



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 :

**Contribution à l'étude et à la caractérisation de 11
lignées d'orges issues d'haploïdisation de 02 variétés
d'orges Saida et Plaisant en zone semi-aride de
Sidi Bel Abbès**

Présenté par : **Mr ZAKMOUT LAKHDAR**

Mr BRAHMI LARBI

Mémoire soutenu devant l'honorable jury composé de :

Président de jury : **Mr Hazem Zouaoui**

(M.C.B/UDL/SBA)

Examineur : **Mme Belabbas Maryam**

(M.C.B/UDL/SBA)

Promoteur : **Mr Hamou Mimoun**

(attaché de recherche INRAA)

Année universitaire 2020 - 2021

Session : « juillet »

Remerciements

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

*Nous exprime nos plus profonds remerciements à notre encadreur monsieur **HAMOU MIMOUN** pour sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter ma réflexion, qu'il nous prodiguait pour la réalisation de ce travail.*

Nos tiens à remercier également toute l'équipe de l'institut technique des grands cultures(ITGC), qui nous ont fourni les outils nécessaires à la réussite de nos études universitaires, qui a accepté de présider ces conseils, son aide très précieuse et nous aidés à faire la partie pratique sur le champ.

***Madame Abbes Fatima** de service statistique de Direction de Service Agricole (DSA) qui nos aidés statistique de la région.*

Nous adressons nos sincères remerciements à tous les professeurs, intervenants et toutes les personnes qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils être guidé nos réflexions et être accepté de nos rencontrer de cette mémoire.



DEDICACES

A mes très chers parents, source de vie, d'amour et d'affection

A mes frères : ALI et MHADJI.

A mes chères sœurs

A toute ma famille, source d'espoir et de motivation

A tous mes amis

A LAKHDER, chère amie avant d'être binôme

LARBI BRAHMI

A mes chers parents pour son soutien, son aide et sa patience.

A ma très cher frère ahmed bilal, mes belles sœurs et mes grands-parents.

A tous les nombres de ma famille et toute la personne qui porte le nom

ZAKMOUT.

A mes ami(e)s.

A mes proches surtout : MAHBOUB Amine, LARAF Islam,

MERBOUH Anis abd el-nor.

*A tous mes amis qui m'ont aidé et soutenu Pendant l'accomplissement
de ce mémoire.*

A toutes la promotion de promo 2eme année master production végétale.

LAKHDAR



Résumé :

La recherche de lignées d'orge tolérantes aux conditions du semi-aride est demeure une préoccupation majeure de l'état, des chercheurs et des agronomes. C'est dans ce cadre qu'une étude sur 13 mutants d'orges issues des travaux d'amélioration génétique de l'espèce orge est lancée en Algérie pour ces différentes zones agricoles et principalement pour celles situées en zone semi-aride comme celle de sidi bel Abbès. C'est ainsi qu'une étude d'amélioration pour la sélection de lignées tolérantes aux stress biotiques et abiotiques est lancées à l'INRAA de sidi bel abbès par la contribution à l'étude et à la caractérisation de 13 mutants d'orges issues d'haploïdisation en comparaison à 02 témoins d'orges, l'un local Saida et l'autre introduit Plaisant et cela en zone semi-aride de sidi bel Abbès.

Sur les 13 mutants lancés pour l'étude, deux mutants (PLS4, PLS2) n'ont pas pu s'exprimer sous les conditions difficiles de l'année 2021 et qu'aucune notation n'a été prise sur ces deux mutants. Ainsi l'étude est poursuivie sur les 9 mutants d'orge qui malgré le stress hydrique jamais enregistré depuis 2013 ont pu tolérer ces conditions et ont enregistré des résultats en comparaison aux deux témoins locaux.

De la conclusion de ce modeste travail de recherche aux niveaux de ces 11 mutants étudiées en comparaisant aux deux témoins, il a été très difficiles d'étudié les différents caractères vu l'influences énorme des conditions de pluviométrie et de température qui ont sévit au cours de cette campagne .

La synthèse de ces résultats obtenus montre qu'aucun mutant n'a été significativement supérieur au témoin Saida, comme on relève statistiquement que la majorité des caractères des mutants étudiées ont été égales aux témoins.

De cette étude il ressort clairement que la lignée S-ert1 a exprimé 5 caractères négatifs (inferieur) par apport au témoin local sous les conditions de sidi bel abbès.

Cependant pour la lignée PLS3 elle a exprimé deux caractères significativement inferieur est cela au niveau des paramètres longueur de l'épi sans barbe (LESB) et avec barbe (LEAB). Pour le reste des lignées leurs résultats ont été significativement égaux au témoin saida.

