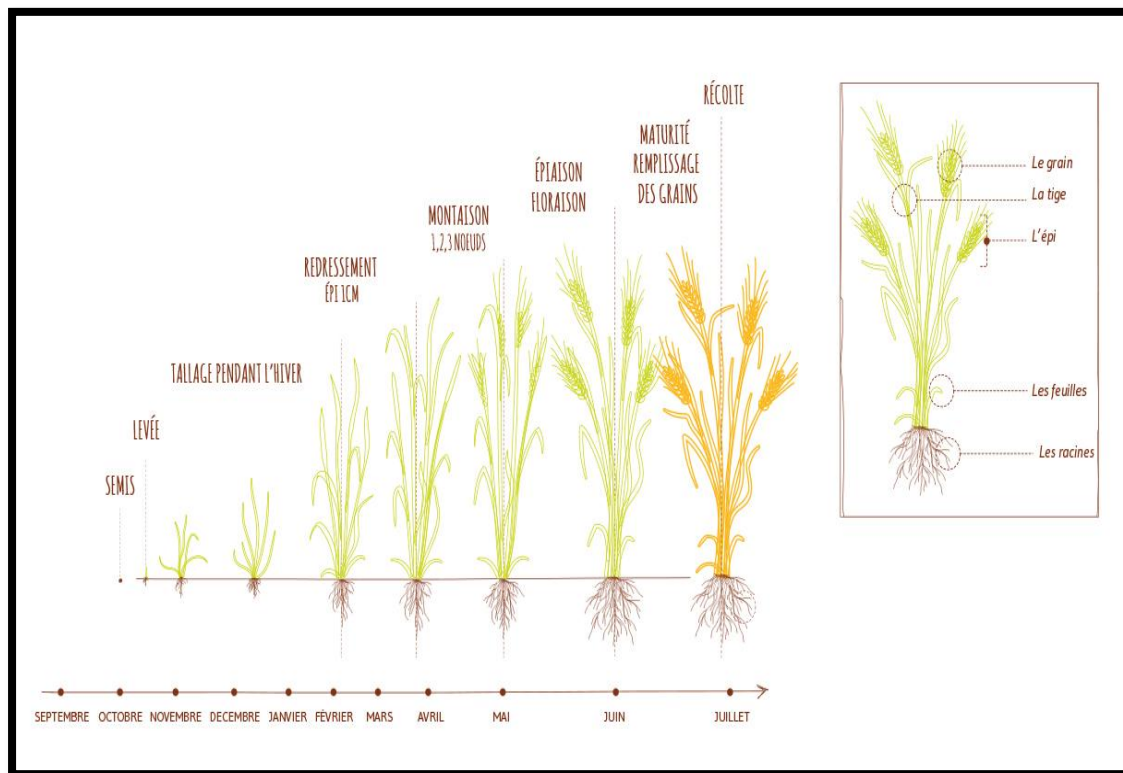


Figure 10: Cycle d'orge d'hiver (Web master 3).

La figure suivante représente le cycle d'orge de printemps ;

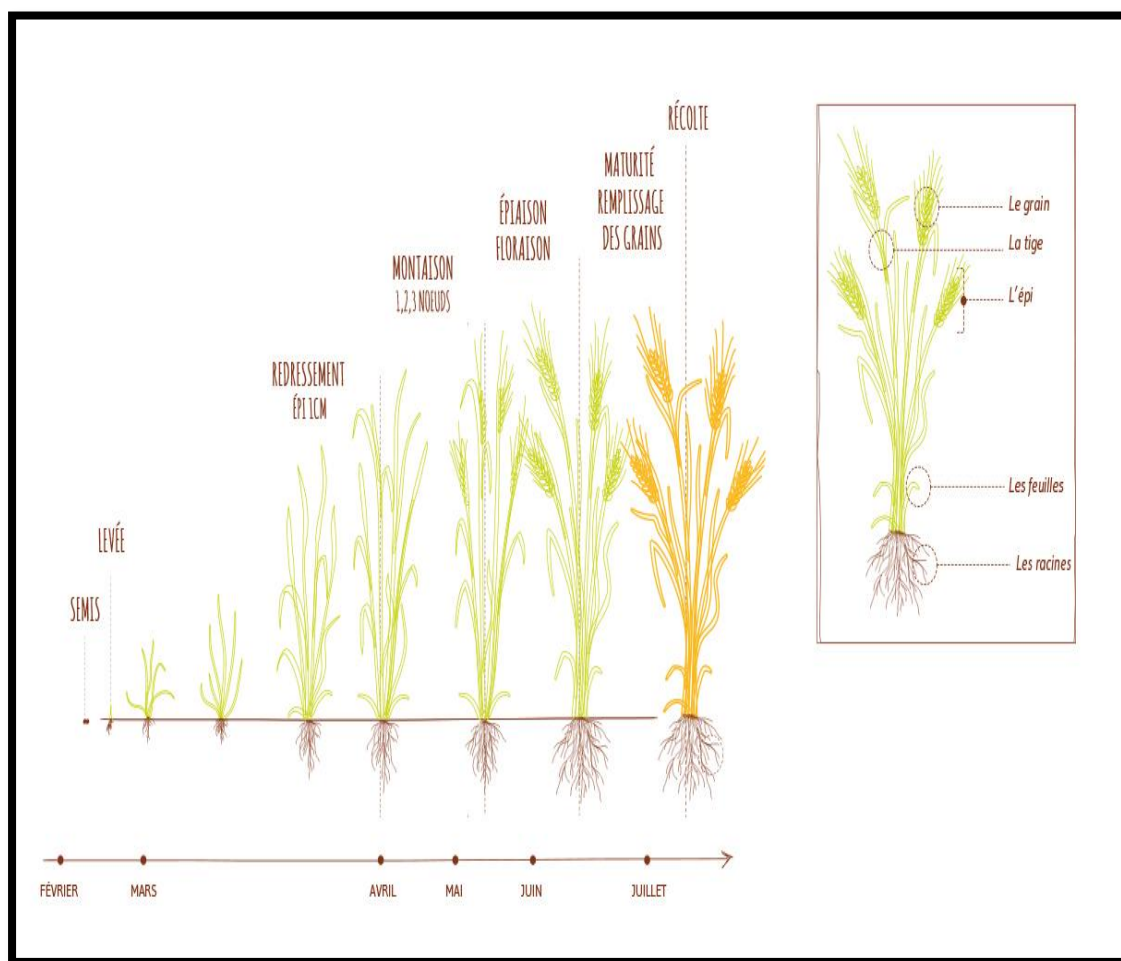


Figure 11: Cycle d'orge de printemps (Web master 3).

6.1. Germination – levée :

Selon Sergio .N *et al.* (2016), la germination marque le passage d'une vie ralentie à une vie active, les semences absorbent 20-25% de leurs poids en eau. La levée est marquée par l'apparition du coléoptile et la plantule émet trois ou quatre feuilles pré formées dans l'embryon. Sur le plan cultural la durée de cette phase dépend de la date de semis (Soltner .D, 1986), Selon Mekkaoui .A, (1989) cette phase dure 8 à 10 jours pour un semis précoce, contre 15 à 20 jours pour un semis tardif.

6.2. Epiaison :

Le stade épiaison est une étape importante dans le cycle de développement de la plante est à ce stade que l'architecture de la plante devient apparente et atteint son maximum (Bouerzour .H *et al* ; 2000).

L'épiaison correspond à la formation de l'épi. Elle commence plutôt chez la plante. En effet la différenciation de l'apex en ébauche d'épi débute en même temps que la tige s'allonge quelques jours après la fin de la montaison. Le nombre d'ovules par épi est fixé depuis ce moment (Chiara .C et Maria .V, 2014).

6.3. Formation des grains – maturation :

Lorsque le grain commence à grossir, la croissance des talles s'arrête et les réserves synthétisées dans les feuilles migrent vers le grain (Flaten .O *et al* ; 2015).

La maturation correspond à l'accumulation des réserves (amidon et matière protéique) dans les grains et à la perte de leur humidité (Flaten .O *et al* ; 2015).

Selon Marouf .O *et al.* (2014) lorsque La plante est soumise à un stress hydrique pendant la phase de remplissage, la contribution des réserves peut s'élever jusqu'à 80% du poids final. La tige en plus des feuilles et des enveloppes de l'épi concourent au remplissage temporaire du grain pour corriger le déséquilibre qui peut apparaître lorsque la phase rapide de remplissage du grain, n'a pas encore débuté alors que la croissance végétative continue pendant ce laps de temps (Savin .R *et al.*, 2015).

7. Les exigences de la culture d'orge :

7.1. Température :

SIMON *et al.* (1989), montrent que le zéro de germination est voisin de 0°C, l'orge est plus sensible au froid que le blé, suivant la sensibilité variable. Le seuil thermique des dégâts foliaires après gel hivernal est voisin de -8°C et le seuil thermique de mortalité varie entre -12°C et -16°C. Par ailleurs, MOULE(1980), affirme que les sommes de températures exigées pour l'ensemble du cycle végétatif sont 1600° à 1700°C pour l'orge d'hiver (le cycle est de 250 jours).

7.1.1. Les hautes températures :

Dans les zones arides et semi-arides d'altitude, le stress thermique peut intervenir dès le début du cycle. O'TOOLE et STOCKLE (1989) observent une forte réduction du nombre de plantes levées par unité de surface, suite aux effets des hautes températures au semis. Ces effets s'amenuisent quand le semis est tardif avec l'arrivée de l'hiver (FISCHER, 1985).

KIRBY et *al.* (1985) notent que l'effet des hautes températures au semis se matérialise par une réduction de la longueur de la coléoptile, la plante ne peut pas s'ancrer en profondeur et devient très sensible aux effets du stress thermique. Ils notent une réduction de la longueur de la coléoptile (mesuré à 5 cm de la profondeur du sol) de 100mm à une température de 15°C, à moins de 30mm lorsque la température maximale du sol atteint le seuil de 35°C.

Grâce à des essais effectués en plein champ et en milieu contrôlé, WARDLAW et *al.* (1989), montrent que la température optimale pour le développement et le remplissage des grains, varie de 12 à 15°C pour de nombreux génotypes de céréales à paille. Ils observent une diminution de 3 à 5 % du poids des grains pour chaque degré centigrade d'augmentation de la température à partir de la base des 12 à 15°C.

WARDLIW et MONCUR (1995) notent des poids moyens d'un grain de 56.6mg avec un taux de remplissage moyen de 1.4 mg/jour et une durée moyenne de la période de remplissage de 40.4 jours pour une température moyenne à la cour de cette phase de 18/13°C (jour /nuit). Ces valeur moyennes sont réduites à 28.0mg pour le poids moyen d'un grain avec un taux de remplissage de 1.79 mg/jour et une durée de la phase de remplissage de 15.6 jour lorsque la température moyenne monte à 30/25°C.

7.1.2. Le froid :

L'abaissement brutal de la température, en dessous de 0°C, provoque de nombreuses perturbations au sein du végétal (COUVREUR et *al.* 1979). Lorsque la température diminue progressivement jusqu'à des niveaux très bas, des cristaux de glace se forment dans les espaces intercellulaires déshydratant les cellules voisines dont l'eau est appelée vers ces espaces. Il en résulte un arrêt de fonctionnement, voire une rupture des membranes et une destruction des tissus dans les cas les plus graves. La réversibilité du phénomène n'a lieu que si la structure cellulaire n'est pas fortement endommagée. Lors du dégel, les cellules intactes se réhydratent et redeviennent fonctionnelles (BLOUET et *al.* 1984).

COUVREUR et *al.* (1979) soulignent que la déshydratation des cellules s'accompagne d'une augmentation de la concentration en sucres, en substances organiques, et en sels minéraux.

BLOUET et al. (1984) signalent que l'intensité respiratoire est minimale vers -4°C , elle reprend progressivement un rythme normal dès que la température atteint des valeurs supérieures à 0°C .

Les effets des basses températures dépendent du stade végétatif, de l'état d'endurcissement atteint par la plante et de l'intensité du stress thermique (COUVREUR et al 1979). Les effets d'un stress intense sur des plantes non endurcies se limitent aux organes en pleine croissance, qui sont les plus sensibles. Tant que l'ébauche de l'épi n'est pas atteinte parce qu'elle est protégée par l'empilement des feuilles, les dégâts foliaires ont peu de conséquences sur le devenir la culture. Lorsque la vague des basses températures fait son apparition de manière progressive, la plante s'accoutume et s'endurcit, les effets sont relativement moins importants.

7.2. Eau :

D'après MOULE (1980), l'orge (*Hordeum vulgare* L.) Nécessite en moyenne 450 à 500 mm d'eau pour produire 40 quintaux de grains et 3,5 tonnes de paille, ces besoins sont généralement satisfaits quand il s'agit d'une orge d'hiver. Dans le cas de l'orge de printemps, la pluviométrie printanière ne peut les satisfaire, ceci explique l'importance des réserves en eau du sol pour cette culture.

7.3. Sol :

L'orge s'accommode à tous les types de sols, à l'exception des sols argileux, des sols compacts, des sols humides, et des sols trop acides. L'orge tolère les sols légèrement salins.

8. Importance et utilisation de l'orge :

A l'échelle mondiale et par ordre d'importance, l'orge est utilisée en alimentation du bétail, pour le maltage (notamment en brasserie) et en alimentation humaine. Dans les régions tropicales et subtropicales, c'est surtout pour l'alimentation humaine qu'elle est produite. En Ethiopie et en Erythrée, la plus grande partie de l'orge en grains sert à confectionner un pain local qui ressemble à une crêpe ; mais on en fait aussi bien des bouillies et des soupes que des boissons alcoolisées (Ceccarelli et Grandi, 2006).

De nos jours, et particulièrement dans les pays de l'Europe de l'Est, la farine d'orge est généralement mélangée à celle du blé et d'autres céréales pour la fabrication de galettes et de pain. En Amérique du Nord et en Europe de l'Ouest, 20-25 % seulement de la production est utilisée directement pour la préparation de farine destinée à la confection de pain et d'autres mets pour l'alimentation humaine. Environ 45-50 % de la production annuelle d'orge est utilisée pour l'alimentation animale, et comme semences pour la production de l'année suivante. Près de 30 % de la production est utilisée pour la production du malt pour la fabrication de la bière et d'autres boissons alcoolisées (Ceccarelli et Grando, 1996).

En Algérie, la culture d'orge était très importante car l'orge était destinée à l'autoconsommation humaine et servait de complément fourrager pour les troupeaux dans les régions steppiques (Hakimi, 1993). Actuellement, l'orge est utilisée dans l'alimentation humaine selon les régions sous formes de galette, de couscous et de soupe (Rahal-Bouziane et Abdelguerfi, 2007).

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

La composition chimique de l'orge pour 100 g de partie comestible est la suivante : 9,4 g eau, 354 kcal d'énergie, 12,5 g de protéines, 2,3 g de lipides, 73,5 g de glucides, 17,3 g de fibres alimentaires, 33 mg de Ca, 133 mg de Mg, 264 mg de P, 3,6 mg Fe, 2,8 mg de Zn, 22 UI de vitamine A, 0,65 mg de thiamine, 0,29 mg de riboflavine, 4,6 mg de niacine, 0,32 mg de vitamine B6. (Web master 4).

L'orge contient huit acides aminés essentiels (tryptophane, lysine, méthionine, phénylalanine, thréonine, valine, leucine et isoleucine) (Anonyme, 2009). Ses principaux acides gras sont : l'acide linoléique, l'acide palmitique, l'acide oléique, et l'acide linoléique (Web master 4).

Selon Arbouche et *al.* (2008), les variétés d'orge européennes importées ont des valeurs nutritives moins importantes que celles des variétés locales. Leur teneur moyenne en matières azotées totales est de 13,3% de MS avec une valeur maximale pour la variété Tichedrett de 15,5% de MS. Le taux de cellulose brute est de 7,8% de MS et celui de la lignine est le double de celui des orges européennes.

Par ailleurs, l'orge est riche en fibres solubles, dont la consommation peut contribuer à une normalisation des concentrations sanguines de cholestérol, de glucose et d'insuline (McIntosh et *al.*, 1991). Ces fibres sont donc des composés intéressants dans le traitement nutritionnel des maladies cardiovasculaires. Cette céréale contient des tocotriénols, une forme de vitamine E particulièrement bénéfique (Ceccarelli et Grando, 1996). L'orge est également fortifiante, régénératrice, bénéfique pour le système respiratoire, et anti-diarrhéique. En tisane, elle est utilisée pour soulager la toux (Anonyme, 2009).

9. Constat sur la situation de l'orge :

9.1. La production mondiale de céréales :

Malgré les incertitudes liées à la pandémie, les premières prévisions de la FAO pour la campagne de 2020-2021 indiquent que la situation de l'offre et de la demande de céréales devrait être favorable. D'après les premières estimations, la **production mondiale de céréales** en 2020 devrait battre le record de l'année précédente de **2,6%**. Compte tenu de l'état des cultures déjà en terre et des semis prévus et si les conditions météorologiques sont normales jusqu'à la fin de la campagne, la production mondiale de céréales devrait atteindre **2780 millions de tonnes**, c'est-à-dire **70 millions de tonnes** de plus qu'en 2019, ce qui constituerait un nouveau record (Web master 5).

La plus grande partie de la hausse prévue devrait être imputable au **maïs**, qui devrait progresser de 64,5 millions de tonnes et atteindre le niveau record de **1207 millions de tonnes**, en raison de récoltes record aux États-Unis d'Amérique, au Canada et en Ukraine et de récoltes quasi record au Brésil et en Argentine. De même, la production de **riz** devrait atteindre un volume historique de **508,7 millions de tonnes** en 2020, soit **1,6%** de plus que le niveau, réduit, de 2019 (Web master 5).

En revanche, la production mondiale de **blé** en 2020 devrait reculer par rapport au bon niveau de l'année dernière, en grande partie sous l'effet d'un probable fléchissement dans l'Union européenne (UE), en Ukraine et aux États-Unis d'Amérique qui devrait plus que compenser les hausses de production prévues en Fédération de Russie et en Australie (Web master 5).

Après avoir stagné en 2019-2020, **l'utilisation mondiale de céréales** devrait progresser en 2020-2021 de **1,6% (43 millions de tonnes)** en glissement annuel et atteindre le niveau record de **2 732 millions de tonnes** (Web master 5).

Sur la base des prévisions de la FAO concernant la production en 2020 et la consommation en 2020-2021, les **stocks mondiaux de céréales** devraient atteindre le nouveau niveau record de **927 millions de tonnes**, soit une hausse de 4,5% (**près de 40 millions de tonnes**) (Web master 5).

La plus forte progression devrait concerner **les stocks mondiaux de céréales secondaires**, qui devraient augmenter d'environ **10% (près de 41 millions de tonnes)** et s'établir à **465 millions de tonnes** ; La hausse prévue des stocks mondiaux de céréales secondaires porterait le rapport stocks/utilisation à son plus haut niveau depuis 20 ans, à savoir **30,5%** (Web master 5).

Les premières prévisions de la FAO concernant les **échanges mondiaux de céréales** en 2020-2021 s'établissent de nouveau à un niveau record, à **433 millions de tonnes**, soit une progression de 2,2% (**9,4 millions de tonnes**) par rapport à 2019-2020, imputable à l'expansion prévue des échanges de toutes les principales céréales.

Les échanges mondiaux de céréales secondaires en 2020/2021 devraient s'établir à environ **208 millions de tonnes**, soit 2% (**4 millions de tonnes**) de plus qu'en 2019-2020, sous l'effet de la hausse prévue des exportations de toutes les principales céréales secondaires « **le maïs, l'orge et le sorgho** » (Web master 5).

Le graphe ci-dessous nous montre la production céréalière, l'utilisation et le stock (2010-2019) ainsi que les prévisions de production de la campagne (2020-2021).

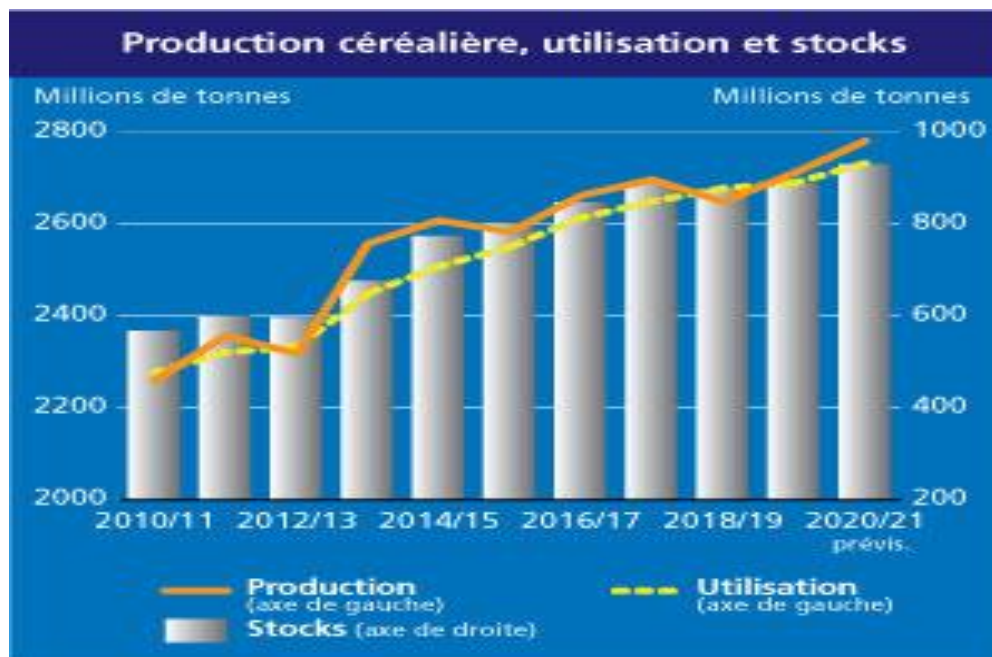


Figure 12: La production céréalière, l'utilisation et le stock (2010-2019) ainsi que les prévisions de production de la campagne (2020-2021) (Web master 5).