C'est ainsi que ce travail d'amélioration qu'on a suivi, il n'a pas été possible de procéder à des sélections de mutants intéressants sous les conditions semi-arides ouest enregistrés. Au vu de ce travail et le matériel génétique enrichi disponible et vu des résultats obtenus il est recommandé que ce dernier soit refait pour la prochaine campagne 2022.

Mots clés : mutant, Amélioration génétique, haploïdisation, le stress hydrique, sélections, biotiques, abiotiques.

Summary :

The search for barley lines tolérant to semi-aride conditions remains a major concerne of the state, researchers and agronomists. It is within this framework that a study on 13 mutants of barley resulting from the genetic improvement work of the barley species is launched in Algeria for these different agricultural zones and mainly for those located in semi-area zone like that of Sidi bel abbes. Thus, an improvement study for the selection of lines tolerant to biotic and abiotic stresses and launched at INRAA of sidi bel abbes by the contribution to the study and characterization of 13 mutants of barley from haploidization in comparaison with 02 barley local check , one local check Saida and the other introduced Plaisant and that in the semi-aride zone of Sidi Bel Abbès.

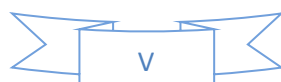
From the 13 mutants launched for the study, two mutants (PLS4, PLS2) were unable to express themselves under the harsh conditions of 2021 and no scoring has been taken on these two mutants. Thus, the study is continuing on the 9 barley mutants which, despite the water stress never recorded since 2013, were able to tolerate these conditions and recorded results in comparaison with the two local controls.

From the conclusion of this modest research work at the levels of these 11 mutants studied by comparing to the two controls, it was very difficult to study the different characters given the enormous influences of the conditions of pluviometry and temperature which prevailed during of this companion.

The synthesis of these results obtained shows that no mutant was significantly superior to the Saida control, as it is statistically noted that the majority of the characters of the mutants studied were equal to the controls.

From this study it clearly emerges that the S-ert1 line expressed 5 negative characters (inferior) by contribution to the local control under the conditions of sidi bel abbes.

However, for the PLS3 line, it expressed two significantly lower traits in terms of the length of the head without beard (LESB) and with beard (LEAB) parameters. For the rest of the lines, their results were significantly equal to the saida control.



Keys words : mutant, the genetic, the selection, haploidization, the water stress, biotic ,abiotic.

ملخص:

يظل البحث عن سلالات الشعير المقاومة مع الظروف شبه القاحلة مصدر قلق كبير للدولة والباحثين والمهندسين الزراعيين. ضمن هذا الإطار، تم إطلاق دراسة على 13 طفرة من الشعير الناتجة عن أعمال التحسين الوراثي لأنواع الشعير في الجزائر لهذه المناطق الزراعية المختلفة وخاصة تلك الواقعة في منطقة شبه الجافة مثل منطقة سيدي بلعباس. وهكذا، تم إطلاق دراسة تحسين لاختيار السلالات المحتملة للضغط الحيوي واللاحيوية في INRAA بسيدي بلعباس من خلال المساهمة في الدراسة وتوصيف 13 طفرة من الشعير من التهجير مقارنة بشاهدين من الشعير، واحد محلي سعيدة والأخرى مستوردة " بليسانت" وذلك في المنطقة شبه القاحلة بسيدي بلعباس من بين 13 طفرة تم إطلاقها للدراسة، كان اثنان من السلالات (PLS4)، ((PLS2 غير قادرين على التعبير عن أنفسهم في ظل الظروف القاسية لعام 2021 ولم يتم تسجيل أي نقاط على هذين الطفرات. وبالتالي، تستمر الدراسة على 9 طفرات الشعير والتي، على الرغم من الإجهاد المائي الذي لم يتم تسجيله منذ عام 2013، كانت قادرة على تحمل هذه الظروف وسجلت النتائج مقارنة مع اثنين من الضوابط المحلية.

من ختام هذا العمل البحثي المتواضع على مستويات 11 طفرة تمت دراستها من خلال المقارنة مع الشاهدين، كان من الصعب للغاية دراسة التشخيصات المختلفة نظرًا للتأثيرات الهائلة للرطوبة ودرجة الحرارة التي سجلت خلال هذا الموسم. توضح دراسة هذه النتائج التي تم الحصول عليها أنه لم يكن هناك طفرات متفوقة بشكل كبير على الصنف المحلي سعيدة، حيث لوحظ إحصائيًا أن غالبية السلالات المدروسة كانت مساوية للشاهدين وذلك بتطبيق الدراسة الإحصائية بواسطة البرنامج stat. box.6.4.

يتضح من هذه الدراسة أن السلالة S-ert1 عبرت عن 5 صفات سالبة (أدنى) مقارنة بالشاهد المحلي تحت ظروف سيدي بلعباس.