9.1.1. La production mondiale d'orge :

L'institut de statistiques américain (USDA) estime à 153 millions de tonnes (Mt) la prochaine récolte d'orge, soit une progression de 14 Mt en un an. Après trois campagnes en recul, les stocks de report monteront de nouveau car la consommation mondiale ne progressera, elle, que de 8 Mt (Web master 4).

Durant la prochaine campagne céréalière 2019-2020, l'orge concurrencera davantage le blé fourrager. Après plusieurs années déficitaires, l'USDA, l'institut de statistiques américain anticipe une production mondiale d'orge de 153 Mt alors qu'elle n'était que de 139 Mt durant la campagne qui s'achève. La production sera la plus élevée des dix dernières années (Web master 4).

Durant les précédentes campagnes, les cours des grains ont redonné de l'intérêt pour cette céréale. L'Union européenne récolterait 62 Mt (+ 6 Mt sur un an) et la Russie 18Mt.

En pourcentage, la progression la plus forte est canadienne (+ 16,7 %) alors que l'Australie devrait retrouver une production plus conforme aux scores réalisés les années précédentes après une année de sécheresse très pénalisante (Web master 4).

Le commerce mondial se développera modérément au cours de la prochaine campagne (+1,6 Mt). Les deux pays moteurs seront le Maroc et l'Arabie Saoudite (+900 000 tonnes chacun). La Chine (7 Mt) achèterait aussi plus de grains (+500 000t) mais elle sera, comme l'an passé, le second pays importateur d'orge (7Mt sur les 9 Mt consommées) derrière l'Arabie Saoudite (8,5 Mt) (Web master 4).

Au total, 27,9 Mt d'orge seraient exportées durant la prochaine campagne. L'augmentation des volumes échangés est portée par l'Union européenne (6Mt ;+1Mt), par la Russie (5,3Mt, +0,5Mt), l'Ukraine (4,5Mt, +0,3Mt) et l'Australie (5Mt, +0,5Mt) (Web master 4).

Le bassin méditerranéen importera 3,8 Mt de grains en comptant la Jordanie (0,9 Mt). Le Maroc est le pays importateur le plus important (2,4 Mt) aux portes de l'union européenne. Sinon, le commerce mondial de l'orge est moyen oriental et chinois, très éloigné des bassins de production excédentaires. La figure ci-dessous représente la production mondiale d'orge ;

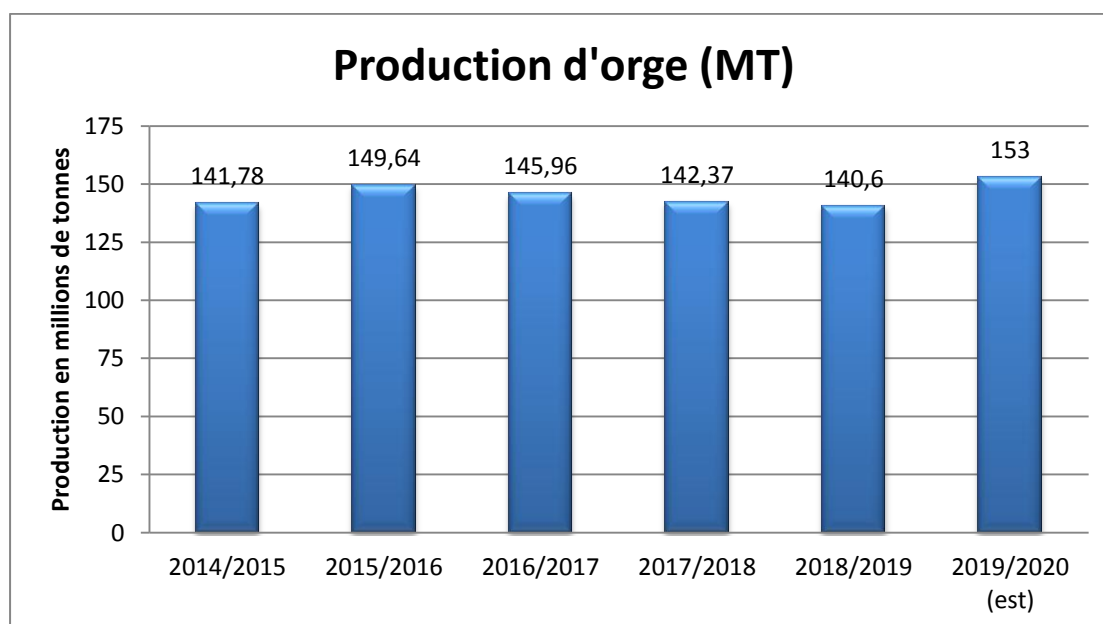


Figure 13: la production mondiale d'orge (millions de tonnes) (Web master 6).

9.2. La production nationale de céréales :

Selon le ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (MADR) ; les produits céréaliers occupent une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale.

Durant les deux périodes 2000-2009 et 2010-2017, la superficie des céréales occupe en moyenne annuelle **40%** de la Superficie Agricole Utile (SAU) (Web master 7).

La superficie ensemencée en céréales durant la décennie 2000-2009 est évaluée à **3200 930** ha, desquelles, le blé dur et **l'orge** occupent la majeure partie de cette superficie avec **74%** de la sole céréalière totale (Web master 7).

Durant la période 2010-2017, cette superficie a atteint en moyenne **3 385 560** ha, en évolution de **6%** par rapport à la période précédente (2000-2009) (Web master 7).

La production réalisée des céréales au cours de la période 2010-2017 est estimée à **41.2** Millions de quintaux en moyenne, soit un accroissement de **26%** par rapport à la décennie 2000-2009 où la production est estimée en moyenne à **32.6** Millions de quintaux (Web master 7).

La production est constituée essentiellement du blé dur et de **l'orge**, qui représentent respectivement **51%** et **29%** de l'ensemble des productions de céréales en moyenne 2010-2017. La figure suivante représente la production des différents types de céréales cultivés en Algérie durant la période (2000-2009) et (2010-2017).

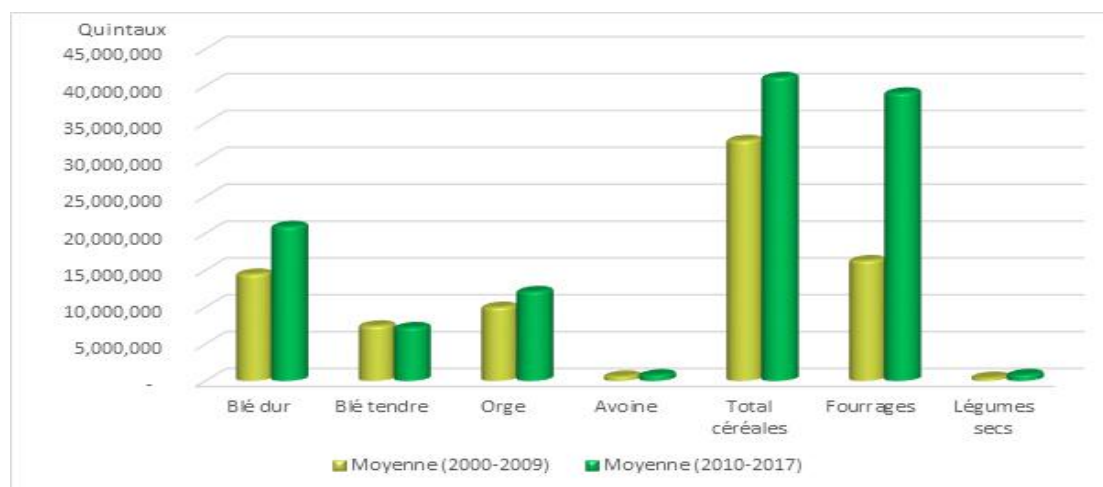


Figure 14: Evolution de la production des différents types de céréales cultivés en Algérie durant la période (2000-2009) et (2010-2017) (Web master 7).

La production céréalière au cours de la campagne 2017-2018 est de l'ordre de **60,5** millions de quintaux, elle consacre une augmentation de **74,4%** par rapport à la production de la campagne précédente qui était de **34,4** millions de quintaux (Web master 7).

Les **60,5** millions de quintaux sont composés d'une production de 31,5 millions de quintaux de blé dur et une production de **19,5** millions de quintaux de l'orge (Web master 7).

Le tableau ci-dessous nous montre la superficie, la production et le rendement de l'orge en Algérie (2015-2018).

Tableau 8: La superficie, la production et le rendement de l'orge en Algérie (2015/2018) (Web master 7).

Années	Superficie (ha)	Production (Qx)	Rendement (Q/ha)
2015-2016	773.063	9.100.000	11,77
2016-2017	762.331	9.600.000	12,5
2017-2018	1.200.000	19.500.000	16,25

La figure ci-dessous nous montre la production de l'orge en Algérie durant la période 2015 jusqu'à 2018.

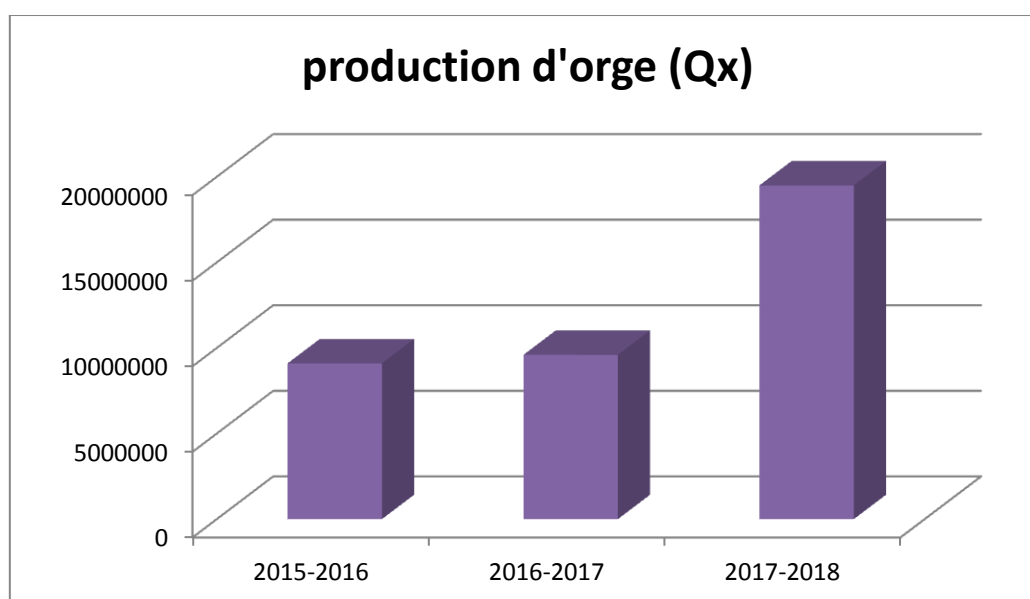


Figure 15: Evolution de la production de l'orge en Algérie (2015-2018) (Web master 7).

La figure suivante représente le rendement de l'orge en Algérie durant la période 2015-2018 ;

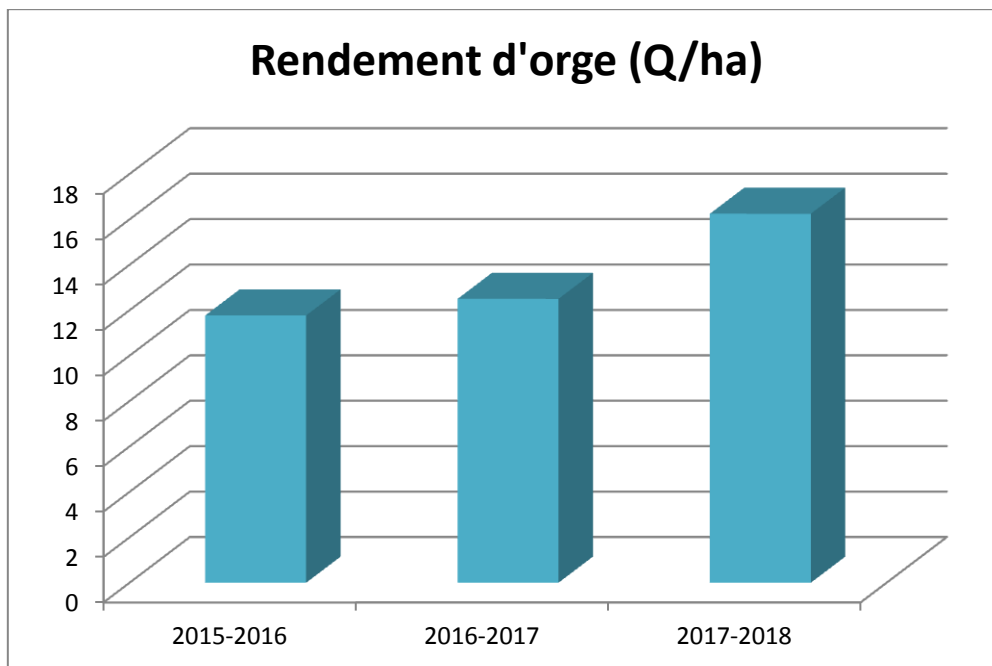


Figure 16: Evolution du rendement d'orge en Algérie (2015-2018) (Web master 7).

9.3. La consommation céréalière en Algérie :

Le budget consacré par les algériens pour la consommation alimentaire atteint près de **42%** de leur budget. Compte tenu de la place prépondérante que représente les céréales dans les habitudes alimentaires, les produits à base de céréales ont représenté dans les années 2000, **25%** (Rastoin, Benabderrazik, 2014) des dépenses alimentaires des ménages algériens.

Parmi ces produits on trouve le blé comme produit phare de plus en plus consommé par les algériens. Le blé dur représente la base alimentaire de la plupart des plats algériens. Cependant on observe ces dernières années, une nouvelle tendance de consommation de produits alimentaire à base de blé tendre avec une population qui adopte de plus en plus des habitudes alimentaires « occidentales » (pizza, , fast-food...) (Mohamed AMMAR, 2014).

La consommation annuelle par habitant de céréales, bien qu'elle reste importante, a connu un recul ces dernières 40 années, passant de **250 kg/an** par habitant dans les années 70 à environ de **230 kg/an** par habitant (Document interne, OAIC).

La consommation animale des céréales est assurée essentiellement par **l'orge** et le **maïs** utilisés pour la fabrication des aliments de bétail et de ses dérivés.

Les besoins de l'Algérie en céréales sont estimés à environ 8 millions de tonnes par an (C.N.I.S). L'Algérie est l'un des premiers importateurs de blé au monde, notamment de blé tendre, la demande locale reste importante.

L'importance de la consommation fait du blé un produit stratégique du point de vue de la sécurité alimentaire, ce qui justifie les efforts considérables de l'État pour augmenter la production locale, à travers le PNDA (programme national de développement agricole) lancé au début des années 2000 (Rastoin, Benabderrazik, 2014).

Les céréales occupent **35%** des terres arables (près de 3 millions d'ha cultivés par près de 600 000 producteurs), pour une récolte moyenne de 32 millions de quintaux entre 2008 et 2012, dont 60% de blé et **40% d'orge**, soit un doublement entre les années 1980 et aujourd'hui.

Ce progrès est principalement imputable aux rendements, avec toutefois de très gros écarts interannuels (pouvant aller de 1 à 5) du fait des conditions climatiques (Rastoin, Benabderrazik, 2014).

9.4. Les importations de céréales :

D'après Omar BESSAOUD (2019), l'Algérie est l'un des plus grands pays consommateurs de céréales au monde et figure ainsi parmi les plus grands pays importateurs de blés au monde ; les importations de blés ont été multipliées par 10 en Algérie entre les années 1966-69 (**698.500 tonnes**) et 2000-2005 (**6.796.000 tonnes**), pour se situer autour de **8 MT** en 2010-2015.

L'Algérie fait partie, depuis le milieu de la décennie 2000, d'un cercle restreint composé de 6 pays dont les importations sont supérieures à **5 millions de tonnes/an**. Elle est le troisième importateur au monde de blé tendre et le premier importateur mondial de blé dur (50 % des échanges mondiaux). En tant qu'acteur majeur du commerce mondial des grains, il arrive parfois que ses interventions, par des achats massifs (de 500.000 à plus de 800.000 tonnes), favorisent paradoxalement un maintien sinon une remontée des cours mondiaux (Omar BESSAOUD, 2019).

En 2017, l'Algérie a importé près de **13 millions de tonnes** de céréales pour une valeur de **2,75 milliards de dollars**. L'Algérie importe majoritairement du blé tendre pour approvisionner ses minoteries (6,36 millions de tonnes, soit 49 % des volumes de céréales importés en 2017) et du maïs (4,14 millions de tonnes, 32 % des volumes importés), puis du blé dur (1,72 millions de tonnes) et de **l'orge (542 000 tonnes)** (Omar BESSAOUD, 2019).

En 2017, l'Argentine est devenue le premier fournisseur de céréales de l'Algérie échangeant sa place de second avec l'Union européenne. En 2017, elle a doublé ses ventes, assurant, avec 934 millions de dollars, 34 % des importations algériennes. Bénéficiant du net recul de l'UE, elle a écoulé sur ce marché 1,6 millions de blé tendre, mais aussi 3,3 millions de tonnes de maïs (Figure 17).

En 3ème position le Canada (14 % du marché) a exporté plus 1,3 millions de tonnes de maïs pour une valeur de 387 millions de dollars. Enfin, les Etats-Unis ont exporté en 2017 plus 940 000 tonnes essentiellement de blé tendre vers l'Algérie pour un montant de 205 millions de dollars (Omar BESSAOUD, 2019).

La figure ci-dessous représente l'importation Algérienne de céréales en valeur par pays fournisseur 2001-2017 (MILLIONS USD).

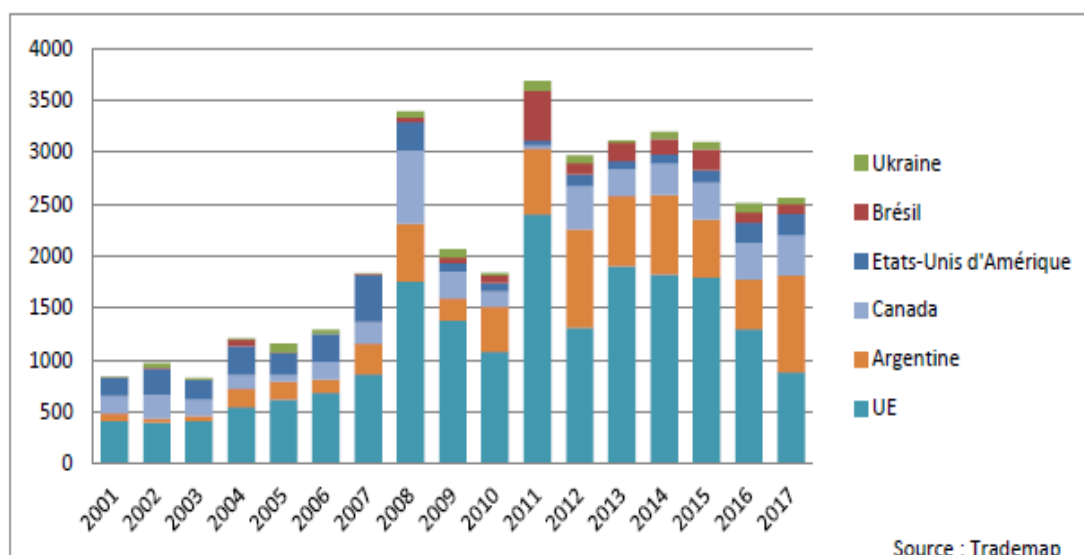


Figure 17: Importations Algériennes de céréales en valeur par pays fournisseur (2001-2017) (Millions USD).

En 2017, l'UE a exporté vers l'Algérie **4,29 millions de tonnes** de céréales composées à 90 % de blé tendre (3,95 millions de tonnes) et **8 % d'orge (337 000 tonnes)**, pour un montant totale de **881 millions de dollars**. Elle représente respectivement 61 % et 62 % des importations algériennes de blé tendre et d'orge.

La forte baisse des exportations de céréales s'explique par une mauvaise récolte de blé lors de la campagne 2016/2017, qui s'est traduite par un recul des ventes de blé français, mais aussi des autres fournisseurs européens (Allemagne, Pologne, Suède, pays baltes...) (Omar BESSAOUD, 2019).

Elle est aussi le fruit des mesures prises par le gouvernement afin de rationaliser les importations notamment du blé tendre, a précisé la même source.

La figure suivante représente les importations Algériennes de céréales en provenance de L'UE 2001-2017 (Tonnes).

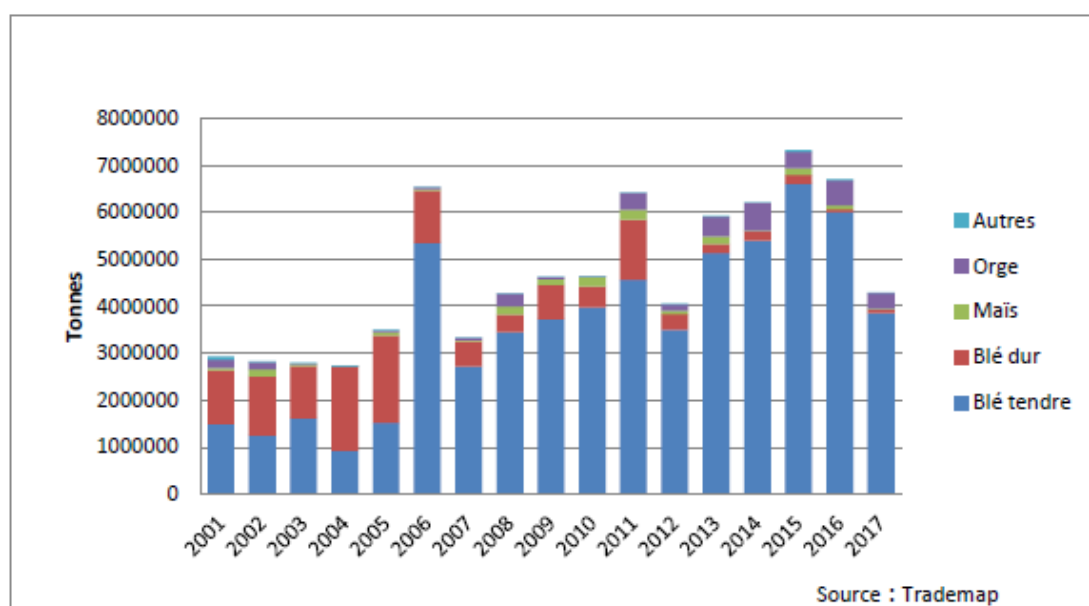


Figure 18: Importations Algériennes de céréales en provenance de L'UE (2001-2017) (Tonnes).

Selon le ministère de commerce, les importations algériennes de céréales ont dépassé 2,11 milliards de dollar, durant les neuf premiers mois de 2019, contre plus de 2,40 milliards dollars au cours de la même période en 2018, en baisse de plus de 12%, a-t-on appris auprès de la direction générale des Douanes (DGD).

De janvier à septembre 2019, les importations des céréales, qui ont représenté 34,15% de la facture globale des importations, ont enregistré ainsi une baisse de 290,34 millions de dollars, soit 12,06%, selon les données statistiques de la direction des études et de la prospective des Douanes (DEPD).

Cette tendance baissière des importations des céréales est appelée à se poursuivre dans le futur, encouragée par une importante production nationale réalisée durant la campagne 2018-2019, notamment pour l'orge et le blé dur (ministère de commerce, 2019).

9.5. La production dans la Wilaya de Sidi Bel Abbes :

Le tableau ci-dessous nous montre la production, le rendement et la superficie d'orge dans la région de Sidi Bel Abbes (2012-2019).

Tableau 9: La superficie, la production et le rendement de l'orge dans la région de Sidi Bel Abbes (2012/2019) (DSA, 2020).

Année	Superficie (ha)	Production (Qx)	Rendement (Q/ha)
2012/2013	83000	995999	12
2013/2014	58089	502470	9
2014/2015	69124	788411	11
2015/2016	56344	452760	8
2016/2017	67537	686646	10
2017/2018	90855	1179478	13
2018/2019	86701	676268	8

La figure suivante représente la production de l'orge dans la région de Sidi Bel Abbès (2012-2019) ;

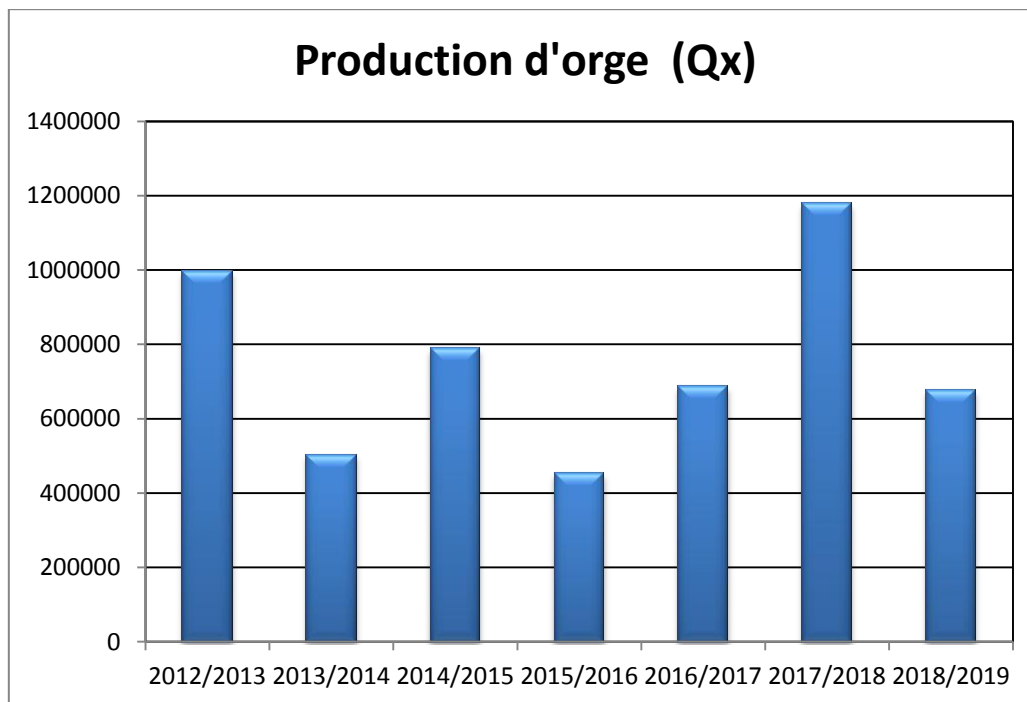


Figure 19: Evolution de la production d'orge dans la région de Sidi Bel Abbès (2012-2019) (DSA, 2020).

La figure 19 montre que les campagnes 2012-2013 et 2017-2018 sont celle qui a donnée la bonne production par rapport aux autres campagnes et la faible production est revenue à la campagne 2015-2016 qui était expliqué par la faible précipitation de ce dernier.

La figure ci-dessous nous montre le rendement de l'orge dans la région de Sidi Bel Abbès (2012-2019).

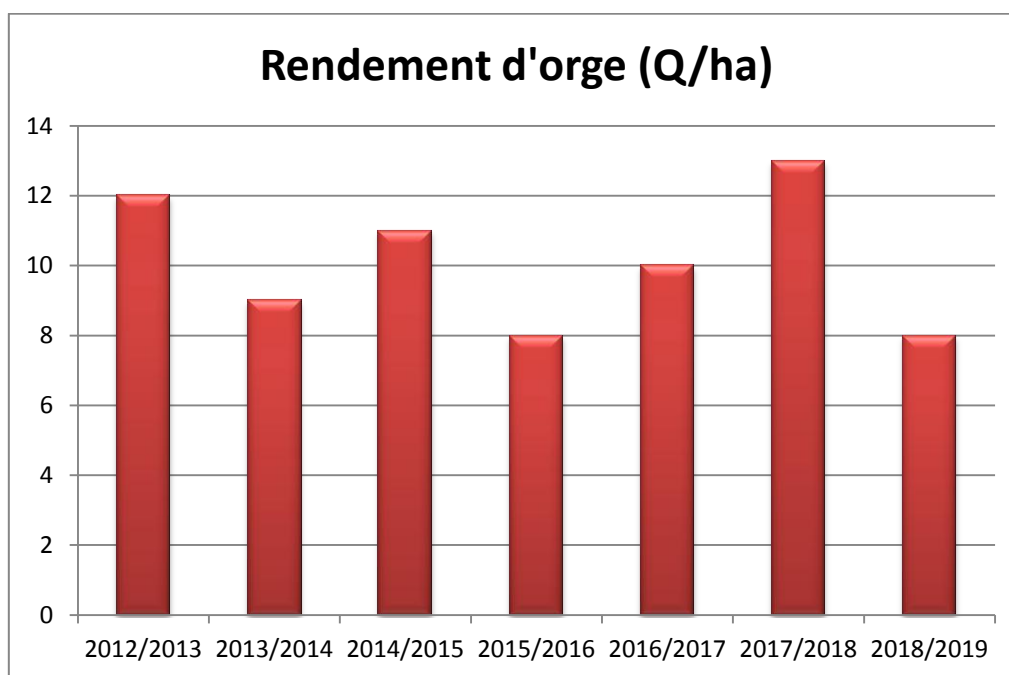


Figure 20: Evolution du rendement d'orge dans la région de Sidi Bel Abbès (2012-2019) (DSA, 2020).

Les rendements entre l'année 2012 et 2019 oscillent entre 12 et 8 Qx/ha selon la figure 14, la campagne 2017-2018 est celle qui a donné le bon rendement par rapport aux autres campagnes.

10. Ressources génétiques de l'orge dans le monde :

Les ressources génétiques des orges, souligne Jestin (1992), ont été selon le pays, gérées et protégées ou non par des institutions spécifiques, suivant des règles systématiques (USDA Barley collection pour les USA dès 1894 par exemple : Moseman et Smith, 1985).

Les collections de base d'orge forment au plan mondial un réseau : PGR, Ottawa (Canada) pour la collection mondiale ; NGB (Suède) ; PGR (Ethiopie) ; NIAR (Tsukuba, Japon) et Fort collins (USA) pour les collections par continent. Chacun de ces organismes détient 2000 à 20 000 entrées.

L'auteur ajoute que des collections de travail importantes sont situées à l'USDA, Beltsville (USA), au VIR de Leningrad (URSS) et en Allemagne : au Ziguk de Gatersleben (ex-RDA).

L'ICARDA est une institution qui possède beaucoup de projets en collaboration avec des pays arabes et d'autres institutions comme VIR (URSS) pour la collecte, l'évaluation et la valorisation des ressources génétiques des orges et aussi d'autres espèces (ICARDA, 2001).

Dans certains pays comme la Scandinavie, Von Bothmer *et al.* (1992) indiquent que la collection des Triticeae dans ce pays, a débuté, à l'époque, depuis quinze ans et qu'au départ, elle s'est concentrée principalement sur les espèces sauvages de *Hordeum* mais plus tard, elle s'est élargie pour inclure les cultivars locaux et le matériel primitif des autres céréales.

L'IBPGR (International Board for plant Genetic Resources) encourage la mise en place de réseaux de bases de données informatisées. Pour l'Europe, une telle base est en cours d'élaborations (EBDB : the European Barley Database) à Gatersleben (Knupffer et al ; 1990 in Jestin, 1992)

11. Quelques données sur la situation des ressources génétiques des orges cultivées en Algérie :

Selon Aït-Rachid (1991), la culture de l'orge est connue en Algérie depuis longtemps sous forme de mélanges des populations locales. Le nombre de variétés d'orge cultivées en Algérie est plus faible que celui des blés, souligne Hakimi (1993).

Ducellier (1930) s'est étonné devant les performances de certaines variétés d'orge cultivées en Algérie, comme leur grande faculté de tallage et leur fécondité qui permettait d'obtenir de très bons rendements en semences à l'hectare (Hakimi, 1993).

La période coloniale s'est caractérisée par l'utilisation de la variabilité existante dans les populations locales d'orges et surtout des blés (Erroux, 1992 et Erroux et laumont, 1962 in Benmahammed, 1996).

Les variétés Tichedrett et Saida, qui sont encore largement cultivées sur les hauts plateaux sont à inscrire parmi les résultats de cette époque, souligne Benmahammed (1996). Selon l'A.N.N. (1993), l'introduction des années 1965-1970 des semences et plants de variétés à haut potentiel génétique, a provoqué la régression de certains cultivars locaux.

En effet, pour le cas de l'orge, Benmahammed (1996) indique que la période postcoloniale a puisé fortement des introductions massives de matériels semi-finis et finis des centres internationaux (CIMMYT et ICARDA) et des programmes de collaboration bilatérale (INRAF, INRAM, INRAT) et de nouvelles variétés ont été sélectionnées.

Pour ce qui est de la sélection des céréales à paille, dont l'orge en fait partie, le CIHEAM (1988), recommande de renforcer l'utilisation du germoplasme local.

Selon Benmahammed (1996), les nouvelles variétés d'orge adoptées en Algérie, restent marginales parce qu'elles se caractérisent par une plus grande sensibilité aux variations des conditions climatiques, productives et surtout plus stables dans leur production.

Dans son côté, Hanifi (1999), indique que l'augmentation des rendements de l'orge peut se faire en plus des techniques de cultures appropriées, par la recherche de génotypes performants et adaptés aux différents milieux de culture.

Nos cultivars locaux d'orge possèdent certes de tels gènes d'adaptation d'où la nécessité de la recherche de la gamme de variabilité la plus large chez nos caractéristiques, la plus complète possible.

Nous soulevons enfin un problème important qui est l'absence en Algérie d'une réglementation relative à la protection de la biodiversité, ce qui constitue un handicap réel quant à la connaissance, la prise en charge et la protection des ressources phytogénétiques de notre pays d'une manière général.

12. Principales variétés d'orge cultivées en Algérie :

Selon Boufenar et Zaghouan (2006), les variétés Saïda, Rihane 183 et Tichedrette sont largement distribuées en Algérie. Le recours aux autres variétés est lié à leur zone de prédilection. Certaines variétés existent mais sont peu demandées comme celles de Jaidor (Dahbia), Barberousse (Hamra), Ascad 176, (Nailia), El-Fouara. Le choix de la variété à utiliser dépend de ses caractéristiques agronomiques et de la zone de culture. Les principales variétés cultivées en Algérie sont regroupées dans le tableau 10.

Tableau 10: Variétés d'orge cultivées en Algérie (Boufenar et Zaghouane, 2006).

<u>Variétés</u>	<u>Caractéristiques</u>
Jaidor (dahbia)	A paille courte, fort tallage, bonne productivité, tolérante aux maladies et à la verse, sensible au gel.
Rihane 03	A paille courte, précoce, fort tallage, bonne productivité, à double exploitation.
Ascad 68 (Remada)	Précoce, à fort tallage et bonne productivité, tolérante aux rouilles et à la verse, adaptée aux zones des plaines intérieures.
Barberousse (Hamra)	A paille moyenne, précoce, tallage moyen, bonne productivité, tolérante à la verse, à la sécheresse et au froid.
Ascad 60 (Bahria)	A paille courte et creuse, précoce, fort tallage, bonne productivité, sensible à la jaunisse nanisante et résistante à la verse.
Ascad 176 (Nailia)	Variété précoce, résistante à la verse et tolérante à la sécheresse, sensible aux maladies (rouille brune, oïdium helminthosporiose, rhynchosporiose).
Saïda 183	Variété locale, semi-tardive, à paille moyenne et creuse, tallage moyen, bonne productivité, sensible aux maladies.
Tichedrette	Variété locale, à paille moyenne, précoce, tallage moyen, bonne productivité et rustique.
El-Fouara	A paille courte ou moyenne, fort tallage, bonne productivité, tolérante au froid, à la sécheresse et à la verse, adaptée aux Hauts-plateaux

13. Les aires de production :

La culture de l'orge est pratiquée en Algérie, essentiellement sur les hauts plateaux.

Cette espèce est cultivée dans les zones où les rendements du blé sont faibles (zones marginales et al ; (2007), les principales zones de production sont :

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

Chapitre II :
Formation du rendement chez l'orge

1. Physiologie du rendement :

L'objectif principal dans un programme d'amélioration des plantes vise en premier lieu à accroître le rendement qui est un caractère polygénique (Picard, 1991), très variable selon les conditions éco-climatique et techniques (Boeuf, 1948).

L'expression de ce caractère résulte du fonctionnement d'un peuplement, c'est-à-dire de l'ensemble des plantes qui, pendant la durée du cycle végétatif sont en concurrence pour l'utilisation des ressources du milieu (Masle *et al*, 1981).

Le rendement s'élabore tout au long du cycle de développement de la plante (Couvreur et Masse, 1983 ; Amboulet *et al*, 1983) ; c'est le résultat de l'interaction d'un certain nombre de composantes et de nombreux effets morphologique qui se forment successivement ou simultanément durant le cycle végétatif, entre lesquels des phénomènes de compensation interviennent (Ingoat et Couvreur, 1979). Dans certaines limites, les composantes du rendement entrent en concurrence entre elles, ce qui peut affecter le rendement (Grignac, 1978 et Vilain, 1987).

2. Les composantes du rendement :

Le rendement d'une variété est le résultat des phases successives de croissance de développement comprenant la mise en place des différents organes de la plante (Bouzerzour .H, 1990). Le rendement est la résultante de ses composantes :

le nombre d'épis/m², le nombre de grains/épi et le poids de mille grains (Savin R *et al.*, 2015). Les deux premières composantes sont liées l'une à l'autre et se compensent mutuellement, car si le nombre d'épis/m² est très élevé, le nombre de grain par épi diminue par avortement des fleurs et inversement (Savin R *et al.*, 2015).

Le poids du grain pour une variété donnée en absence d'incident graves dépend essentiellement du poids de l'ovaire fécondé (Sadras .V, et Calderini .D, 2015).

D'après (Vilain .M, 1987) le rendement se décompose d'après la relation suivant:

$$\text{Rendement (Qx/ha)} = \text{nombre de plantes/hectare} \times \text{nombre moyen d'épi/plante} \times \text{nombre moyen de grain par épi} \times \text{poids moyen d'un grain.}$$

L'amélioration du rendement en grain dans nos régions passe essentiellement par la recherche d'une meilleure adaptation à l'environnement de production (Bouzerzour.H, 1990).

2.1. Le nombre d'épi/m²:

Le nombre d'épi/m² est fonction de deux composantes secondaires: le peuplement pieds, et le coefficient de tallage épi (Chamekh .Z, 2010). Il dépend aussi bien de la capacité du génotype de produire des talles que de la proportion de ces derniers pouvant survivre et donner des épis fertiles (Lafarge .M, 2000). Selon le même auteur, le nombre d'épis/m² exerce sur le rendement une influence presque du double de celle du nombre de grains/épi, il apparaît que aussi que le nombre d'épis/plante régresse avec la tardiveté du semis et le manque d'eau (Sabine .T et al., 2015).

2.2. Le nombre de grain / épi :

D'après Lafarge .M, (2000), la composante la plus importante du rendement est le nombre de grains/épi et plus précisément le nombre de grains par épillet.

Binghami .J et al. (2012), indiquent que l'évolution de la fertilité des épis est fonction de la date de semis et donc a une relation avec la précocité du génotype.

Pour Lafarge .M, (2000), le nombre final de grains/épi dépend fortement du nombre de fleurs primordiales au moment de l'initiation des barbes, et que la durée de la période végétative peut modifier le nombre de grains/épi ainsi que la durée de la période de remplissage des graines.

2.3. Le poids de 1000 grains :

Cette composante qui est une caractéristique variétale, s'élabore après la floraison, pendant la période de remplissage du grain (Binghami .J et al.,2012).

Le poids de 1000 grains se forme quel que soit le type de la variété ; plus les grains sont nombreux et plus ils sont petits (Lakshmi .K, et al., 2016). Les semis précoces donnent les plus grands poids de 1000 grains qui ont aussi montré aussi que la baisse du rendement en grains est positivement corrélée à une réduction de poids de 1000 grains produit par unité de surface.

2.4. Le rendement théorique :

Le rendement théorique est la résultante de l'interaction du nombre d'épis x nombre de grains/épi x le poids de 1000 grains.