ومع ذلك، بالنسبة للسلالة PLS3، فقد عبرت عن سمتين أقل بكثير من حيث طول السنبل بدون صفى (LESB) ومع وجود الصفى (LEAB). بالنسبة لبقية، كانت نتائجها مساوية بشكل كبير للتحكم المذكور.

وبالتالي، بعد هذا العمل الوراثي، لم يكن من الممكن إجراء اختيارات للطفرات ذات الأهمية في ظل الظروف المناخية للبلاد شبه القاحلة المسجلة. في ضوء هذا العمل وفي ثراء المواد الوراثية المتاحة وبالنظر إلى النتائج التي يم الحصول عليها، يوصى بإعادة تصميم التجربة لسنة 2022 القادمة.

كلمات مفتاحية: طفرة، التحسين الوراثي، الإجهاد المائي، الحيوية، اللاحيوية، التهجير.

Table des matières :

Introduction

Première partie : Synthèse bibliographique

Chapitre : 01-Généralités sur l'espèce orge

1. Présentation de l'espèce.....	05
1.2. Historique Origine génétique et géographique	05
1.2.1. Historique et origine génétique de l'orge.....	05
1.3. Classification.....	06
1.4. Caractère taxonomique et morphologique	07
1.4.1. Caractère taxonomique	07
1.4.2. Caractère morphologique.....	09
1.5. Croissance et développement.....	11
1.6. Variétés d'orge.....	12
2. L'itinéraire technique	13
2.1. Rotations culturales.....	13
2.2. Les étapes de la préparation de sol :.....	13
2.2.1 : labour profond :.....	13
2.2.2 : pseudo-labour ou décompactage :.....	13
2.2.3 : travaux superficiels ou reprise du sol	13
2.3. Le semis :.....	13
2.4. LA FERTILISATION.....	14
2.5. IRRIGATION.....	15
2.6. DESERBAGE.....	16

2.7. LES MALADIES.....	18
2.7.1. Les maladies du pied :.....	19
2.7.1.1. Le piétin échaudage.....	19
2.7.1.2. Piétin verse.....	20
2.7.1.3. Le rhizoctone.....	21
2.7.2. Les maladies du pied et des épis	22
2.7.2.1. La fusariose	22
2.7.3. Les maladies des feuilles et des épis	24
2.7.3.1.1. Maladies systémiques de la semence vers l'épi	24
2.8. Moyenne de lutte.....	25
2.9. RECOLTE.....	26
2.10. STOCKAGE.....	26
3. Production et rendement	27
3.1. Production mondial.....	27
3.2. Production nationale.....	28

Chapitre 02 : Amélioration et sélection de l'orge

1. Amélioration et sélection de l'orge.....	30
1.1. Hybridation.....	30
1.2. La sélection de l'orge	32
1.2.1. Les méthodes de sélection.....	33
1.2.2. Objectif et critères de sélection.....	38
1.3. Haploïdisation.....	39
1.3.1. Les tissus sporogènes.....	39
1.3.2. Étude détaillée des divers cas d'obtention de plantes haploïdes.....	41

1.3.2.1. Hybridations interspécifiques.....	41
1.3.2.2. Traitement des gamétophytes par irradiation.....	42
1.3.2.3. Androgenèse in vitro.....	43
1.3.2.4. Gynogenèse in vitro.....	48
1.3.2.5. Les haploïdes doublés.....	49
1.3.3. Variations liées aux techniques d'haploïdisation.....	51

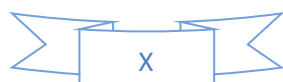
Chapitre : 03 Présentation de la station d'étude

1. Situation géographique de la zone d'étude	53
1.1. La wilaya de Sidi Bel Abbès	53
1.1 Géologie.....	54
1.2 Pédologie.....	54
2.3 Hydrologie.....	55
2.4 Climat.....	55
2 .5 Agriculture.....	57

Deuxième partie : matériels et méthodes

1. Présentation de travaux.....	59
2. Site d'expérimentation.....	59
3. Matériel végétal testé.....	59
4. Mise en place de l'essai.....	60
4.1. Site d'implantation.....	60
4.2. Type se sol.....	60
4.3. Précédant cultural.....	60
4.4. Préparation du sol.....	60
5. Méthode.....	61
5.1. Dispositif expérimental.....	61
5.2. Paramètres mesurés.....	61
5.2.1. Paramètres morphologiques.....	61

5.2.2. Paramètres de rendement.....	62
6. Analyse statistique.....	62
Troisième partie : Résultats et discussions	
1. Paramètres morphologiques.....	64
1.1. La longueur de pédoncule.....	65
1.2. Long épis + barbes.....	67
1.3. Long épis.....	68
2. Paramètre de rendement	70
2.1. Nombre des graines par épis.....	70
2.2. Poids de miles grains.....	72
2.3. Rendement (qx)	73
Conclusion générale	77
Annexes	79
Références bibliographiques	84



Liste des tableaux

Tableau 1: Variétés d'orge cultivées en Algérie	12
Tableau 2: les besoins d'orge en éléments fertilisant.	15
Tableau 3: Coefficients culturaux des céréales.	16
Tableau 4 : représente 46 espèces de mauvaises herbes menacent les céréales.	17
Tableau 5: les maladies (agents pathogènes) des feuilles et des épis	24
Tableau 6 : Production mondiale d'orge (2009-2016).....	27
Tableau 7 : représente la production d'orge dans la région de Sidi Bel Abbès (2009-2019)	28
Tableau 8 : les données de la pluviométrie de la région de Sidi Bel Abbès durant la période 2010-2020.	56
Tableau 9 : matériel végétal mis en expérimentation et randomisation.	59
Tableau 10: analyse de variance de la longueur du pédoncule	65
Tableau 11 : COMPARAISONS DE MOYENNES de la longueur de pédoncule.....	66
Tableau 12 : analyse de variance de la longueur d'épis + barbes :	67
Tableau 13 : COMPARAISONS DE MOYENNES de la long d'épis + barbes	68
Tableau 14 : analyse de variance de la longueur d'épis	68
Tableau 15 : COMPARAISONS DE MOYENNES de la long d'épis	69
Tableau 16 : analyse de variance de nombre de grain par épi	70
Tableau 17 : COMPARAISONS DE MOYENNES de nombre de grain par épi.	71
Tableau 18 : analyse de variance de poids de mille grain	72
Tableau 19 : comparaisons de moyennes de poids de mille grain.	73
Tableau 20 : analyse de variance de Rendements.....	73
Tableau 21 : comparaisons de moyennes de rendement (qtx).	74
Tableau 22 : Tableau de synthèse :.	75

Liste des figures

Figure 1: Les deux types d'orge à deux rangs et à 6 rangs	8
Figure 2: représente Les deux types d'orge à deux rangs et à 6 rangs a la phase de la maturation	9
Figure 3 : Inflorescence, fleur et pièce florales d'orges (H.vulgare L.).	9
Figure 4: représente la ligule auriculée d'orge (H.vulgare L.).	10
Figure 5: Grains d'orge « vêtus » (glumelles adhérant au caryopse).....	11
Figure 6: représente les périodes d'apports optimales	15
Figure 7 : représente évolution chronologique de la maladie et des symptômes.	19
Figure 8 : propagation et l'évolution de maladie	20
Figure 9: représente les symptômes du piétin verse sur la tige de l'orge.	21
Figure 10 : représente un groupe d'épillets échaudés par la fusariose	23
Figure 11 : représente Charbon de l'orge (Ustilago nuda).	25
Figure 12 : évolution de la production d'orge dans la région de SBA	28
Figure 13: évolution du rendement d'orge dans la région de sidi bel abbès.	29
Figure 14 : représente un croisement Provoquée par le sélectionneur pour le blé... ..	31
Figure 15 : représente le schéma de la sélection massale	34
Figure 16 : représente le schéma de La sélection généalogique ou pédigrée.....	35
Figure 17 : schéma représente la méthode de la sélection de bulk.....	36
Figure 18:L'obtention d'haploïdes par Hybridations interspécifiques	42
Figure 19: représente les deux types d'Androgenèse in vitro chez l'orge.....	43
Figure 20 : représente la culture d'anthère de l'orge commune.....	47
Figure 21: représente le doublement de ce stock chromosomes artificiellement.....	50
Figure 22 : carte géographique de wilaya de SBA	53
Figure 23 : carte des pentes de la wilaya de SBA.	54
Figure 24 : La pluviométrie totale de wilaya de SBA 2010-2020.	57
Figure 25 : représente le plan de la station de l'ITGC de sidi bel abbès.....	60
Figure 26 : les conditions climatiques de l'année 2020/2021.....	64
Figure 27 : moyenne générale de la long de pédoncule.	65
Figure 28 : moyenne générale de la long épi+barbe.	67
Figure 29 : moyenne générale de la long d'épi.	69
Figure 30 : moyenne générale de NGE.	70
Figure 31 : moyenne générale de PMG.....	72

Figure 32 : moyenne générale de rendement (qx)..... 74

LISTE DES ABRÉVIATIONS

AAC : agriculture et agroalimentaire canada, canada .

ANAT : agence nationale d'aménagement du territoire.