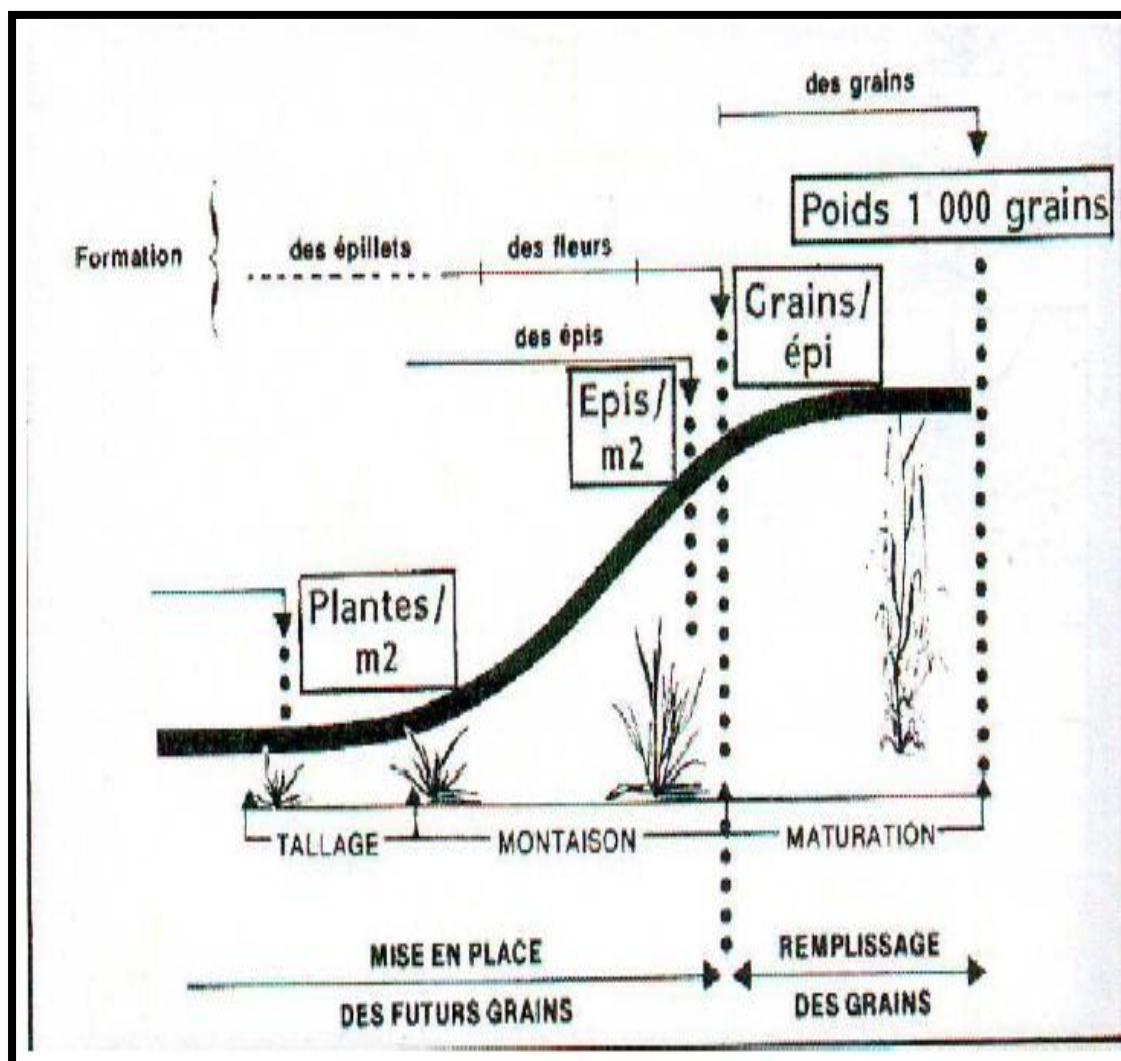


Figure 21: Mise en place des composantes du rendement (Soltner.D, 1986).

3. Les paramètres morphologiques :

3.1. La longueur de la plante :

La longueur de la plante apparaît comme un critère de sélection important. Meklich–Hanifi (1983) trouve une liaison positive et significative entre le rendement et la hauteur de la tige. Ceci s'expliquerait par le fait qu'une paille haute s'accompagne souvent d'un système racinaire profond ce qui conférerait à la plante une capacité d'extraction de l'eau supérieure Bagga *et al.*(1970).

3.2. Largeur, Longueur d'épi avec ou sans barbes :

Selon djekoun *et al.* (2002) une longueur importante de l'épi est un paramètre prédictif d'un indice de récolte et du potentiel de rendement élevé. D'après ces auteurs, il est évident que la longueur de l'épi est un caractère de rendement et d'adaptation au stress hydrique.

L'épi assure une fonction photosynthétique importante au cours du remplissage du grain Koudri (1999). Selon Baldy (1993) cité par Boukecha (2001), en conditions de stress hydrique, la part de la photosynthèse de l'épi serait plus importante que celle de la dernière feuille. La même idée est exprimée par Bammoun (1993).

Le rôle essentiel des épis (et en particulier des glumes) en tant qu'organes photosynthétiques a enfin été confirmé chez le blé à l'aide de la méthode de discrimination isotopique de carbone (Romagosa et Araus, 1990).

3.3. Longueur des barbes :

Selon Gate *et al.* (1992), les barbes contribuent à l'adaptation à la sécheresse grâce à leur capacité à compenser la sénescence foliaire.

Baldy (1973) trouve que le rendement photosynthétique des épis barbus peut atteindre 80% du rendement photosynthétique de la dernière feuille et 38% seulement pour les non barbus. Les barbes par leur surface développée, leur port dressé et leur position au voisinage immédiat de la graine favorisent sa formation.

3.4. Hauteur de la tige :

Masse et Gate (1990), Benabdallah et Bensalem (1993) expliquent que la hauteur élevée de la paille est souvent associée à une bonne résistance à la sécheresse par les quantités d'assimilats stockés au niveau des tiges qui sont les principaux organes de réserves.

Chapitre III :
Sélection et amélioration variétale

1. La sélection et l'amélioration variétale :

L'adaptation au milieu est un objectif de sélection recherché pour un grand nombre d'espèce végétales et elle fait le plus souvent appel à l'analyse du rendement. L'amélioration peut rechercher des génotypes présentant une adaptation spécifique, c'est-à-dire une adaptation à des milieux spécifiques, ou au contraire une adaptation générale à des conditions de milieux variés.

Mais le nombre de contraintes du milieu est tel qu'il est difficile de les étudier toutes. Il faudrait, en effet, des dispositifs factoriels très lourds à mettre en place car nécessitant l'étude d'un grand nombre de facteurs à la fois, avec toutes les combinaisons entre facteurs. Les conditions naturelles sont, de surcroit, difficiles à reproduire en enceintes contrôlées.

2. Qu'est-ce que la sélection et la création variétales ?

2.1. Définition de la sélection :

Encore appelée amélioration des plantes, consiste à créer et choisir des plantes qui présentent les caractéristiques souhaitées et répondent à des besoins ciblés (agricoles, alimentaires, médicaux, industriels, technologiques...).

2.2. 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 18ème 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.

La sélection variétale existe depuis le tout début de l'agriculture. En effet, depuis toujours, l'homme sélectionne les plantes selon des critères qui lui plaisent, et croise les meilleures espèces entre elles :

- Ainsi, certains caractères de la plante, recherchés par l'agriculteur, se sont transmis de génération en génération jusqu'à devenir largement majoritaires.
- L'homme a toujours choisi de conserver les épis qui possédaient les plus gros grains, afin de les replanter pour les multiplier.

Cette sélection a abouti à la création de nombreuses espèces améliorées et participe donc à la diversité variétale. La sélection variétale était à la base très empirique, elle est maintenant très orientée et contrôlée.

La sélection variétale, ou amélioration des plantes, est un processus par lequel on choisit deux plantes en fonction de leurs caractères :

- Une des deux variétés doit recevoir le caractère de l'autre variété.
- Les plantes sélectionnées sont croisées entre elles, puis on croise la variété qui doit recevoir le caractère, avec la descendance du croisement.
- Cette opération est répétée, afin d'aboutir à une nouvelle espèce qui réunit les critères choisis sur une même plante, c'est la création variétale.

Génétiquement, il s'agit du transfert d'un ou plusieurs gènes d'une espèce à l'autre par des croisements successifs, qui peuvent durer plusieurs dizaines d'années.

Cette méthode ne doit pas être confondue avec la transgénèse, à l'origine des OGM (Organismes génétiquement modifiés), où le gène est directement introduit dans la plante, sans croisement (Web master 8).

2.3. La création variétale :

Les méthodes traditionnelles d'amélioration ont deux objectifs : d'une part, sélectionner de nouvelles combinaisons de gènes dans une population dérivée d'un croisement et d'autre part, rétablir l'homozygote, au moins pour les caractères agronomique visibles. Parmi les méthodes disponibles, certaines favorisent surtout la sélection, d'autres privilégient plutôt la stabilisation des descendance.

2.4. Objectifs de la création variétale :

L'objectif de la création variétale est bien sûr l'amélioration des variétés existantes. On cherche à réunir plusieurs critères recherchés dans une seule variété. Ces critères peuvent être :

- une meilleure productivité ;
- une plus grande tolérance aux maladies ;
- des fruits et des fleurs de plus gros calibre et un bon PMG ;
- des fruits plus sucrés et les grains avec un bon taux de protéine.

Les critères sont très divers et dépendent de ce à quoi la plante est destinée. Une fois la variété créée, elle peut faire l'objet d'un Certificat d'Obtention Végétale (COV) qui protège la variété à la manière d'un brevet. L'espèce peut cependant servir de matière à la création d'une nouvelle variété (Web master 8).

2.4. La sélection est une activité pluridisciplinaire :

L'expérimentation au champ est indispensable pour évaluer les nouvelles variétés en conditions réelles de culture : diversité des conditions climatiques, pédologiques, compétition entre plantes, pression de maladies et de parasites... L'expérimentation au champ ne prend donc en compte que des plantes dont le potentiel génétique est important. Ceci renforce l'efficacité du travail d'expérimentation et peut également l'alléger en écartant des plantes de moindre intérêt.

De nombreuses disciplines, les biotechnologies, le traitement de l'information, la biologie, l'agronomie et la biochimie, offrent des outils précieux aux sélectionneurs et permettent d'accroître l'efficacité des programmes de sélection.

L'expérimentation au champ ne prend donc en compte que des plantes dont le potentiel génétique est important. Ceci renforce l'efficacité du travail d'expérimentation et peut également l'alléger en écartant des plantes de moindre intérêt.

Parmi ces techniques, les biotechnologies ressemblent : la biologie cellulaire dont la base est la culture *in vitro* de cellules végétales, la biologie moléculaire qui permet d'analyser et de caractériser l'information génétique par marquage moléculaire et de la modifier par génie génétique (Web master 9).



Figure 22: La sélection est une activité pluridisciplinaire (Web master 9).

3. Les principes de la sélection des lignées :

Les variétés anciennes de céréales (landraces) étaient hétérogènes, à la suite de fréquents mélanges de semences, de mutations, de recombinaisons après croisements spontanés. L'agriculture moderne a conduit à l'uniformisation et à la stabilité des variétés. En théorie, une variété moderne est une lignée pure, produit de la multiplication de plantes homozygotes identiques entre elles.

L'uniformité et la stabilité des variétés répondent à une nécessité pour la culture, la récolte, le conditionnement et le commerce. Elles représentent un avantage si la combinaison génétique a été bien choisie ; les dispositions légales concernant la commercialisation et la protection des variétés supposent un contrôle de l'uniformité.

Cependant, le manque de plasticité des lignées pures est un défaut lorsque les conditions climatiques, l'incidence des maladies et parasites diffèrent au cours des saisons ou selon les régions. Dans de nombreux cas, il sera utile de rechercher un compromis entre l'uniformité des variétés pour leurs caractères agronomiques et commerciaux d'une part, un polymorphisme génétique suffisant pour leur adaptation d'autre part.

4. Les méthodes de sélection :

Depuis les premières sélections par l'homme, basées uniquement sur certains aspects agronomiques, la sélection a bien évolué et recouvre un ensemble d'activités techniques et scientifiques très diversifiées. Un certain nombre de méthodes de sélection sont bien établies.

Les objectifs de la sélection ne sont pas uniquement d'obtenir de bons rendements, avec des variétés bien adaptées aux techniques culturales hautement mécanisées mais également d'améliorer les facteurs de régularité de ce rendement et la qualité technologique.

Le sélectionneur devra donc réunir dans un même génotype des caractères souvent antagonistes comme une production élevée et régulière et une haute teneur en protéines (Picard, 1988). Les découvertes techniques et génétiques tendent actuellement à raccourcir les délais de création de nouveaux cultivars, il faut environ 10 ans et parfois 15 ans pour mettre une nouvelle variété sur le marché (Demarly, 1987).

La connaissance de la manière dont sont transmis les caractères à améliorer permet de choisir la méthode de sélection la mieux adaptée à l'objectif. D'après Branlard et Autran (1987) on distingue les méthodes suivantes :

4.1. La sélection massale :

Elle consiste à choisir des plantes dans la masse des individus d'une population d'après leur aspect phénotypique. Longtemps pratiquée par les agriculteurs qui gardaient les semences et plants de leurs plus beaux végétaux et fruits. Cette méthode est aujourd'hui peu pratiquée. Elle n'est pas adaptée à la sélection pour la qualité boulangère car la quantité de grain disponible au niveau d'une plante (3-6 g) est inférieure à celle requise pour la plupart des tests de technologie.

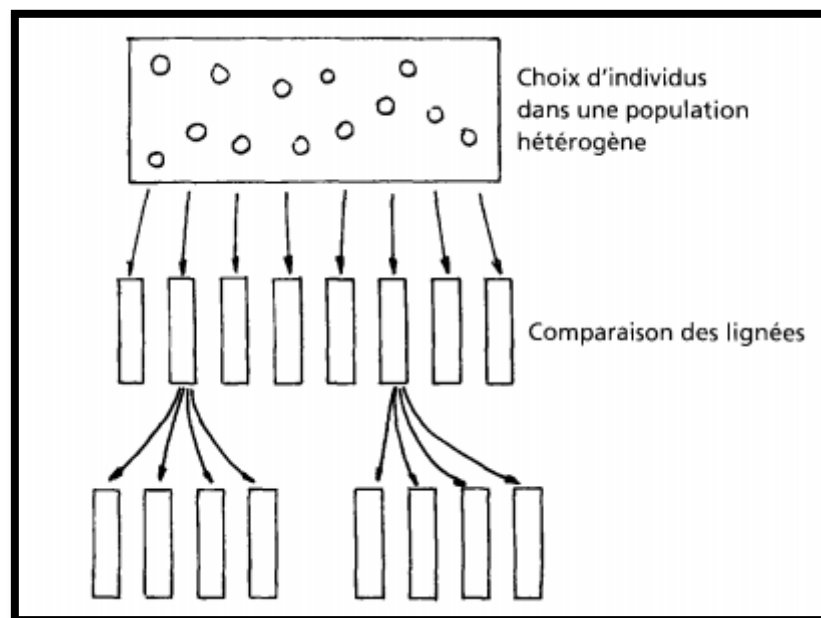


Figure 23: Sélection de lignées.

4.2. La sélection généalogique ou pédigrée :

A 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. Une représentation schématique de cette sélection généalogique est donnée à la figure 24.

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).

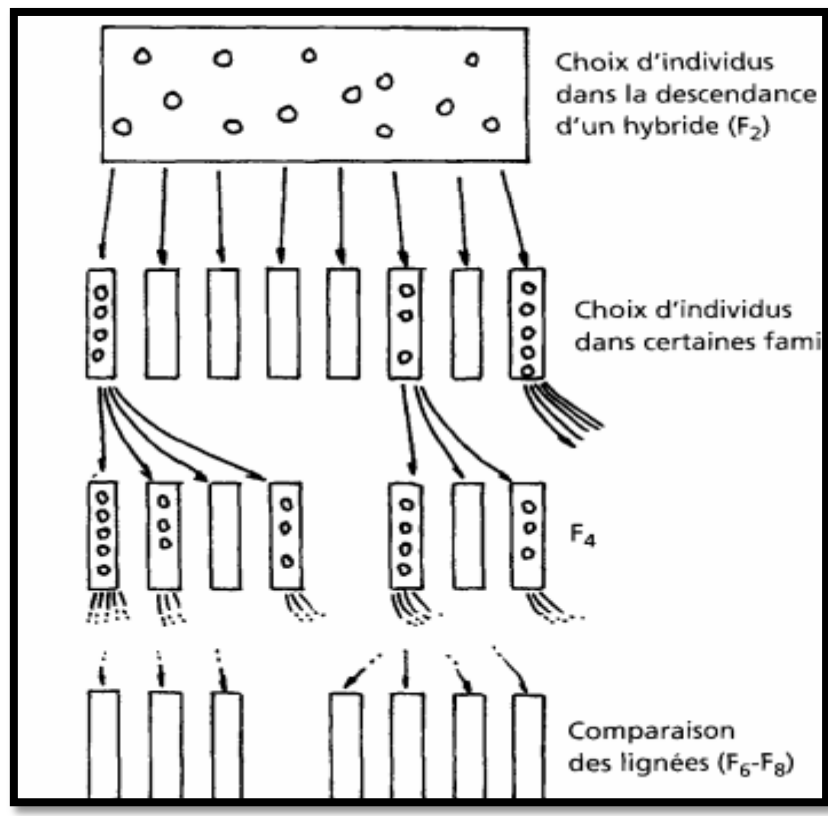


Figure 24: Sélection généalogique.

4.3. La sélection bulk :

Les plantes issues d'un croisement ne font pas ou peu l'objet d'une pression de sélection au cours des premières années d'autofécondation. Dans cette méthode, largement employée dans les pays anglo-saxons, les filiations plante-lignée-famille ne sont pas réalisées et les plantes retenues à chaque génération sont récoltées en mélange.

Après quatre ou cinq années d'autofécondation, la sélection réalise un tri plus sévère puisque, à ce stade, de nombreuses plantes sont homozygotes pour plusieurs caractères. Cette seconde phase est souvent réalisée selon la méthode généalogique.

4.4. Sélection par méthode SSD (Single Seed Décent) :

C'est une méthode inventée récemment 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.

4.5. Sélection conservatrice :

Elle consiste à produire des semences en quantité suffisante tout en conservant les caractères génétiques originaux : La sélection conservatrice valorise la sélection créatrice et assure la diffusion de variétés nouvelles ou cultivées. C'est ainsi qu'elle élimine à chaque génération les variations pouvant apparaître, quelques soient d'origine génétique ou d'origine accidentelle (Simon et al., 1980).

Actuellement dans les pays où la recherche agronomique est très avancée, la création de banques de gènes permet de conserver les variétés et les espèces importantes, et aussi de sauvegarder celles qui sont menacées de disparition.

4.6. La méthode adoptée :

De toutes les méthodes de sélection la méthode Bulk est celle qui est utilisée dans l'amélioration des orges étudiées dans le cadre de ce travail de recherche que nous avons suivre durant tout le cycle.

Chapitre IV:
Variation et hérabilité

1. La variation :

L'unique voie permettant aux sélectionneurs de faire un bon choix du matériel de départ est l'apparence morphologique. Elle permet de réaliser une sélection efficace. Ainsi, il est impératif d'apprécier les caractères recherchés dans le phénotype des individus de la population prise en compte.

L'importance de la transmission d'un caractère des parents aux descendants pose dans les domaines de l'amélioration génétique et de la sélection, de nombreuses difficultés. Elles sont dues à la variabilité du phénotype sous l'effet de la complexité de l'expression du génotype sous l'influence du milieu.

D'ailleurs, un phénotype est le résultat des interactions entre les facteurs du milieu ambiant, et du génotype de l'individu qui y vit. Pour un même génotype et en présence de milieux différents, on peut rencontrer des phénotypes variés. En outre, les mesures prises sur un caractère phénotypique donné, ne sont que, des appréciations de performance du génotype vis-à-vis d'un milieu quelconque. Ces mesures ne permettront sous aucune circonstance d'évaluer avec précision le génotype d'un individu.

Cependant, pour que les sélectionneurs puissent parvenir aux résultats attendus, ils seront amenés à pousser plus loin les analyses et à rechercher de nouveaux caractères agro-économiques intéressants.

Dans la nature, la variabilité détectable entre les organismes représente pour les sélectionneurs une source inépuisable, et sans cesse renouvelable. Les divers mécanismes héréditaires et non héréditaires maintiennent cette variabilité.

1.1. Les variations :

L'observation a montré aux botanistes que les plantes qui appartiennent à une même espèce ne sont pas exactement semblables les unes aux autres. LINNE reconnaissait déjà l'existence d'une telle variabilité mais il l'interprétait en fonction de l'action du milieu. Depuis la redécouverte des lois de Mendel vers 1900, l'étude de la variation intra-spécifiques "est trouvée pleinement justifiée (**BIDAULT, 1971**).

Cette variation est devenue fondamentale pour les améliorateurs et les sélectionneurs.

1.2. La variabilité :

c'est la propriété qu'a un groupe d'individus appartenant à la même espèce ou population, de présenter pour un même caractère et dans un milieu donné, des valeurs individuelles et différentes. Ces valeurs sont mesurables dans le cas des caractères quantitatifs. Elles sont descriptives dans le cas des caractères qualitatifs.

1.3. Les différents types de variations :

La variation peut-être du type continu ou discontinu.

1.3.1. La variation continue :

Touche les caractères quantitatifs qui ont un intérêt économique tel que le rendement et la taille des plantes.

Ces caractères dépendent des conditions du milieu ambiant.

En effet, il est généralement impossible dans le domaine des caractères quantitatifs de répartir les individus en catégories tranchées (**LAMOTTE, 1968** et **STASFIELD, 1984**).

La variation continue est caractérisée par une loi dite de distribution du caractère. Cette loi peut être représentée le plus souvent par une Courbe en forme de cloche (**BLAIN, 1950a** et **LAMOTTE, 1968**).

C'est-à-dire une courbe de distribution normale. La courbe d'une distribution normale est définie par:

➤ **La moyenne arithmétique des n observations:**

$$x_0 = \frac{1}{n} \sum x \quad \text{Qui définit son sommet}$$

➤ **La variance:**

$$\sigma^2 = \frac{\sum(x-x_0)^2}{n-1} = \frac{\sum d^2}{n-1} \quad \text{Qui mesure la dispersion autour de la moyenne}$$

➤ **L'écart type : σ** ; désigné selon les auteurs sous le nom de déviation standard ou erreur standard, il représente la racine carré de la variance $\sqrt{\sigma^2}$

- **Le coefficient de variation C. V :** est défini par le rapport:

$$C.V = \frac{\text{Déviation standard}}{\text{Moyenne}} \times 100$$

Lorsque ce coefficient s'abaisse, la régularité et la sécurité des résultats augmentent. (DE MOLON, 1968; LAMOTTE, 1968; BLAIN, 1950b).