C.M : carré moyenne.

C.V : coefficient de variations.

DDL : degré de liberté.

DSA : direction des services agricoles.

E.T : ecart type.

ETc : évapotranspiration de la culture.

ETM : évapotranspiration maximale.

ETP : évapotranspiration potentielle.

F : fusariose.

FAO : food and agriculture organization.

G : génération.

GNIS : groupement national interprofessionnel des semences et plants.

Gr : EL Gor.

H : hordum.

Ha : hectare.

ICARDA : international center for agricultural research in the dry areas.

IPK : *institut für pflanzengenetik und kulturpflanzenforschung* , Allemagne.

ITCF : instited states départment of agriculture, étas-unis.

ITGC : institu technique des grandes cultures.

J.-C : Jésus-Christ.

Kc : coefficient cultural.

KC : le coefficient cultural.

Larg E : largeur de l'épi.

LB : longueur des barbes.

LEAB : longueur de l'épi avec barbe.

LESB : longueur de l'épi sans barbe.

LP : longueur de la plante.

Mm : millimètre.

NGB : nordic gene bank, suède.

NGE : nombre de grains par épi.

NIAR : national Institute of agrobiological resources, japon.

PLUV : pluviométrie.

PMG : poids de mille grains.

PPB : Participatory Plant Breeding.

PPES : plus petit écart significative.

PROBA : probabilité.

Qx : quintaux.

R : rézoctone.

RDT : rendement.

S.C.E : la somme de carré d'erreur.

SBA : sidi bel abbés.

ssp.subsp : subspecies : sous espèce.

T.M : température maximale.

T.m : température minimale.

Tab : tableau.

TEST F : test de fisher.

USDA : unated states département of agriculture.

VAR : variance.

VAR.B : variance blocs.

VAR.F : variance facteur 1.

VAR.R : VARIANCE RESIDUELLE 1.

VAR.T : variance totale.

Introduction

En Algérie, les céréales représentent la principale spéculation des agriculteurs et occupent une place privilégiée dans les habitudes alimentaires des populations aussi bien dans les milieux ruraux qu'urbains. Les produits céréaliers constituent un aliment d'une haute valeur nutritive puisqu'ils fournissent plus de 60% de l'apport calorifique et 75 à 80% de l'apport protéique de la ration alimentaire [1].

L'orge (*Hordeum vulgare* L.) a toujours occupé une place importante parmi les autres céréales (blés dur et tendre) en Algérie. Jusqu'à une certaine époque (1900), elle était à la tête des cultures et destinée à l'autoconsommation humaine. Son rôle dans l'alimentation animale a toujours été et reste fondamental. La rusticité de l'espèce, ses capacités d'adaptation aux irrégularités du climat algérien, ses qualités nutritionnelles voire ses vertus sur la santé humaine font d'elle une culture qui mérite une attention particulière. A travers une bibliographie assez conséquente, nous essayons de mettre en relief l'importance de l'orge pour la sécurité alimentaire dans notre pays, en soulignant sa situation depuis la période coloniale jusqu'à ce jour, tout en essayant d'apporter quelques éléments de réponse quant aux facteurs ayant conduit à sa régression et les conséquences qui en découlent, face aux nouveaux défis à l'échelle mondiale tels que les changements climatiques, la crise économique, la hausse des prix alimentaires...etc. Ces derniers n'étant certes pas sans effet sur l'Algérie [2].

L'amélioration variétale de l'orge s'oriente de plus en plus vers la recherche de variétés adaptées à des conditions de climat qui sont devenu de plus en plus sévère auquel en ajoute le problème des itinéraires techniques, intrants et présentant des résistances durables vis-à-vis des virus et des champignons pathogènes [3].

En plus de la sélection traditionnelle du champ, l'introduction de gènes de résistances partielles oligogéniques notamment, le recours au marquage moléculaire et à la sélection assistée par marqueurs est un atout majeur est un autre moyen qu'un peut utiliser.

Depuis les années 70, l'effort national s'est appuyé sur les méthodes de sélection classiques, reposant essentiellement sur des populations en ségrégation introduites et croisées. De nouvelles variétés ont fait leurs apparitions mais en raison de leurs faibles potentiels d'adaptabilité à l'environnement leur production demeure

encore faible, les deux variétés *Tichedrett* et *Saïda*, issues de la sélection dans les populations locales, demeurent très largement utilisées et couvrent l'essentielle des superficies qu'occupe cette espèce.