Si la distribution est anormale, on peut conclure qu'il existe une hétérogénéité du matériel étudié, c'est à dire l'intervention de causes non imputables au hasard (DE MOLON, 1968).

1.3.2. La variation discontinue:

Est repérée au niveau des caractères que mesurables. Ils permettent une classification en phénotypes bien séparés (**STASFIELD, 1984**), telle que la couleur des fleurs.

Les caractères quantitatifs et qualitatifs s'opposent par le nombre de gènes qui les déterminent et par le rôle de l'environnement dans la réalisation du phénotype (**STASFIELD, 1984**).

Plusieurs auteurs rapportent que les caractères qualitatifs sont déterminés par un nombre de gènes très réduit. Les caractères quantitatifs, par contre, dépendent d'un très grand nombre de gènes, entre 10 à 100 et plus. A la différence des caractères qualitatifs, chaque gène participant dans le déterminisme du phénotype joue un rôle important et très discret, que même les méthodes mendéliennes ne peuvent pas le mettre en évidence. En plus, pour la plupart des caractères quantitatifs, la variabilité phénotypique observée est due pour la plus grande part à l'effet de l'environnement.

La variabilité phénotypique observée pour des caractères qualitatifs, dépend des effets de gènes indépendamment des conditions de l'environnement.

1.4. L'origine de la variabilité :

Chez un organisme, la variabilité d'un caractère peut avoir deux origines: Une origine non héréditaire et une origine héréditaire.

1.4.1. La variabilité d'origine non héréditaire :

Elle est appelée variabilité de modification par **POLIANSKY(1986)**, variabilité fluctuante par **LAMOTTE(1968)**, ou variation phénotypique par **BIDAULT (1971)**.

Pour ce type de variabilité, les divers caractères de l'organisme se modifient différemment sous l'influence du milieu ambiant.

Certains d'entre eux sont très plastiques et variables. D'autres sont moins variables. Enfin, il existe d'autres caractères qui peuvent être très peu modifiés par les conditions du milieu (**POLIANSKY, 1986**).

Les performances d'êtres vivants, en particulier, celles de l'espèce étudiée, peuvent aussi être utilisées pour caractériser un milieu (**GALLAIS, 1990**).

D'autre part, le phénotype d'un individu est le résultat d'un développement sous l'effet de l'action réciproque du génotype et du milieu ambiant. Ainsi, l'apparition d'une variabilité phénotypique sous l'effet du changement du milieu environnant, sans modification du génotype, est appelée variabilité non héréditaire.

1.4.2. La variabilité d'origine héréditaire :

Outre les variations non héréditaires, il y a d'autres formes de variations. Elles touchent le génotype. C'est une variation héréditaire. En effet, la constitution génomique d'une population n'est pas stable. Elle est modifiable sous l'effet de divers facteurs, aboutissant à de nouvelles formations génétiques différentes de leurs ancêtres.

Les variations génotypiques dépendent de deux paramètres: les paramètres intrinsèques et les paramètres extrinsèques.

 Les paramètres intrinsèques :

Au moment de la transmission des gènes d'une génération à sa descendance, dans certains cas, il se peut que certains facteurs intrinsèques interviennent et modifient les structures génétiques de la population.

De façon générale, ces facteurs peuvent apparaître au moment de la fécondation ou la fusion des deux gamètes des parents mâle et femelle. Ils interviennent durant le

cycle accompli par la génération fille. Ces facteurs peuvent être: des mutations, des ségrégations et recombinaisons, ou bien des hybridations et intercroisements.

1.4.3. Mutation :

Les mutations sont des modifications aléatoires brusques et héréditaires de l'information génétique, affectant l'ADN lors de la réplication.

Il existe deux types de mutations; la mutation ponctuelle et la grande mutation:

La première entraîne la modification d'un très court segment d'ADN. La seconde affecte un grand nombre de nucléotides, un gène entier ou même implique tout un chromosome ou un ensemble de chromosomes.

En pratique, on distingue généralement les mutations géniques, les mutations chromosomiques, les mutations génomiques et les mutations cytoplasmiques.

Les mutations génomiques sont des modifications du degré de ploïdie. Le génome constitue l'ensemble des chromosomes rencontré dans les gamètes. La plus recherchée dans ce type de modifications est la polyploïdie.

1.4.4. La polyploïdie:

Apparaît à la suite de troubles des processus de la division cellulaire (Mitose ou méiose) entraînant une augmentation multiple du nombre de chromosomes. Dans la nature, ce phénomène se rencontre le plus souvent chez les végétaux.

Selon (**STEBBINGS, 1947 in BIDAULT, 1971**), en fonction de l'origine et la constitution génomique, on distingue habituellement 04 grandes catégories de polyploïdes: les auto polyploïdes, les allo polyploïdes segmentaires, les allo polyploïdes vrais et les auto allo polyploïdes. Néanmoins (**CLAUSEN; KECK et HISSEY, 1945, in BIDAULT, 1971**) utilisent le terme amphipode pour désigner l'ensemble des allo polyploïdes.

Plusieurs auteurs rapportent que la polyploïdie a un effet sur les caractéristiques morphologiques des organismes. En effet, dans la plupart des cas, on a montré qu'elle est corrélative d'un accroissement des dimensions des cellules et des organes, accroissement qui se traduit par un gigantisme général.

Il est également reconnu que le cytoplasme a un rôle dans l'hérédité. Ce rôle est affecté à certains organites cytoplasmiques. Il s'agit essentiellement des mitochondries et chloroplastes.

Ces deux organites contiennent un matériel génétique semblable à celui du noyau. En plus, ils peuvent-être transmis à la descendance.

On distingue deux sortes de mutations suivant l'agent qui est à l'origine: les mutations spontanées et les mutations induites

- Mutations spontanées: peuvent-être produites d'une façon spontanée par un facteur de l'environnement.
- Mutations induites: sont des mutations provoquées par l'action des mutagènes chimiques (colchicine) et physiques (Rayons X).

De façon générale les mutations peuvent affecter les caractères morphologiques et physiologiques les plus diverses de l'organisme.

1.4.5. Ségrégations et Recombinaisons :

Les ségrégations et recombinaisons ont été mises en évidence et analysées par Mendel en **1866** sur des hybrides entre diverses variétés de **Pisum sativum L** ; puis redécouvertes simultanément par plusieurs auteurs: **Correns, 1900** ; **Tschermak 1900** et **Devries 1900**(**BIDAULT, 1971**).

Les recombinaisons de gènes par croisement peuvent aussi être à l'origine de la variation héréditaire. La recombinaison est la possibilité pour les chromosomes maternel et paternel d'échanger des segments au moment de la formation des gamètes (**VEUILLE, 1992**).

1.4.6. Hybridation, Introgression :

D'après plusieurs auteurs, le phénomène de l'hybridation intergressive ou introgression est décrit comme étant un croisement en retour d'un hybride F1 ou F2 avec l'un ou l'autre des parents appartenant aux deux sous-espèces.

Les recombinaisons et ségrégations génétiques aboutissent au transfert d'une partie du matériel génétique d'une sous espèce dans l'autre.

1.4.7. Système de Reproduction des Végétaux: (Allogamie, Autogamie, Apomixie):

Le système de reproduction a une très grande influence sur la variabilité des végétaux. En effet, les recombinaisons et ségrégations génétiques qui se produisent au moment de chaque réalisation d'un cycle de reproduction peuvent influencer la variabilité d'un organisme.

L'autogamie ne favorise pas la variabilité alors que l'allogamie est considérée comme une source de variation. L'apomixie, signifie que la multiplication des organismes est asexuée. La variabilité chez les organismes apolitiques est moins importante que celle dans les populations sexuées.

2. L'hérabilité :

Pour le sélectionneur, il ne suffit pas d'avoir une disponibilité en variabilité dans le matériel pris en compte. Mais il est indispensable de comprendre la structure de cette variabilité pour gérer efficacement et orienter son utilisation en sélection. Pour se faire, la connaissance de la part de la variabilité génétique dans la variabilité totale estimée pour un caractère observé est la base de toutes les manipulations de sélection.

En effet, la sélection sera d'autant plus facile que la part de la variabilité due au milieu présente dans la variabilité totale observée sera faible (**LECOCHEC, 1972**). Pour répondre à ce genre de préoccupation il suffit d'estimer l'hérabilité du caractère recherché dans le matériel étudié.

L'hérabilité:

C'est un nombre résultant d'une analyse de variance. Elle prétend estimer dans l'échantillon étudié la part de la variabilité d'origine génétique (**JACQUARD et SERRE, 1977**) ; de savoir si les différences observées entre individus proviennent de variation dans la constitution génétique des plantes ou sont liées au facteur du milieu (**DEMARLY, 1977**). Elle est symbolisée par la lettre H ou h^2 selon les auteurs. Ce paramètre caractérise pour un caractère quantitatif donné, l'aptitude des parents à transmettre leurs qualités à leurs enfants, selon un système de reproduction déterminé (**GALLAIS, 1973**).

En effet, l'efficacité de la sélection sur des caractères quantitatifs (c'est-à-dire la facilité avec laquelle le caractère observé se transmet à la descendance) dépend du système de reproduction et des effets génétiques (**LECOCHEC, 1972**).

L'hérabilité peut être définie de deux façons; l'hérabilité au sens large et l'hérabilité au sens étroit :

2.1. L'hérabilité au sens large :

Elle est applicable dans le cas où un choix des reproducteurs est réalisable préalablement. Elle s'exprime par le rapport:

$$h^2 = \frac{\text{Variance génétique}}{\text{Variance phénotypique}}$$

Elle représente la proportion de la variabilité totale observée due à la variabilité génétique (**LE COCHEC, 1972**). Dans ce type de l'hérabilité, on rencontre la variabilité due à tous les types d'actions de gènes: additivité, dominance et épistasie.

2.2. L'hérabilité au sens restreint :

Elle est applicable dans la mesure où on fait reproduire entre eux des génotypes choisis. Elle s'exprime par le rapport:

$$h^2 = \frac{\text{Variance génétique additive}}{\text{Variance phénotypique}}$$

Elle représente la part de la variabilité totale observée due à la composante additive de la variabilité génétique.

En ce qui concerne l'hérabilité au sens étroit; pour **FALCONER** et **ROBINSON** en **1930** cette définition est la seule qui devrait porter le nom d'hérabilité (**LE COCHEC, 1972**). Contrairement à l'hérabilité au sens large, l'hérabilité au sens étroit comprend la variabilité due à l'action des gènes additifs seulement.

2.3. Les méthodes de calcul de l'hérabilité :

Différents auteurs ont proposé plusieurs méthodes pour calculer l'hérabilité. Chaque méthode nécessite une définition des hypothèses de départ.

Ces définitions sont établies à partir d'une connaissance préalable des conditions de l'expérimentation, du mode de reproduction de la plante, de l'aspect théorique du modèle génétique impliqué et du système de sélection.

2.3.1. La méthode de la régression :

Elle est utilisée pour définir l'hérabilité au sens étroit, la formule proposée est:

$$h^2 = \frac{2 \text{ COV op}}{\sigma^2 P} = 2 b_{op}$$

COV op: étant la covariance de la descendance et des parents

$\sigma^2 P$: La variance du parent

bop: la régression de la descendance sur le parent

Pour (**SIMMONDS, 1979; FERNANDEZ et MILLER 1985, in COHAT, 1985**), le coefficient de régression caractérise le degré de ressemblance entre enfants et parents. Dans les populations allogames, l'hérabilité d'un caractère au sens étroit est donc égale à deux fois la régression de la valeur moyenne de la descendance à la valeur du parent connu (**LE COCHEC, 1972 ; DEMARLY, 1977 ; ECOCHARD et al. 1979**).

Chez les plantes autogames, d'après **LE COCHEC (1972)**, une généralisation de la formule de régression a été proposée par **MAHMOUD et KRAMER en 1951**:

$$h^2 = \frac{\bar{X}}{\bar{Y}} \times b_{yx} \times 100$$

\bar{X} = moyenne de la génération la moins avancée

\bar{Y} = moyenne de la génération la plus avancée

2.3.2. Les méthodes de l'analyse des composantes de la variance génétique :

Cette méthode consiste à faire une analyse des différentes variances qui composent la variance génétique entre autres, la variance de la dominance et celle de l'additivité.

Le modèle proposé par **FISHER** décompose la mesure du caractère en:

- termes additifs (représentant l'effet additif direct de chacun des gènes) ;
- terme de dominance (effets d'interaction entre gènes d'un même locus) ;

- terme d'épistasie (effets d'interaction entre gènes de locus différents) ;
- termes d'interactions plus complexes ;
- termes d'influence environnementale.

Dans ce modèle "purement statistique" où par construction, les termes de dominances sont minimisés. Chacun des termes est une variable aléatoire dont on peut calculer la variance (**JACQUARD et SERRE, 1977**).

La variance totale phénotypique d'un caractère, s'exprime grâce à «l'analyse de variance» en une somme de composantes correspondant aux diverses causes de variabilité:

$$V_p = V_G + V_E + V_{GE}$$

V_G = variance génétique; regroupant la variance additive, variance de dominance et la variance d'épistasie

$$V_G = V_A + V_D + V_I$$

V_E = variance due à l'environnement

V_{GE} = variance due à l'interaction entre le génotype et l'environnement

Cette méthode est la plus utilisée. Elle correspond aux hérabilités au sens large et au sens restreint.

Selon **LE COCHEC (1972)**, plusieurs auteurs ont mené de nombreux travaux dans le but de décrire et de discuter les méthodes utilisées pour l'analyse de ces variances. Ils ont également précisé, suivant le type de la reproduction, les conditions nécessaires pour leur bonne estimation.

2.3.3. La méthode de l'hérabilité réalisée :

Un calcul direct de l'hérabilité peut-être fait comme suit:

$$h^2 = \frac{R}{S}$$

R= Réponse à la sélection;

S= Différence en sélection (**FALCONER 1960**, in **LE COCHEC, 1972**).

2.4. L'hérabilité et le progrès génétique réalisé ou attendu :

La formule générale de prédiction du progrès génétique est la suivante:

$$G = K\sigma_p h$$

K = étant la différence en sélection exprimée en unité d'écart type;

σ_{ph} = l'écart type des variations observées

H = l'hérabilité

Le progrès génétique attendu dépend de trois paramètres principaux:

- Le nombre de caractères pris en compte
- La méthode de la sélection utilisée
- Le mode de la reproduction du matériel étudié

Selon les auteurs, d'autres paramètres peuvent intervenir, entre autre, le degré de la ploïdie. De ce fait, plusieurs formules ont été proposées en fonction que le matériel répond à telle ou à telle conditions.

2.5. La signification du coefficient de l'hérabilité :

Le degré de signification du coefficient de l'hérabilité diffère de certains auteurs à d'autres. En effet, il n'existe pas actuellement de définition précise de la haute ou de la faible hérabilité (STASFELD, 1984). Cependant, et de façon générale deux types d'intervalles de significations sont utilisés.

❖ 1^{er} type:

$h^2 > 0.5$ → grande hérabilité
 $h^2 = 0.2 - 0.5$ → hérabilité moyenne
 $h^2 < 0.2$ → faible hérabilité

C'est ce type qui est le plus utilisé actuellement, surtout en zootechnie.

❖ 2^{ème} type:

$h^2 = 5$ à 10 P.100 → faible hérabilité (rendement);
 $h^2 = 10$ à 30 P. 100 → hérabilité moyenne (composantes du rendement,
la taille, les caractères de qualité);
 $h^2 = 30$ à 60 P.100 → hérabilité élevée (les caractères de maturité et de
Composition chimique).

Le deuxième type est très peu utilisé.

Chapitre V:
Présentation de la zone d'étude

1. Présentation générale de la wilaya de Sidi Bel Abbès :

1.1. Présentation géographique :

Située au Nord-Ouest du pays. La wilaya de Sidi Bel Abbès limitée au nord par la wilaya d'Oran, à nord-ouest par la wilaya d'Ain Témouchent, au nord-est par la wilaya de Mascara, à l'ouest par la wilaya de Tlemcen, à est par les wilayas de Mascara et Saida, au sud par les wilayas de Naama et El-Bayad, et au sud-est par la wilaya de Saida (Figure 25).

Elle s'étend sur une superficie de 9150,63 km² l'actuelle la wilaya de Sidi Bel Abbès comprend 52 communes regroupées en 15 Daïras.

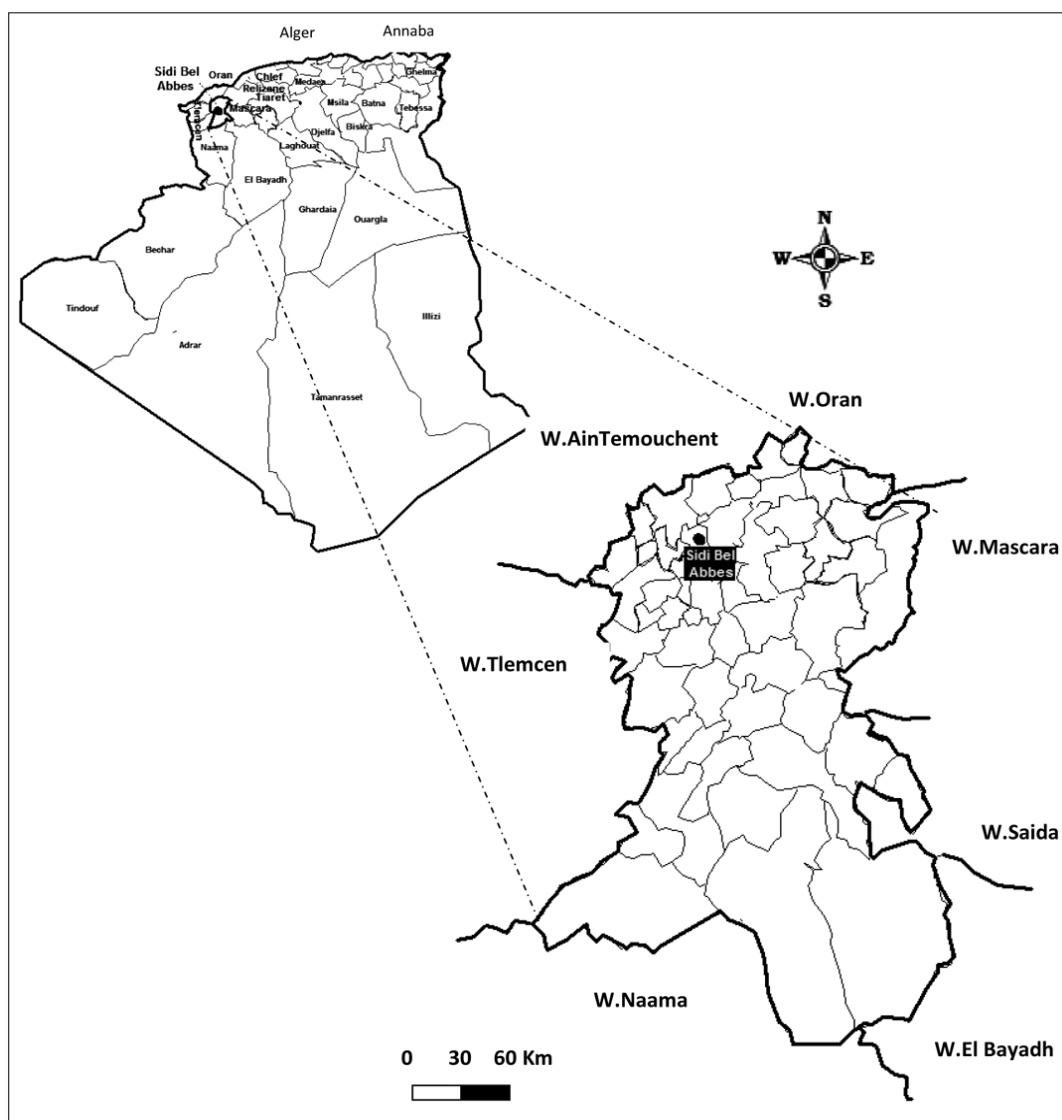


Figure 25: Situation géographique de la wilaya de Sidi Bel Abbès.

1.2. Présentation climatique :

L'étude climatologique est très importante, car les potentialités sont déterminées grâce aux paramètres climatiques. La région de Sidi Bel Abbès, de part sa position géographique, est soumise aux conditions climatiques continentales et aux faibles influences maritimes. Son climat se définit par une période chaude et sèche et une période fraîche ou prédominante, les caractéristiques du climat méditerranéen, surtout à travers son régime de pluie très contrasté. (Meterfi, 2001).

1.2.1. La température :

Les températures moyennes traduisent la prépondérance des influences continentales sur les influences marines. Elles sont variables dans l'arrondissement selon l'altitude et les expositions, mais l'amplitude de leurs variations dans le temps (variations annuelles ou journalières) est caractéristique de la région. (Medjahdi et Kharraz, 2008).

Dans la région de Sidi Bel Abbès, les températures traduisent la prépondérance des influences continentales, la région thermique montre de forts contrastes entre l'hiver et l'été, cet aspect se manifeste par des variations moyennes journalières prononcées qui atteignent 13,56°C en hiver et 21,28°C en été.

Cependant des températures avoisinant les 47°C sont à relever par temps de sirocco (In Akli et Labane, 2008).

1.2.2. Les précipitations :

Le volume annuel des pluies est très faible, n'excédant qu'exceptionnellement les 400mm par an. La répartition saisonnière des pluies met en relief un rapport très marqué entre le régime thermique et apports pluviométriques.

Le maximum des pluies suivent en saison froide, l'hiver cumule les 41% des apports annuels, le reste est réparti entre l'automne, le printemps ; saison assez fraîche qui totalisent respectivement le 30 et 60% des précipitations annuelles. Par contre, en saison chaude, la sécheresse est presque absolue.

Les pluies non efficaces, en été, ne regroupent que le 03% de la totalité qui se représente considérablement sur la vie végétale (Medjahdi et Kharraz, 2008).

En raison de l'existence de plusieurs zones hétérogènes la pluviométrie va en régressant du nord au sud :

- 300 à 400 mm de pluies/an dans le nord : Tessala et la plaine de Sidi Bel Abbès.
- 150 à 200mm de pluviométrie annuelle dans les hautes palaines.
- 100 à 150 mm de pluie annuellement dans la zone steppique.

La répartition saisonnière des pluies s'établie de la manière suivante :

- L'hiver : 41%
- L'automne : 30%
- Le printemps : 26%
- L'été : 3%. (Meterfi.B, 2001).

1.2.3. Les vents :

Les vents dominants sont du nord-ouest, observés en toute saison pendant 10 à 15 jours. Les vents du nord sont aussi répartis sur toute l'année à saison de 4 à 5 jours par moi.

Les vents d'ouest sont caractéristiques de l'hiver (07 à 10 jours par mois), et vents du nord-est (07 à 08 jours par mois).

Le sirocco souffle environ 15 jours par an, principalement en juillet, août quelque fois aussi dès le mois d'avril causant alors de sérieux dommages aux récoltes (Medjahdi et Kharraz, 2008).

1.2.4. Les gelées :

Très brusques, introduisant une variabilité instantanée des températures, ces gelées affectent particulièrement les cultures maraichères et les vergers aux stades floraison.

Apparaissant très tôt, à partir d'octobre, les gelées peuvent se manifester durant 7 mois dans l'année pour disparaître en fin du mois d'avril. La période critique se situe du mois de décembre au mois de février, cette période cumule près de 20 jours de gelées, soit 70% du totale annuel. Le reste ne s'observe qu'une fois les 5 ans.

1.2.5. L'humidité relative de l'air :

Elle est supérieure à 70% sur les mois de l'année et ce à partir du mois d'octobre. Le maximum qui est de 78% est enregistré en saison hivernale alors que le minimum est en été, durant les mois de juillet et août. L'humidité de l'air, à cette période de l'année, descend pour atteindre les 55%, niveau d'humidité le plus bas que l'on peut relever dans la région (Adjoudj et Lahmar, 2012).

1.2.6. L'évaporation :

Les phénomènes d'évaporation sont intenses, de l'ordre de 1730.9mm/an avec un maximum de 724.79mm en été et un minimum de 234.07mm en hiver.

Le déficit hydrique engendré par l'évapotranspiration potentielle assez élevée laquelle s'ajoute l'insuffisance des apports pluviométriques, plus particulièrement à partir du mois de février ou les exigences en eau de la quasi-totalité des cultures se manifestent, perturbent sévèrement le développement normal de la végétation (Adjoudj et Lahmar, 2012).

1.3. Pédologie :

La région de Sidi Bel Abbès compte les classes de sols suivantes :

1.3.1. La classe des sols peu évolués : comprend 2 groupes distincts :

1.3.1.1. Le groupe des sols d'apport alluvial :

Il s'agit de sols profonds apurés par l'eau, l'ailleurs la présence de petits galets en atteste. Les conditions physiques exceptionnellement favorables à la végétation.

Ces sols jouent un rôle économique très important, ils sont généralement d'un grand intérêt agricole, ils offrent une gamme extrême de cultures. (Faraoun, 2002).

1.3.1.2. Le groupe des sols d'apport colluvial :

C'est des sols formés à partir d'un matériel provenant de l'érosion des pentes. La différenciation de deux horizons, indique qu'il s'agit de colluvion plus ou moins stabilisés. (Faraoun, 2002).

1.3.2. La classe des sols calcimagnésique :

Occupe la plus grande partie de la couverture pédologie au niveau de la plaine de Sidi Bel Abbés, elle est représentée essentiellement par les sous classes des sols bruns calcaires et des rendzines. (Faraoun, 2002).

1.3.3. La classe des sols à sesquioxyde de fer :

- Groupe des sols fersiallitiques à horizon calcaire.
- Groupe des sols bruns rouges.

1.4. Hydrologie :

Il est très développé et représenté fréquemment par des cours d'eau temporaires. Les oueds sont alimentés par des précipitations et par des sources dont la plus importante est localisée à Sidi Ali Benyoub. (Direction de l'hydraulique de la wilaya SBA, 2009).

1.5. Agriculture :

La wilaya de sidi bel abbés se caractérise par une double vocation agricole au nord, agro-pastoral dans les hautes plaines steppique sises au sud de la wilaya. Pour une superficie totale de 915.063 hectares.

La superficie agricole utile est de l'ordre de 358.044 hectares soit 39% le reste de la superficie de la wilaya se partage entre les espaces forestiers et alfatiers qui représentent 40% de la superficie totale de la wilaya. Les 21% restantes sont occupés par les montagnes.

Il est à signaler que l'agriculture dans la wilaya a toujours absorbé la majorité de la main d'œuvre bel abbesienne étant donné qu'elle est l'activité principale de la wilaya (Web master 10).

DEUXIEME PARTIE :
ETUDE EXPERIMENTALE

Chapitre I:
Matériels et méthodes

1. Site de l'étude :

L'expérimentation de ce thème d'étude a été conduite au niveau de la station de recherche et expérimentation INRAA sur son site à L'ITGC de Sidi Bel Abbès.

La ferme de démonstration et de production de semence de SBA est située dans l'ouest de l'Algérie, au sud-ouest de la ville à 4Km de la ville, reliée par la route nationale n°7 (route de Tlemcen), à la limite des communes de SBA et Sidi Lahcene.

2. Ses coordonnées géographiques :

- Longitude : 0°-38° Ouest
- Latitude : 35°-11° Nord
- Altitude : 485m.

3. Caractérisation de la région :

C'est une région à forte vocation agricole, où on trouve une diversification culturelle selon les zones qui diffèrent par l'altitude, la pluviométrie et le sol, mais la région est à vocation céréalière.

Les grandes cultures (céréales, légumes secs, fourrages et la pratique de la jachère) sont ainsi les principales cultures pratiquées dans la région de SBA et ses environs.

4. Le climat :

Ce site est sous l'effet d'un climat semi-aride avec une pluviométrie faible et mal répartie et des températures variables caractérisées surtout par des amplitudes thermiques importantes.

La moyenne pluviométrique annuelle est de 288 mm (Baroudi ; 2002), le climat est caractérisé par une sécheresse printanière estivale variant de 5 à 6 mois.

La moyenne des températures minimales du mois le plus froid : 2°C.

La moyenne des températures maximales du mois le plus chaude : 34°C

La pluviométrie annuelle totale a diminué de presque 100mm et les risques de sécheresse se font marquer de plus en plus, ajoutés à cela les autres risques climatiques tels que le sirocco, les gelées, etc.

Le tableau suivant représente l'évolution de la moyenne des pluviométries sur 26 ans.

Tableau11: évolution de la moyenne des pluviométries sur 26 ans

(Baroudi-INRA, 2002).

Saisons	Mois	Période coloniale	Moyenne (1980 /2006)	Différence
Automne	Septembre	100mm	86mm	14mm
	Octobre			
	Novembre			
Hiver	Décembre	159mm	121mm	38mm
	Janvier			
	Février			
Printemps	Mars	116mm	90mm	26mm
	Avril			
	Mai			
Été	Juin	20mm	13,7mm	6,3mm
	Juillet			
	Aout			
	Total	395mm	310,7mm	84,3mm

Pour ces raisons la ferme a toujours fixé dans la priorité de ses travaux d'amélioration et d'obtention variétale, la sélection de variété ayant une tolérance aux conditions de stress hydrique.

Le tableau suivant nous indique les données climatiques de la campagne 2018-2019 de la région de Sidi Bel Abbès.

Tableau12: Les données climatiques de la campagne 2018-2019 (INRA, 2019).

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai
Pluviométrie (mm)	82.7	46.3	24.6	14.7	48.5	15.9	15.2	30.2	13.5
Température(C°)	28.35	21.4	16.7	14.05	9.1	10.7	14.2	19.6	22.2

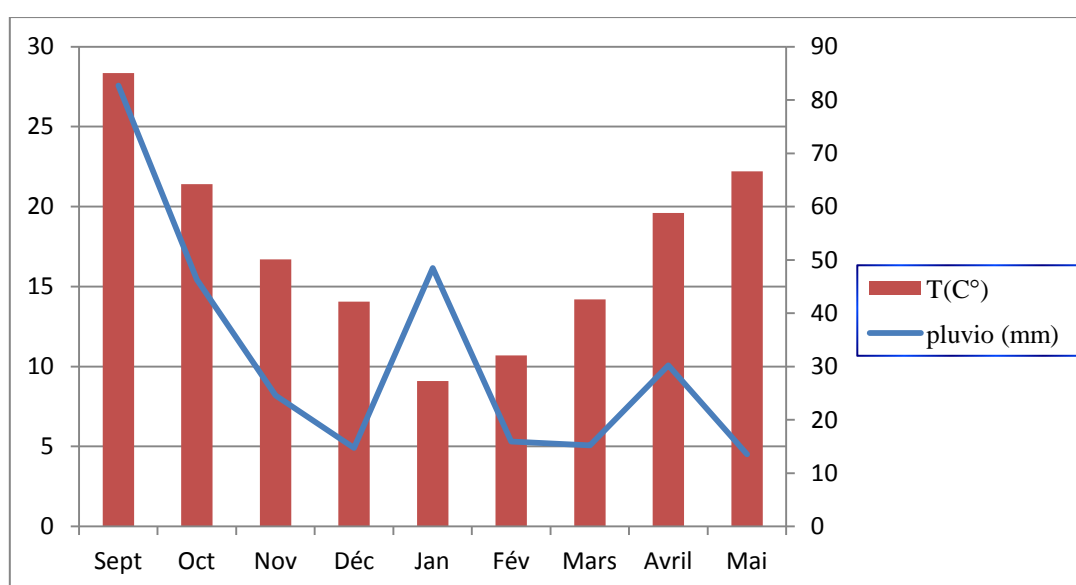


Figure 27 : La pluviométrie et la température de la wilaya de Sidi Bel Abbès 2018/2019.

5. Matériel végétale utilisées :

Le matériel végétale utilisées est issu du programme d'amélioration génétique des orges de l'INRA des lignées testées sous le produit de croisement réalisé entre la variété locale Saida pour ces caractères de tolérances aux effets contraignants du climat semi-aride de l'ouest et les lignées préalablement sélectionnées sous le même climat pour leur adaptation leur potentiel de rendement ;leur précocité et leur tolérances aux maladies.

Le matériel génétique testé est composé du produit de 08 croisements réalisées avec la variété local Saida (parent essentiel et témoin).

Le tableau ci-dessous nous montre le matériel végétal testé.

Tableau 1: Matériel végétal testé.

N°	Nom de lignée	Nom des lignées
01	LS 5	Lignee527/NK1274//JLB70-063/3/Bda
02	LS 9	Saida/6/cita'S'/4/Apm/RI//Manker/3/Maswi/Bon/ 5/Copal'S'/7/
03	LS 15	Chn01/CC89//Arial/3/Lignee640/Bgs//Cel/4/Lignée527/Aths
04	LS 16	Lignee527//NK1272//JLB70-063/3/Saida
05	LS 17	Lignee527//NK1272//JLB706063/3/Alanda/Zafaraa//Goliria/'S' Copal/'S'
06	LS 18	Saida/6/Cita'S'/4/Apm/RI//Manker/3/Maswi/Bon/ 5/Copal'S'/7/Malouh/8/Alanda-01
07	LS 20	Saida/6/Cita's'/4/Apm/RI//Manker/3maswi/Bon/5 /Copal'S'/7/Malouh/8/Alanda-01
08	LS 22	Saida/6/Cita'S'/4/Apm/RI//Manker/3/Maswi/Bon/ 5/Copal'S'/7/
09	Saida	Saida

6. Mise en place de l'essai :

6.1. Type de sol :

L'essai est réalisé dans un sol limono-sableux, avec un pH légèrement alcalin. Les sols de la ferme sont caractérisés par une profondeur variable (20 à 45 cm), d'une croûte calcaire peu épaisse, formée d'une couche superficielle mince très dure de structure lamellaire.

Au-dessous, se trouve une couche plus grossière plus ou moins friable.

La formation de la croûte est le résultat des conditions climatiques locales et des ressources hydrologiques.

6.2. Préparation de la parcelle :

Le sol a été préparé par un labour profond à la charrue 3 disque avec un épandage de P_2O_5 à 1,5qx par ha après cela une pulvérisation du sol a été entamée à l'aide d'un cover croop ; à la veille du semis une reprise du travail au sol a été effectuée par une herse-rotative.

6.3. Le semis :

L'opération semis réalisé en fin décembre au semoir expérimentale avec tube de descente sur une profondeur de 5cm.

La dose de semis pour cet essai d'orge la dose a été raisonnée de nombre de plant /m² ; ainsi il a été adopté un peuplement de 300 pieds/m².

7. Dispositif de l'essai :

L'essai est conduit en blocs randomisées à 3 répétitions sur des plots de 5cm de longueur sur 1,20m de largeur, soit 6m² de superficie.

8. Observation et mesure

8.1. Caractères morphologique :

- Hauteur de plante.

8.2. Composant du rendement :

- Rendement biologique
- Nombre de grain par épi
- Poids de mille grains.

Chapitre II :
Résultats et discussions

1. Les paramètres morphologiques :

1.1. Hauteur de la plante :

Le tableau ci-dessous représente le variable hauteur de plante ;

Tableau 14 : variable hauteur de plante.

	Les variétés	2011/2012	2018/2019
01	LS 22	96	55,5
02	LS 16	92	60
03	LS 18	88,5	60
04	LS 09	87	55
05	LS 15	86	53,5
06	LS 05	83	52
07	LS 17	81	40
08	LS 20	80	52.5
09	Saida	98.5	63.5

Le graphe ci-dessous est une représentation du tableau précédent.

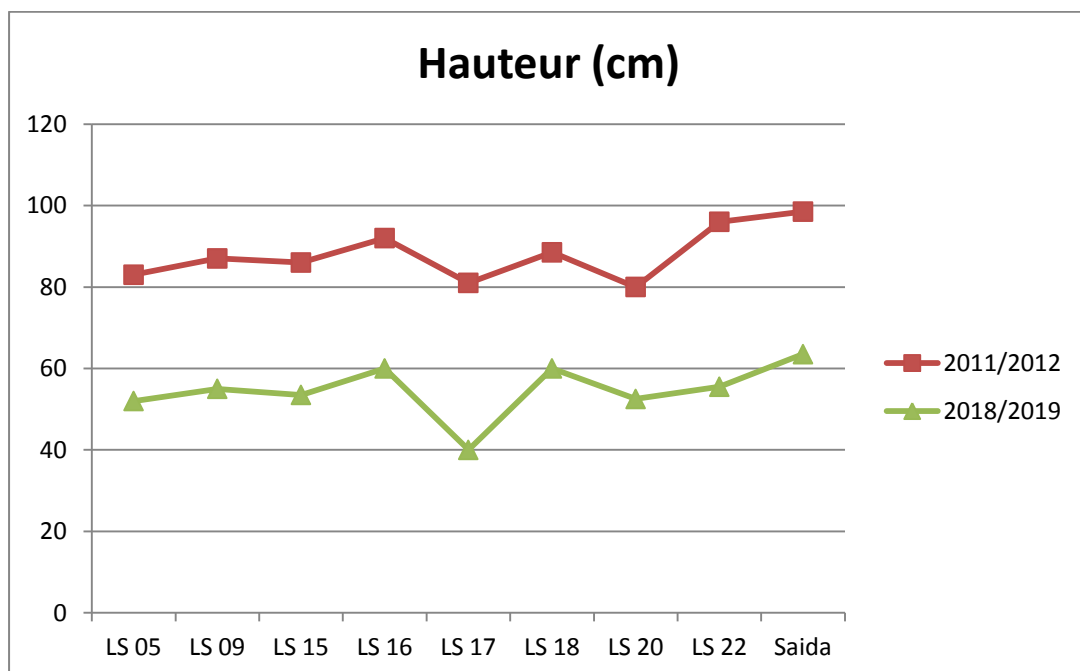


Figure 28 : variable de hauteur de plante.

Les valeurs enregistrées sur le tableau n° 14 du paramètre morphologique hauteur de la plante, nous montre que toutes les lignées sont significativement inférieures au témoin.

Par contre il n'ya aucune lignées significativement supérieurs ou égale au témoin durant les deux compagnes de comparaison (2011/2012) et (2018/2019).

Mais nous avons remarquée aussi que les deux lignées **LS22** et **LS16** se rapproche au témoin avec une valeur de 96 cm et 92 cm pour la compagne (2011/2012).

Nous relevons aussi que pour la compagne (2018/2019) ; **LS16** et **LS18** se rapproche au témoin avec une valeur de 60 cm.

2. Les paramètres du rendement :

2.1. Nombre de grain par épi :

Le tableau ci-dessous représente le variable de nombre de grains par épi ;

Tableau 15 : variable de nombre de grains par épi.

	Les variétés	2011/2012	2018/2019
01	LS 05	38	31.8
02	LS 09	34	36.8
03	LS 15	41	32.2
04	LS 16	37	34.6
05	LS 17	33	25.4
06	LS 18	40	35.4
07	LS 20	53	36.4
08	LS 22	31	35
09	Saida	33	31.2

Le graphe ci-dessous représente le nombre de grain par épi :

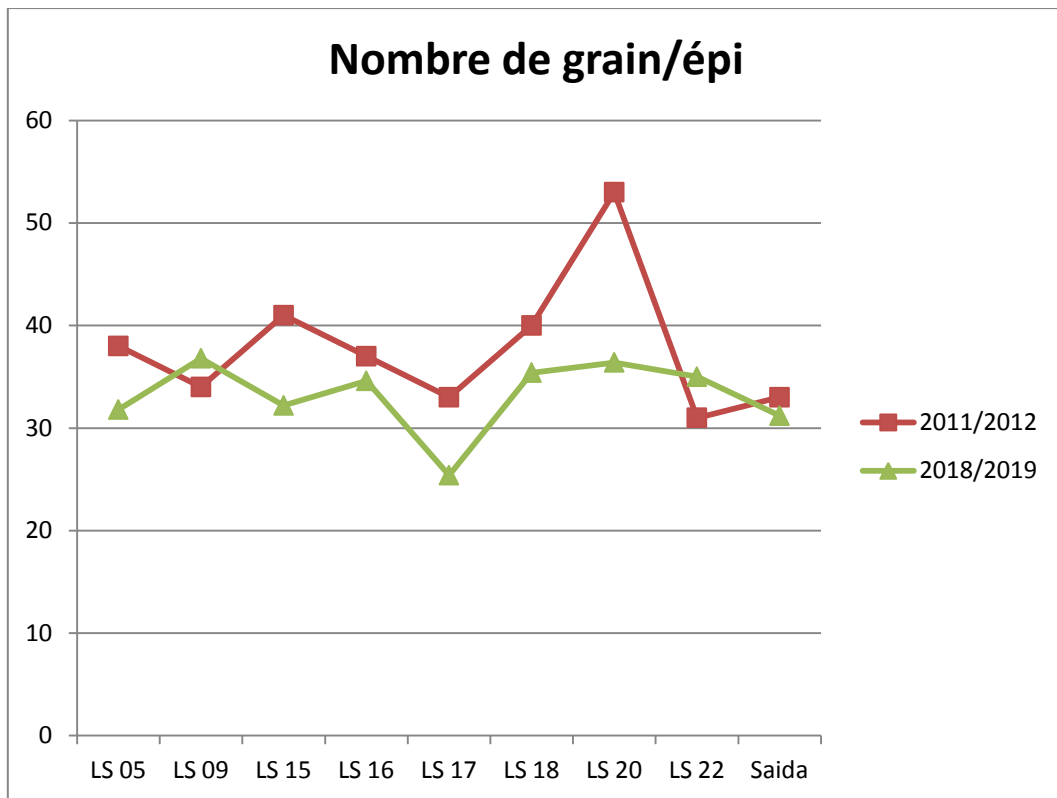


Figure 29: Variable de nombre de grain par épi.

Le paramètre du nombre de grain par épi montre à travers les valeurs du tableau n°15 qu'il y a six lignées (**LS05, LS09, LS15, LS16, LS20, LS22**) sont significativement supérieures aux témoins durant les deux campagnes (2011-2012) et (2018-2019).

Par contre nous relevons que la lignée **LS17** est égale aux témoins durant la campagne (2011-2012) et inférieure aux témoins en (2018-2019), et la lignée **LS22** est significativement inférieure aux témoins en (2011-2012).