Dans les régions à conditions de culture défavorables, la création de variétés à gain génétique constitue un important objectif de recherche. L'obtention de ces variétés est cependant, pour ces conditions, conditionnée par l'utilisation d'un germoplasme local et par la mise en œuvre du processus de sélection dans l'environnement même pour lequel ces nouvelles obtentions sont destinées. Comparativement à l'amélioration génétique conventionnelle longue et fastidieuse, les biotechnologies végétales et plus précisément les techniques de production d'haploïdes, constituent un puissant outil d'obtention rapide de nouvelles lignées pures à partir d'hybrides en ségrégation permettant ainsi, la simplification et le raccourcissement du cycle de sélection [4].

Première partie :

Synthèse bibliographique

1. Présentation de l'espèce :

Hordeum vulgare L. subsp. *spontaneum* (K. Koch.) Thell. Est l'ancêtre de l'orge cultivée. C'est une plante dont l'épi est à deux rangs avec un rachis fragile et un grain vêtu. Le caractère « rachis fragile » était propice à la dissémination des semences et absolument incompatible avec la culture de cette espèce. Une mutation du gène « rachis fragile au locus btr1/btr2 a donné une plante au rachis solide qui a pu être cultivée dès le Néolithique (7000 ans av. J.-C.). *Hordeum vulgare* L. subsp. *vulgare* L. a subi ensuite d'autres mutations faisant apparaître des types à grain nu» et des types « à six rangs ». La diversification de l'orge s'est probablement faite au Proche-Orient et en Asie centrale.... l'orge était cultivée dans toute l'Europe. Les lignées sélectionnées dans les variétés populations de pays qui se caractérisent par une extrême sensibilité à la verse sont un exemple typique des populations autrefois cultivées.... L'orge est une espèce annuelle, autogame, multipliée par semences.... L'orge est la céréale dont l'aire de culture est la plus étendue dans le monde Cette espèce, très rustique, est ainsi cultivée dans plus de 90 pays, allant du Canada et de la Suède jusqu'aux tropiques. Quelques génotypes, spécifiques d'oasis ou de zones marginales, ont sans doute disparu. Cependant, des prospections ont permis de collecter l'essentiel de la diversité naturelle de l'orge et de l'espèce sauvage *H. vulgare* ssp. *spontaneum*, diversité qui est maintenant conservée dans des collections. D'importantes collections existent au Canada (AAC à Saskatoon), au Japon (NIAR à Tsukuba), aux États-Unis (USDA à Fort Collins), en Suède (NGB à Alnarp), en Allemagne (IPK à Gatersleben), en Ethiopie et en Syrie (ICARDA) et Bari en Italy. En France, des mesures ont été prises pour accroître, diversifier et sécuriser (chambres froides, doubles de sécurité) les ressources génétiques d'orge maintenues dans les collections INRA (500 génotypes environ en 1960-1980 et près de 6 500 en 2004) et au sein de réseaux de ressources génétiques pour les céréales à paille... [3].

1.2. Historique Origine génétique et géographique :

1.2.1. Historique et origine génétique de l'orge :

L'orge, la céréale la plus anciennement cultivée au Moyen-Orient et en Europe, resta aussi, des siècles durant la plus importante production céréalière de l'Ancien Monde.

Origines historique. L'orge sauvage a longtemps prospéré dans l'ensemble du Moyen-Orient : on en trouve la trace sur quasiment tous les sites archéologiques de cette région, y compris ceux datés d'avant sa culture. Progressivement, pendant le néolithique, la proportion de l'orge cultivée a augmenté : aux environs de 9000 av.J.-C., sa production s'étendait ainsi tout autour de la méditerranée, dans les Balkans, en Europe tempérée, en Asie centrale et du sud-est. Bien que sa domestication soit postérieure à celle du blé, sa répartition géographique est plus vaste car elle s'adapte plus facilement à diverses conditions de culture. [5].

L'orge cultivée (*H. vulgare* L.) ; de constitution génomique diploïde ($2n=14$), est une espèce dont les origines remontent à celles de l'agriculture elle-même. L'orge à 2 rangs, datant du néolithique, 10 000 ANS avant Jésus Christ, a été découverte dans le croissant fertile, au Moyen Orient. Elle est considérée comme étant les restes les plus anciens de l'orge cultivée.

Jestin (1992) rapporte que *Hordeum spontaneum* orge à 2 rangs, très répandue depuis la Grèce jusqu'au Moyen orient ; est reconnue comme étant la forme ancestrale de l'orge cultivée, avec laquelle, elle est parfaitement inter-fertile.

L'orge est l'une des premières céréales domestiquées, C'est la céréale dont la distribution géographique est la plus vaste, du fait de sa précocité, de son potentiel de productivité en zones arides, tropicales.

Les parents sauvages des plantes cultivées n'ont pas subi de changements génétiques cruciaux pendant les 10000 ans derniers. Évidemment, cette étude montre que l'orge sauvage (*H. spontaneum*) et l'orge cultivée (*H. vulgare* L.) sont morphologiquement semblables [1].