Du coup nous allons procéder au classement des lignées significativement supérieures durant les deux campagnes (2011-2012) et (2018-2019); le tableau ci-dessous représente ce classement.

Le tableau ci-dessous représente le classement des lignées significativement supérieures durant les deux campagnes (2011-2012) et (2018-2019).

Tableau 16 : le classement des lignées significativement supérieures durant les deux campagnes (2011-2012) et (2018-2019).

	les variétés	2011/2012	Les variétés	2018/2019
1	LS20	53	LS09	36
2	LS15	41	LS20	36
3	LS18	40	LS18	35
4	LS05	38	LS22	35
5	LS16	37	LS16	34
6	LS09	34	LS15	32

Le graphe ci-dessous représente le classement des lignées significativement supérieures durant les deux campagnes (2011-2012) et (2018-2019).

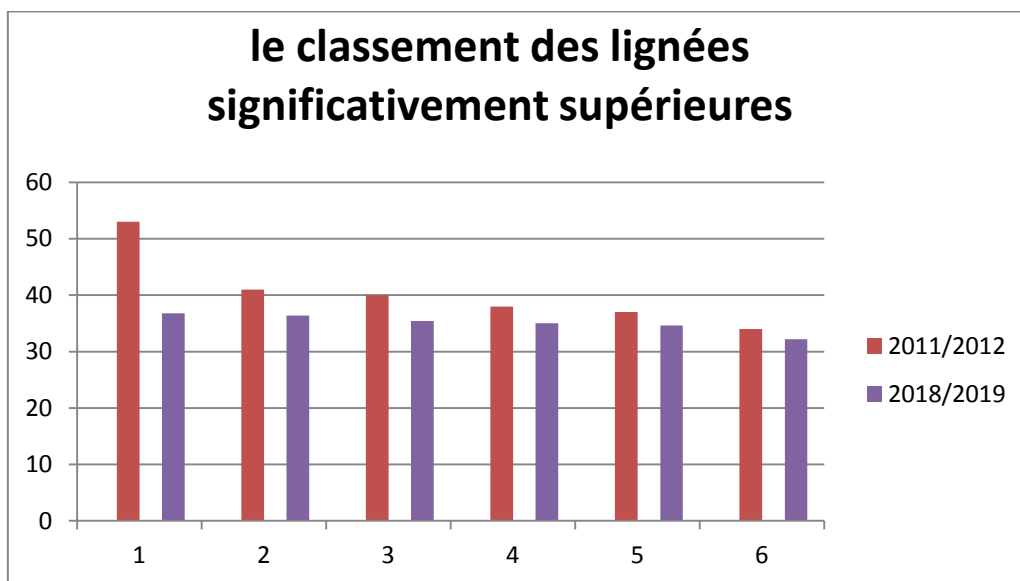


Figure 30 : Histogramme du classement des lignées significativement supérieures durant les deux campagnes (2011-2012) et (2018-2019).

La lignée **LS20** enregistré le meilleur score avec **53** grains par épi pour la campagne (2011/2012) et la lignée **LS09** enregistré un meilleur score avec **36** grains par épi pour la campagne (2018/2019).

La lignée **LS15** enregistré aussi un meilleur score avec **41** grains par épi pour la campagne (2011/2012) et la lignée **LS20** enregistré un score de **36** grains par épi pour la campagne (2018/2019).

La lignée **LS18** enregistré un meilleur score avec **40** grains par épi pour la campagne (2011/2012), et un score de 35 grains par épi pour la campagne (2018/2019).

La lignée **LS05** marqué un score de **38** grains par épi pour la campagne (2011/2012), et un score de **35** grain par épi pour la lignée **LS22** durant la campagne (2018/2019).

La lignée **LS16** enregistré un meilleur score par rapport au témoin avec **37** grains par épi pour la campagne (2011/2012), et un score de **34** grains par épi durant la campagne (2018/2019).

La lignée **LS09** enregistré un score de 34 grains par épi pour la campagne (2011/2012), et la lignée **LS15** marqué un score de **32** grains par épi durant la campagne (2018/2019).

Cependant on relève que 2 lignées sont intéressantes : **LS20** et **LS18**.

2.2. Poids de milles grains (PMG) :

Le tableau ci-dessous représente le poids de mile grains PMG.

Tableau 17: variable du poids de mile grains PMG.

	Les variétés	2011 /2012	2018 /2019
01	LS 05	40.26	43
02	LS 09	33.33	44
03	LS 15	36.04	39
04	LS 16	37.66	39
05	LS 17	50.23	39
06	LS 18	42.68	46.5
07	LS 20	30.34	43.5
08	LS 22	36.32	43.5
09	Saida	50.36	52

Le graphe ci-dessous représente le poids de milles grains :

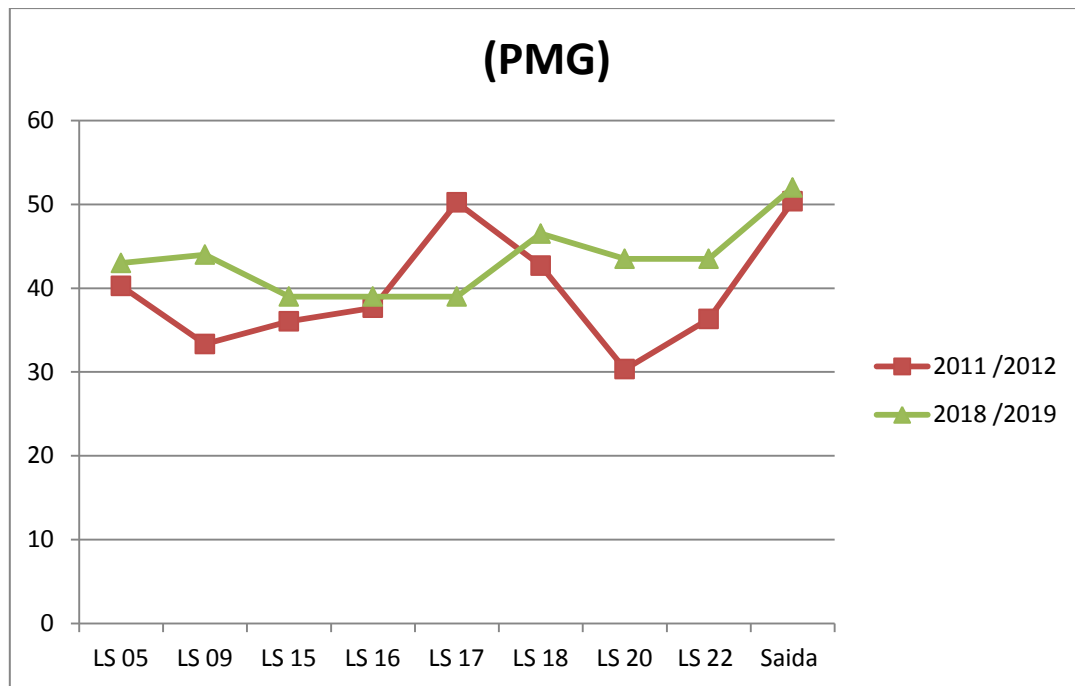


Figure 31: Variable du poids de mille grains (PMG).

Le paramètre de poids de milles grains montre à travers le tableau n°17 qu'il n'y a aucune lignée significativement supérieure ou égale aux témoins, par contre toutes les lignées sont significativement inférieures aux témoins durant les deux campagnes (2011-2012) et (2018-2019).

Mais nous avons remarqué que la lignée **LS17** se rapproche au témoin avec une valeur de **50,23 g** pour la campagne (2011/2012), et la lignée **LS18** se rapproche au témoin avec une valeur de **42,68 g** pour la campagne (2011/2012) et une valeur de **46,5 g** pour la campagne (2018/2019).

2.3. Le rendement :

Le tableau ci-dessous représente le rendement biologique.

Tableau 18 : variable rendement biologique.

	Les variétés	2011 /2012	2018 /2019
01	LS 05	55.075	89.5
02	LS 09	44.422	104.5
03	LS 15	36.941	80
04	LS 16	44.589	100.5
05	LS 17	49.727	87
06	LS 18	72.043	87
07	LS 20	34.890	130
08	LS 22	31.525	80.5
09	Saida	56.67	88

Le graphe ci-dessous représente le rendement :

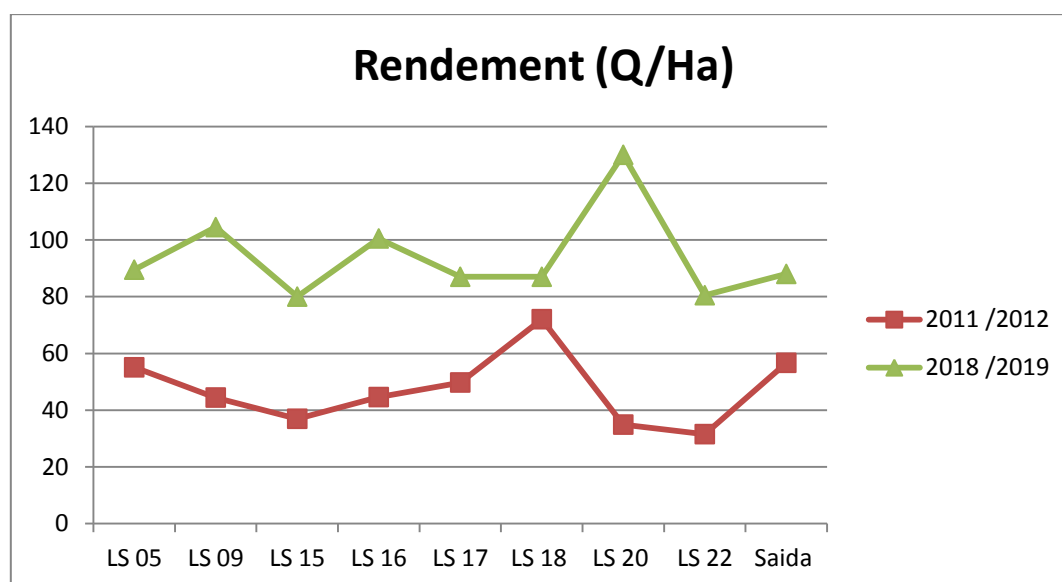


Figure 32: Variable rendement biologique.

Pour la campagne (2011/2012) ; le paramètre du rendement montre à travers les valeurs du tableau qu'il ya une seule lignée significativement supérieurs au témoin c'est la lignée **LS18** avec une valeur de **72,043** quintaux/hectares, le reste des lignées sont significativement inférieurs au témoin.

Par contre pour la campagne (2018/2019) ; nous constatons qu'il y'a 4 lignées (**LS20, LS09, LS16, LS05**) sont significativement supérieurs et qui ont données de bons rendements par rapport au témoin, le reste des lignées sont significativement inférieur aux témoins.

Donc la meilleure lignée est la **LS18** avec une valeur de **72,043 quintaux/hectares** pour la campagne (2011/2012), et la **LS20** avec une valeur de **130 quintaux/hectares** pour la campagne (2018/2019).

3. Discussion :

Avant d'entamer une discussion des résultats obtenus il est très utile de rappeler qu'on a fait une comparaison entre deux campagnes (2011/2012) et (2018/2019).

Du coup ; on a remarqué que le travail qu'était mené au champ sous les conditions semi aride a démontré que les 08 lignées testées avec le témoin Saida durant les deux campagnes (2011/2012) et (2018/2019) a présenté des caractères intéressants pour la sélection et l'amélioration génétique de plante de l'orge.

Les sélections permettant l'amélioration et l'adaptation de la culture de l'orge en conditions de sécheresse, par le choix des lignées intéressantes.

Parmi les quatre paramètres étudiés, deux paramètres à savoir le nombre de grain par épi et le rendement, ont montré une supériorité significative par rapport au témoin local. Excepté les paramètres, la hauteur et le poids de mille grains (PMG) qui sont significativement inférieure durant les deux campagnes (2011/2012) et (2018/2019).

Ces paramètres ont été étudiées au niveau de ces lignées et seront soit intégrées dans un bloc de croisement ou bien sélectionnées puis les lancer dans la production pour les paramètres intéressants qu'elles présentent.

Cette variabilités génétique montre bien qu'il existe au niveau des lignées étudiées, un potentiel génétique intéressant sous les conditions de stresse hydrique de la région.

Pour cela ces lignées seront soit multipliées pour aboutir à un milieu producteur, soit exploitées pour leurs caractères pour l'amélioration dans un bloc de croisement. Il ya deux paramètres qui sont très important dans les cultures céréalières en terme de production, le rendement biologique et le rendement en grains puisque la paille est utilisée comme fourrage et l'épi sert à la production en grains.

Les meilleures lignées dans ces deux paramètres sont :

La lignée **LS18** pour la campagne (2011/2012) et la lignée **LS20** pour la campagne (2018/2019).

Ainsi nous nous sommes orientés vers l'analyse d'un autre paramètre qui influence la production végétale, c'est le nombre de grain par épi.

L'analyse des résultats montre des différences entre les lignées étudiées durant les deux campagnes (2011/2012) et (2018/2019).

Les lignées qui ont un nombre de grain par épi plus élevé que le témoin sont :

La **LS20** (53 grain/épi), la **LS15** (41 grain/épi), la **LS18** (40 grain/épi), la **LS05** (38 grain/épi), la **LS16** (37 grain/épi) et la **LS09** (34 grain/épi) durant la campagne (2011/2012).

La **LS09** et la **LS20** (36 grain/épi), la **LS18** et la **LS22** (35 grain/épi), la **LS16** (34 grain/épi), la **LS15** (32 grain/épi) pour la campagne (2018/2019).

Les lignées qui ont un nombre de grain par épi inférieure au témoin sont : **LS22** (31 grain/épi) la campagne (2011/2012) et **LS17** (25 grain/épi) pour la campagne (2018/2019).

Concernant le paramètre de la hauteur, nous constatons que toutes les lignées durant les deux campagnes sont significativement inférieures, mais on a choisi les lignées qui sont rapproche au témoin :

La **LS22**, la **LS16** et la **LS18** pour les deux campagnes (2011/2012) et (2018/2019).

Donc nous relevons que les lignées qui ont présenté une hauteur qui se rapproche au témoin, ont un rendement en grain moyen. Par contre, les lignées qui ont une hauteur moyenne, ont eu un bon rendement en grains.

Donc les lignées peuvent être choisies selon des cas :

En cas d'irrigation les lignées qui peuvent être privilégiées sont celles qui ont une hauteur équivalente aux lignées **LS22**, **LS15** ainsi la variété témoin Saida puisque l'irrigation sert à l'augmentation du rendement.

Les lignées ayant une hauteur moyenne peuvent être adoptées en sec comme les lignées **LS20**, **LS16** et **LS09**.

Conclusion

Conclusion générale

Il est important avant d'utiliser une variété de connaître ses caractéristiques pour savoir si elle s'adapte à l'environnement pour lequel elle est destinée.

En plus de la qualité productive, le choix approprié des variétés doit être raisonné en fonction des zones d'adaptation et des contraintes climatiques.

Afin d'améliorer les rendements de la production céréalière, il est nécessaire pour les agriculteurs d'adopter des techniques de production adéquates dans la zones ou ils sont localisés.

Cette étude sur la culture de l'orge sous les conditions semi-arides, a montré que l'introduction de nouvelles lignées permet un gain significatif en rendement, le taux d'adoption de ces variétés peut avoir des implications positives sur le système de cultures, le système fourrager, le rendement, et le revenu des agriculteurs.

Les résultats obtenus au cours de cette étude concernant la comparaison entre deux campagnes (2011/2012) et (2018/2019) avec le témoin Saida dans la région de Sidi Bel Abbés ; que le potentiel génétique testé sur l'orge montre qu'il est possible de sélectionner des variétés mieux productives que la variété locale et cela en comparaison au témoin à travers l'étude des quatre caractères (morphologique, composante de rendement).

Ces lignées sélectionnées se sont exprimées malgré la taille des graines obtenue qui est relativement petite pour cause de stress hydrique ont montrées un potentiel génétique intéressant pour l'amélioration du rendement.

Ceci a permis de sélectionner des lignées potentielles par rapport au témoin Saida, ces lignées sont :

En terme de rendement la **LS18** pour la campagne (2011/2012) et la **LS20, LS09** et **la LS16** pour la campagne (2018/2019).

Références bibliographiques

- **Aït Rachid L., 1991.** Essai comparatif de quelques lignées F6 d'orge (*Hordeum vulgare*L.). Thèse d'ingénieur. INA, El Harrach, pp 39.
- **Adjoudj et Lahmar, 2012.** Etude de comportement de huit lignées d'orge dans la région de Sidi Bel Abbès. Mémoire d'ingénieur en EVE. Patho. Ecosy. Université Sidi Bel Abbès. pp, 85.
- **Akli et Labane, 2008.** Etude de comportement de nouvelles lignées d'orge dans la région de Sidi Bel Abbès. Mémoire d'ingénieur en EVE. Patho. Ecosy. Université. Sidi Bel Abbès. pp, 83-84.
- **Alfosio-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, pp 14.
- **Amboulet A. Masse J et Triboi E., 1983.** Colloque International sur les céréales à cambridge. Extrait rev. Perspective agricole n° 76. PP 44.
- **Anonyme, 2009.** Orge commune. http://fr.wikipedia.org/wiki/Orge_commune, pp 10-24-25.
- **A.N.N, 1993.** Les ressources phytogénétiques. Document de travail, janvier 93, pp 40.
- **Arbouche H.S., Arbouche Y., et Arbouche F., 2008.** Valeur nutritive de quelques variétés d'orge algériennes pour l'alimentation des ruminants. *Recherche agronomique*, pp 25.
- **Badr A., Muller K., Schafer-Pregl R., El-Rabey H., Effgen S., Ibrahim H. H., Pozzi C., Nevo E., 1992.** Origin, Evolution, Population Genetics and Resources for breeding of Wild barley, *Hordeum spontaneum*, in the Fertile Crescent, In; Barley: Genetics, Biochemistry, Molecular Biology and Biotechnology. P.R. Shewry, ed. Biotechnology in agriculture, 4; 19-44
- **Bagga A.K., Ruwali K.N. et Asana R.D., 1970** - Comparison of responses of some Indian and semi dwarf Mexican wheat to irrigated cultivation. *Indien J, Agri, Sci*, pp 46.
- **Baldy C., 1973.** Progrès récents concernant l'étude du système racinaire du blé (*Triticum Sp*). *Ann. Agron.* 24 (2). P 241-276.
- **Baldy C., 1993.** Effets du climat sur la croissance et le stress hydrique des blés en méditerranée occidentale. In tolérance à la sécheresse des céréales en zone

- méditerranéenne (diversité génétique et amélioration variétale). Ed. INRA, France, les colloques n° 64, pp 47.
- **Bammoun A., 1993.** Introduction de mutations morpho physiologiques chez le blé et l'orge. Utilisation pour l'amélioration génétique de la tolérance à la sécheresse. In tolérance à la sécheresse des céréales en zone méditerranéenne (diversité génétique et amélioration variétale). Ed. INRA France, les colloques n°64, pp 47.
 - **Belaid D. 1996.** Aspect de la céréaliculture algérienn. Office des Publications Universitaires, Alger, pp 9-10.
 - **Belaid DJ., 1986.** Aspect de la céréaliculture algérienne, OPU, pp 24.
 - **Benabdallah N et Bensalem M., 1993.** Paramètres morpho physiologiques de sélection pour la résistance à la sécheresse des céréales. In Tolérance à la sécheresse des céréales en zone méditerranéenne. Les colloques. n° 64. INRA. Paris, pp 47.
 - **Benlaribi M., 1990.** Adaptation au déficit hydrique chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.) : Etude des caractères morphologiques et physiologiques. Thèse de Doctorat d'Etat, I.S.N.- Université de Constantine, pp 9.
 - **Benmohammed A ; 1996.** Association et héritabilités de quelques caractères à variation continue chez l'orge (*hordeum vulgare* L.). Thèse de magister, INA, El Harrach, pp 40.
 - **Berger M., 1984.** Les lipides du blé tendre. Etat actuel de nos connaissances. Sciences des aliments, pp 16.
 - **BIDAULT, 1971.** Variation et spéciation chez les végétaux supérieurs (Notions Fondamentales de Systématique Moderne). Ed.Doin ; pp 59-61-63-64.
 - **BINGHAM I.J., HOADS.P., THOMASW.T.B., NEWTONA.C., 2012.** Yield response to fungicide of spring barley genotypes differing in disease susceptibility and canopy structure, Field Crops Research, Volume 139, pp 45.
 - **BLOUET. E., GAILLARD B., MASSE J., 1984: in HARGAS. H., 2007.** Identification et sélection des caractères de résistance à la sécheresse chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.) dans les conditions semi-aride des hauts plateaux de Sétif. Thèse de magister en sciences agronomique, Institut national d'agronomie.INA. Harache, 2007, pp 22-23.
 - **Boeuf F., 1948.** Objectifs de la recherche agronomique, méthodes d'expérimentation. Nouvelles encyclopédies agricoles, pp 44.

- **Bonjean A., 2001.** Histoire de la culture des céréales et en particulier de celle du blé tendre (*Triticum aestivum L.*). Eds. Le Perche S., Guy P. et Fraval A. agriculture et biodiversité des plantes. Dossier de l'environnement de l'INRA, pp 3-4.
- **Boufenar Z., Zaghouane O., Zaghouane F., 2006.** Guide des principales variétés de céréales à paille en Algérie. Ed. ITGC, ICARDA., Alger, pp 41.
- **Boukecha D., 2001.** Etude agronomique et génétique de la tolérance à la sécheresse de quelques variétés de blé dur (*Triticum durum Desf.*). thèse de magister, INA, El-Harrach, pp 47.
- **Boulal H., Zaghouane O., EL Mourid M. et Rezgui S., 2007.** Guide pratique de la conduite des céréales d'automne (blés et orge) dans le Maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie). Ed. TIGC, INRA, ICARDA, Algérie, pp 9-24.
- **BOUZERZOUR H., 1990.** Caractéristique d'adaptation des orges destinées aux hauts plateaux sétifiens. Céréaliculture, pp 44-45.
- **BOUZERZOUR H., ADJABI A., BENMAHAMED A, HADJSAHRAOUI N., HARKATI A., 2000 :** Production et adaptations comprimées des variétés de céréales en zone semi-aride d'altitude. Céréaliculture n° 37 : 4-13.
- **Camille M., 1980.** Céréales .Phytotechnie spéciale bases scientifiques et techniques de la production des principales espèces de grande culture en France. Maison rustique, PARIS, 1980, pp 9.
- **Ceccarelli S. and Grando, S., 2006.** *Hordeum vulgare L.* In: Brink, M. & Belay, G. Editeurs. PROTA 1: Cereals and pulses/Céréales et légumes secs. PROTA, Wageningen, Pays Bas , pp 23-24-25.
- **Chadefaud, M., L. Emberger. 1960.** Traité de Botanique Systématique. Editeur Masson et Cie, Paris, pp 6.
- **CHAMEKH Z., 2010.** Analyse de la réponse de quelques génotypes de blé dur (*Triticum turgidum ssp durum*) à la contrainte saline dans trois Gouvernorats du centre de la Tunisie, mémoire master en agronomie et biotechnologie végétale, Institut national agronomique, Tunisie. PP 45.
- **CHEHAT F , 2007 :** Analyse macroéconomique des filières , la filière blés en Algérie . Projet PAMLIM « Perspectives agricoles et agroalimentaires Maghrébines Libéralisation et Mondialisation » Alger. pp, 1.

- **CHIARA C., ET MARIA V., 2014** : Chapter Five - Genetic Control of Reproductive Development in Temperate Cereals, In: Fabio Fornara, Editor(s), *Advances in Botanical Research*, Academic Press, Volume 72, pp 21.
- **C.I.H.E.A.M ; 1988.** La production de semences de céréales à paille, légumes secs et légumineuses fourragères en Algérie. Diagnostic et recommandations (document définitif). PP 40.
- **Courvoisier C., 1984.** Polymorphisme des protéines de réserve de blé tendre. Aspects génétique, biochimiques, technologiques et agronomiques de critère électrophorétique de la valeur intrinsèque. Thèse docteur d'état, université Paris sud centre d'Orsay, pp 16.
- **Couvreur F. et Masse J., 1983.** Formation du rendement et niveau de production. *Rev. Perspective*, pp 22-23-44.
- **Czuchajowska Z., Klamczynski A., Paszczynska B., Baik B.-K., 1998.** Structure and functionality of barley starches. *Cereal Chemistry*, pp 16.
- **DEMARLY, 1977. Génétique et amélioration des plantes. Collection sciences agronomique.** Ed. MASSON, paris, pp 65.
- **Demarly Y., 1987.** L'impact possible des biotechnologies sur les semences de l'an 2000, *Industrie Agro-alimentaire*, pp, 15-21-54-67.
- **DE MOLON, 1968.** Principes d'Agronomie 2- Croissance des végétaux cultivés. Ed. MASSON, pp 61.
- **Djekoun A., Ykhlef N., Bouzerzour H., Hafsi., Hamada Y. et Kahalil., 2002.** Production du blé dur en zones semi- arides: identification des paramètres d'amélioration du rendement. III journées scientifiques sur le blé dur 11, 12, 13 février 202. Univ. Mentouri. Constantine, pp 47.
- **DSA ; 2020.** Direction des services agricoles. Bureau des statistiques Sidi Bel Abbès ; pp 36-37-38.
- **Erroux J., 1952.** Les céréales de l'Ouadi El Ajal (Fezzan). *Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique du Nord*, pp 8-40.
- **Erroux J. SD.** Les blés des oasis sahariennes. Univ. D'Alger, Inst. Rech. Saharienne. Mémoire n°7. 1179.
- **Evans, L.T., 1976.** Physiological adaptation to performance as crop plants. *Phil.Trans. R. Soc. London, B*, pp 49.

- **Faraoun F., 2002.** cartographie des sols de la plaine de Sidi Bel Abbes et évaluation des potentialités édaphiques. Mémoire de magister en écologie Appliquée. Université de SBA. pp, 86.
- **FEDERICO M., AMEDEO R., MASSIMO B., 2014 :** Enhancing grain yield and quality of winter barley through agronomic strategies to prolong canopy greenness, Field Crops Research, Volume 170. PP, 1.
- **Feillet P., 2000.** Le grain de blé. Composition et utilisation. Edition INRA, pp 6.
- **Feldman M., 1976.** Taxonomic classification and names of wild, primitive, cultivated, and modern cultivated wheat. In: Simmonds N.W. ed., Evolution of crop plants. Longman, London, pp 3.
- **Fichier canadien sur les éléments nutritifs, 2010. Santé Canada.** Disponible Sur.<http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/nutrition/fiche-nutri-data/cnf_aboutus_a proposdenous_fcen-fra.php> (Consulté le 07 Avril 2015), pp 15-17-18.
- **FISCHER. R.A., 1985: in HARGAS. H., 2007.** Identification et sélection des caractères de résistance à la sécheresse chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.) dans les conditions semi aride des hauts plateaux de Sétif. Thèse de magister en sciences agronomique, Institut national d'agronomie.INA. Harache, pp 21.
- **FLATEN O., BAKKEN K., RANDBY T., 2015.** The profitability of harvesting grass silages at early maturity stages: An analysis of dairy farming systems in Norway, Agricultural Systems, Volume 136, pp 21.
- **GALLAIS A, 1973.** Sélection pour plusieurs caractères. Synthèse Critique et Généralisation Ann. Amélior. Plantes, 23 (3), pp 13-28
- **GALLAIS, 1990. Théorie de la sélection en amélioration des plantes.** Ed. MASSON, paris, pp 62-65.
- **Gate P. Bouthier A. Woznica K. et Manzo M6E., 1992.** La tolérance des variétés de blé tendre d'hiver à la sécheresse : Premiers résultats ITCF, Perspectives agricoles, pp 47.
- **Genech De La Louvière T., 1971.** Manuel d'agriculture. Synd. agricole, Lille p. 93-95.
- **Godon B. 1991.** Composition biochimique des céréales. A : Grains d'avoine, blé, maïs, orge, seigle, triticales. In : B. Godon, C. Willm, Les industries de première transformation des céréales Paris : Lavoisier, pp 10-11.

- **Goupy P., Hugues M., Boivin P. et Amiot M. J., 1999.** Antioxidant composition and activity of barley (*Hordeum vulgare*) and malt extracts and of isolated phenolic compounds. *Jour of the Science of Food and Agriculture*, vol. 79, N°12, pp 18.
- **Grando Stefania, Helena Gomez Macpherson, 2005.** Food Barley: Importance, Uses and Local Knowledge, ICARDA, pp 14.
- **Grignac P., 1978.** Le blé dur : Techniques agricoles. Tome, pp 44.
- Grillot G., 1959. La classification des orges cultivées. *An. Amélioration des Plantes*, vol. 4, pp 46-86.
- **Guiga Wafa, 2006.** Identification des inhibiteurs de la germination de l'orge et mise au point d'un procédé de traitement des eaux de trempé en malterie en vue de leurs recyclage. Thèse de doctorat. Institut national polytechnique de Lorraine, pp 13.
- **Hakimi M., 1993.** L'évolution de la culture de l'orge : le calendrier climatique traditionnel et les données agro-météorologiques modernes. *Proceeding of an International Symposium, Tunis*, Ed. Jones M., Marthys G., Rijks D, pp 24-39.
- **Hanifi- Mekliche, 1983.** Etude agronomique, analyse diallèle et cytogénétique de quatre variétés de blé tendre cultivées en Algérie. Thèse Magister, pp 40.
- **Hariri A., 2003. Etude et modélisation de la trempé en malterie. 2003.** Thèse de doctorat. ENSIA, Institut national polytechnique de Lorraine, pp 12-15-16.
- **Harlan J.R., Zohary D., 1966.** Distribution of wild wheat and barley. *Science*, pp 4.
- **Harlan J.R., 1976.** Barley. In: *Evolution of crop plants*; NW. Simmonds, Ed. Longman Inc., New York, pp 3.
- **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 ; pp 9.
- **Henry Robbert J., 1988.** The carbohydrates of barley grains-Areview. *J.Inst. Brew.* Vol, 94, pp 16.
- **I.C.A.R.D.A, 2001.** Arabic Version of «ICARDA Annual Repport 2000 » Published by the International Center for Agricultural Research in the Dry Areas "ICARDA", pp 39.
- **Ingoat G. Couvreur F., 1979.** Du nouveau sur la croissance du blé. *Extrait rev. Perspectives agricoles*, pp 44.

- **Izydorczyk M.S., Storsley J., Labossiere D., MacGregor A.W., Rossnagel B.G., 2000.** Variation in total and soluble b-glucan content in hulless barley: effects of thermal, physical, and enzymic treatments. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, pp 16.
- **J. Bouharmont.** CRÉATION VARIETALE ET AMÉLIORATION DES PLANTES. Université catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgique
- **JACQUARD A et SERRE J-L, 1977.** La génétique peut-elle être quantitative ; *La Recherche* , pp 65-68.
- **Jestin L., 1992.** L'orge. *In: Gallais A. et Bannerot H. (Eds.). Amélioration des espèces végétales cultivées.* Ed. INRA, Paris, pp 38.
- **Jestin L., 1996.** L'orge, *In : Amélioration des espèces végétales cultivées.* A. Gallais et H. Bannerot, Ed. INRA, pp 5.
- **Jilal A., 2011.** Assessment of genetically diverse international barley germplasm for development of food product applications. Thesis of doctora. Southern Cross University, pp 15.
- **KIRBY E.J.M., YARD A.M, 1985: in HARGAS. H., 2007 :** Identification et sélection des caractères de résistance à la sécheresse chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.) dans les conditions semi-aride des hauts plateaux de Sétif. Thèse de magister en sciences agronomique, Institut national d'agronomique. INA. Harache ,2007, pp 22.
- **Koehler P. et Wieser. H., 2013.** Chemistry of cereal grains. *In: Handbook on Sourdough Biotechnology.* Springer US, 2013. pp 16-19.
- **Kouidri S.L., 1999.** Etude de la tolérance à la sécheresse de quelques lignées d'orge (*Hordeum vulgare* L.). Thèses d'ingénieur. INA, El-Harrach, pp 47.
- **LAFARGE M., 2000.** Phenotypes and the onset of competition in spring barley stands of one genotype: daylength and density effects on tillering, *European Journal of Agronomy*, Volume 12, Issues 3–4, pp 45.
- **LAKSHMI K., SHEPHALIKA A., ET BANISETTI K., 2016.** 3 - Barley, *In Genetic and Genomic Resources for Grain Cereals Improvement*, edited by Mohar Singh and Hari D. Upadhyaya, Academic Press, San Diego, pp, 25-57.
- **LAMOTTE, 1968. Biologie Générale II.** Lois et mécanisme de l'hérédité. Ed. Doin, pp 60-61.

- **LECOCHEC, 1972.** Les méthodes de calcul du coefficient d'héritabilité en amélioration des plantes (Revue Bibliographie). Ann. Amélior. Plantes, 22(1), pp 65-66-67-68.
- **MADR. 2020.** Données statistiques du Ministère de l'agriculture. PP 29-30-31.
- **Masse J et Gate P., 1990.** La maturation. ITCF services Plantes - climats. 10 p.
- **Masle J. Meynard K. et Sebillotte M., 1981.** Etude de l'hétérogénéité d'un peuplement de blé d'hiver. Notion de structure de peuplement. Rev. agricole, pp 44.

- **MAROUF O-A, MARIE-LAURE D, ANNETTE M-B, MARIE-PASCALE P, CAROLE LAFRENIERE, PASCAL D, 2014.** Plant maturity and nitrogen fertilization affected fructan metabolism in harvestable tissues of timothy (*Phleum pratense* L.), Journal of Plant Physiology, Volume 171, Issue 16, pp 21.
- **McIntosh G.H., Whyte J., McAnther R. and Nestel P.G., 1991.** Barley and Wheat foods: Influence on plasma cholesterol concentrations in hypercholesterolemic men. *American Journal of Clinical Nutrition*, pp 25.
- **Medjahdi et Kharraz, 2008.** Etude des besoins en eau sur la culture de l'orge dans la région de Sidi Bel Abbès. Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme d'Etude Supérieur (DES). pp, 83-84-85.
- **MEKKAOUI A., 1989.** Etude de l'influence de la date et la densité de semis sur le rendement et ses composante d'une orge (*Hordeum vulgare* ,L) variétés Ascad 176 dans la région de Batna. Mémoire Ing. Univ. Batna. pp, 69.
- **Meterfi.B., 2001 in Belhoucine H. et Bahi F. Z, 2007.** Contribution à l'étude des méthodes d'exploitation en agriculture et leur impacte su la fertilité des sols au niveau de la plaine de Sidi Bel Abbas.Université de SBA. pp, 83-84.
- **Moule C., 1971.** Céréales. La Maison rustique, pp 8.
- **MOULE. C, 1980 : in BETKA R et SMAILI Y, 2006 :** Etude d'induction de la callogenèse d'orge (*Hordeum vulgare* L.), Thèse d'ingénieur d'état agronomie, université de M'sila 2006, pp 21-23.
- **Nevo E., 1992.** Origin, Evolution, Population Genetics and Resources for breeding of Wild barley, *Hordeum spontaneum*, in the Fertile Crescent, In; Barley: Genetics, Biochemistry, Molecular Biology and Biotechnology. P.R. Shewry, ed. Biotechnology in agriculture, pp 5.

- **OTOOLE. M et STOCKLE. 1989: in HARGAS. H., 2007.** Identification et sélection des caractères de résistance à la sécheresse chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.) dans les conditions semi-aride des hauts plateaux de Sétif. Thèse de magister en sciences agronomique, Institut national d'agronomie.INA. Harache, 2007, pp 21.
- **PANAUD O., 2009 :**The molecular bases of cereal domestication and the history of rice, Comptes Rendus Biologies, Volume 332, Issue 2, 2009, pp, 1.
- **Panfili G., Fratianni A. et Irano M., 2003.** Normal phase high-performance liquid chromatography method for the determination of tocopherols and tocotrienols in cereals. Journal of Agricultural and Food Chemistry, vol. 51, N°14, pp 18.
- **Picard E., 1988.** Sélection du blé : l'intégration des biotechnologies. Biofutur : pp53.
- **Picard E., 1991.** Stratégie de sélection pour les céréales. Intégration de biotechnologie en amélioration des céréales. Conférence de Saragosse, I.N.R.A / I.C.A.R.D.A, pp 44.
- **POLIANSKY, 1986.** Principes de génétique et de sélection. PP230-297 In biologie generale. Ed. MIR, Moscou ; pp 61-62.
- **Popineau Y., 1985.** Propriétés biochimiques et physicochimiques des protéines des céréales in : B. Godon, protéines végétales, Tec. Doc. Lavoisier, APRIA, Paris, pp 16.
- **Rahal-Bouziane H. et Abdelguerfi A., 2007.** Caractéristiques agronomiques et Morphologiques d'orges oasiennes (*Hordeum vulgare* L.) de la région d'Adrar (Algérie). *Recherche Agronomique*, Ed. INRA, Alger, pp 24.
- **Romagosa I. et Araus J.L., 1990.** Acciones mitigantes de la sequia en la agricultura: la mejora genetica vegetal. Jornadas sobre les sequias en Espana. Causas, efectos, remedios, y acciones mitigantes, Madrid, Espana (unpublished), pp 47.
- **Rasmusson D.C., 1987.** Barley crop. An SSA/ASA Monograph series number 56. Madison, Eds ASA, pp 5.
- **ROSEMARY K., NEWMAN C., WALTER N., 2008 :** Barley for Food and Health: Science, Technology, and Products. Wiley Blackwell Edition, pp, 1.
- **SABINE T., RAYMOND D., SAMAN S., ROBERT N., GLENN F., MICHAEL T., 2015.** Does a freely tillering wheat cultivar benefit more from

- elevated CO than a restricted tillering cultivar in a water-limited environment?, European Journal of Agronomy, Volume 64, pp 21-28.
- **SADRAS V ET CALDERINI D., 2015.** Corp physiology (second edition), Applications for Genetic Improvement and Agronomy, Elsevier Inc, pp 44.
 - **Saulnier Luc, 2012.** Les grains de céréales : diversité et compositions nutritionnelles. Cahier de nutrition et diététique 47, 45-515 (Société française de nutrition), pp 1-15-16-17.
 - **SAVIN R., SLAFER G., COSSANI M., ABELEDO G ET SADRAS V., 2015.** Chapter 7 - Cereal yield in Mediterranean-type environments: challenging the paradigms on terminal drought, the adaptability of barley vs wheat and the role of nitrogen fertilization, In Crop Physiology (Second Edition), Academic Press, San Diego, pp 21-44.
 - **SERGIO N. DANERI-CASTRO, BIRTE SVENSSON, THOMAS H. ROBERTS, 2016.** Barley germination: Spatio-temporal considerations for designing and interpreting ‘omics’ experiments, Journal of Cereal Science, Volume 70, pp 20.
 - **Simon M., Codaccioni P., et Coeux L., 1989.** Identification et classification des variétés d’orge cultivées en France, éd. INRA. France. 16p. Société Malteurop, 2000. Elaboration des malts utilisés en brasserie, techniques de l’ingénieur, pp 21-56.
 - **SOLTNER D., 1986.** Les bases de la production végétale les techniques de production des céréales 1er édition, pp 20-46.
 - **Soltner D., 2005.** Les grandes productions végétales. 20ème Edition. Collection science et techniques agricole, pp 6-7-8-9.
 - **Souillah N., 2009.** Diversité de 1 γ 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, pp 6-7-12.
 - **STASFIELD W, 1984.** Génétique quantitative, pp 221-244. In « Génétique, cours et problème. Ed. Mac Graw Hill, pp 60-61-69.
 - **Sullivan P., O’Flaherty J., Brunton N., Geev. L., Arendt E., Gallagher E., 2010.** Chemical composition and microstructure of milled barley fractions. European Food Research and Technology, vol. 230, N° 4, pp 15.

- **Van Hung P., Maeda T., Morita N., 2006.** Waxy and high-amylose wheat starches and flours—characteristics, functionality and application. *Trends in Food Science & Technology*, vol. 17, N° 8, pp 16.
- **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), pp, 55-68.
- **VEUILLE, 1992.** Une mesure moléculaire de la sélection naturelle. *La recherche*, 24, 251 ; pp 20-24.
- **Vilain M., 1987.** Production végétale T.1, les composantes de la production. Ed. J.B. Balliere et fils. Paris, pp 44.
- **WARDLAW I.F., DAWSON I.A., MUNIBI P.M, 1989: in HARGAS. H., 2007:** Identification et sélection des caractères de résistance à la sécheresse chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.) dans les conditions semi-aride des hauts plateaux de Sétif. Thèse de magister en sciences agronomique, Institut national d'agronomie.INA. Harache, 2007, pp 22.
- **WARDLAW I.F. et MONCUR. 1995: in HARGAS. H., 2007 :** Identification et sélection des caractères de résistance à la sécheresse chez le blé dur (*Triticum durum* Desf) dans les conditions semi-aride des hauts plateaux de Sétif. Thèse de magister en sciences agronomique, Institut national d'agronomie. INA. Harache, 2007, pp 22.
- **Zohary D., Hopf M., 1993.** Domestication of plants in the old world : the origin and spread of cultivated plants in West Asia, Europe and the Nile Valley, 2nd edition, Clarendon Press, Oxford, UK, pp 5.
- **Zohary D., 1999.** Monophyletic vs. polyphyletic origin of the crops on which agriculture was founded in the Near East. *Genet. Res. Crop.* Vol, pp 5.

BIBLIO-NET

Web master 1 : <https://commons.wikimedia.org/wiki/Accueil> le (16/02/2020).

Web master 2 : www.guide.mondiale.voyage.com le (03/02/2020).

Web master 3 : <https://www.vivescia.com/> le (16/03/2020).

Web master 4 : <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp>. 2004. le (02/06/2020).

Web master 5 : <http://faostat.fao.org>. Le (27/03/2020).

Web master 6 : <https://fr.statista.com/> Le (01/04/2020).

Web master 7 : <http://madrp.gov.dz/> Le (18/03/2020).

Web master 8 : <https://jardinage.ooreka.fr/> Le (15/08/2020)

Web master 9 : <https://www.gnis-pedagogie.org/> le (15/08/2020).

Web master 10 : <http://www.algeria360.com/algerie/cereales> le (23/08/2020).