1.3. Classification :

D'après Chadeaud et Emberger (1960), Prats (1960) et Feillet (2000), l'orge cultivée est appartenue à la classification suivante :

Règne	Plantae
Divisin	Magnoliophyta
Classe	Liliopsida

S/Classe	Commelinidae
Ordre	Poale
Famille	Poaceae(ex Graminées)
S/Famille	Hordeoideae
Tribu	Hordeae (Hordées)
S/Tribu	Hordeinae
Genre	<i>Hordeum</i>
Espèce	<i>Hordeum vulgare</i> L [6].

1.4. Caractere taxonomique et morphologique :

1.4.1. Caractere taxonomique :

L'orge est une monocotylédone appartenant à l'ordre des Poales, à la famille des Poacées (Graminées) et au genre *Hordeum* (Crete, 1965). Sa classification est basée sur la fertilité des épillets latéraux, la densité de l'épi et la présence ou l'absence des barbes .

Le genre *Hordeum* comprend 32 espèces. Les hybrides issus de croisements de *Hordeum vulgare* avec d'autres espèces de *Hordeum* sont stériles ou présentent des anomalies (Von Bothmer et al., 1995). L'orge sauvage a été classée comme subsp. *spontaneum* (C.Koch) Thell. (synonyme : *H. spontaneum* C.Koch), répartie en Afrique du Nord, à l'Est de la Méditerranée et en Asie occidentale ; les types cultivés ont été classés dans la subsp. *vulgare* .

En Algérie, le genre *Hordeum* est représenté par les taxons spontanés suivants: *H. bulbosum* L., *H. nodosum* L., *H. maritimum* [ssp. *eu-maritimum* Hayek, ssp. *Gussoneanum* (Perl.) Asch et Gr. var. *annuum* (Lange) M. et W. et var. *incetum* M.], *H. murinum* [ssp. *Eumurinum* Briq, ssp. *leporinum* (Link) Asch. et Gr.] .

L'orge cultivée (*H. vulgare*), est généralement une plante diploïde ($2n=14$) et nettement autogame (Jestin, 1996). Des formes tétraploïdes ($2n=28$) peuvent apparaître spontanément, ou par traitement au laboratoire, mais elles n'ont aucun intérêt agronomique. La variabilité de l'orge cultivée est immense, avec des milliers

de variétés-populations et des centaines de cultivars. Les cultivars se différencient selon le nombre de rangs de grains (2 ou 6), l'aspect des épis (lâche ou compact), ou la présence ou l'absence d'arêtes sur les lemmes. Tous les types sauvages possèdent des épis à deux rangs, ce qui signifie que sur les 3 épillets situés à chaque nœud, les deux latéraux sont stériles et seul celui du milieu forme une graine. La domestication a donné naissance à des types à 6 rangs où chacun des 3 épillets produit des grains

Les variétés d'orge sont regroupées d'après les caractéristiques de leurs épis en deux grandes espèces (Fig. 1,2) [7].

- 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 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 [6].

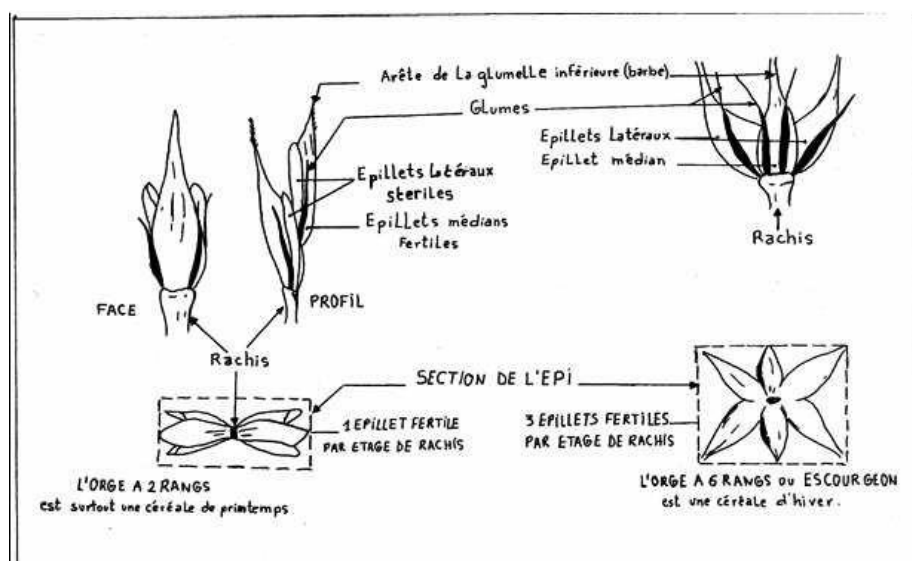


Figure 1: Les deux types d'orge à deux rangs et à 6 rangs [8].



Figure 2: représente Les deux types d'orge à deux rangs et à 6 rangs a la phase de la maturation [9].

1.4.2. Caractère morphologique :

L'orge (*H. vulgare* L.) est une plante annuelle, autofécondée très semblable au blé dans la morphologie de ses organes végétatifs et floraux (Fig. 3). Au stade herbacé, elle se distingue principalement des autres céréales par un feuillage vert clair, la présence d'une ligule très développée, des oreillettes glabres, et un fort tallage herbacé [7].

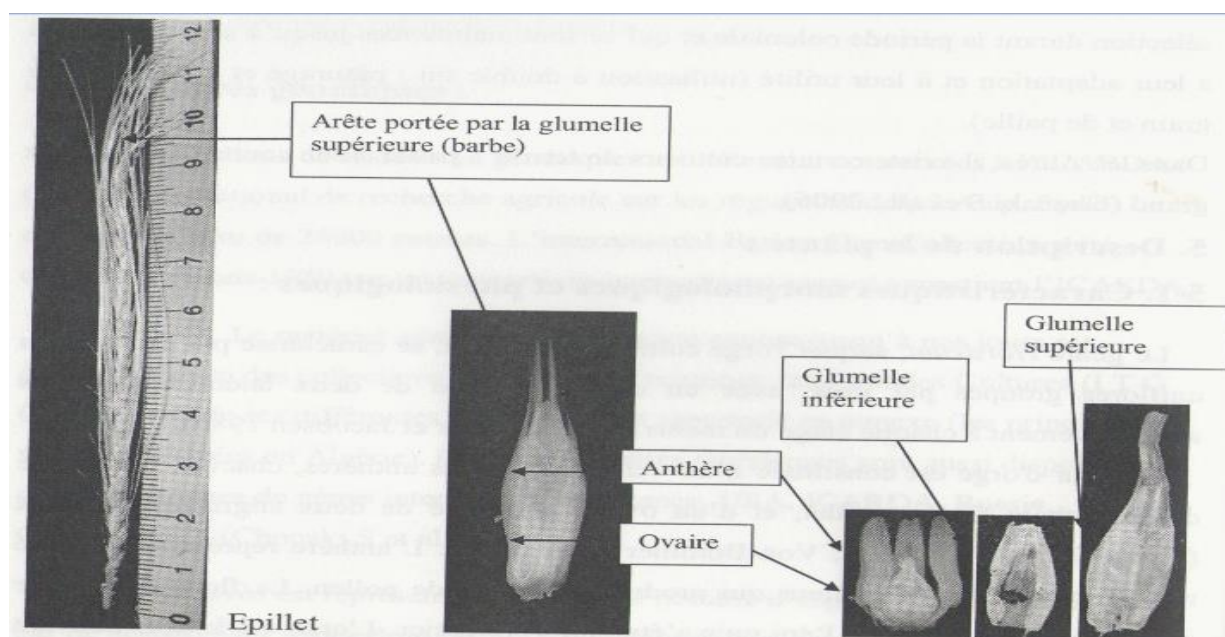


Figure 3 : Inflorescence, fleur et pièce florales d'orges (*H.vulgare* L.) [6].

La hauteur de la plante varie de 30cm à 120cm selon la variété et les conditions. Le grain d'orge est de forme elliptique et de couleur blanc pâteux, il peut aussi être de couleur noire ou pourpre [6].

L'appareil racinaire fasciculé est peu développé. Deux systèmes se forment au cours du développement : un système primaire et un système secondaire, le premier ou système de racines séminales fonctionne de la germination à la ramification de la plantule (tallage). Les racines séminales ne restent pas longtemps fonctionnelles et sont remplacées par un système de racines adventices qui assureront la nutrition et le développement de la plante.

La plante a une tige cylindrique et creuse, entrecoupée de nœuds là où se forment les feuilles (Gomez- Macpherson, 2001). Ces dernières sont à nervures parallèles et formées de deux parties :

La partie inférieure entourant la jeune pousse ou la tige (la gaine), la partie supérieure en forme de lame (le limbe) (Fig. 04) [7].



Figure 4: représente la ligule auriculée d'orge (*H.vulgare L.*)[10].

Le grain est un caryopse à glumelles adhérentes chez les variétés cultivées. Une coupe transversale du grain, montre les mêmes assises de cellules que chez le blé, cependant l'assise à aleurone comporte trois couches de cellules au lieu d'une seule .voir Fig 05 [7].



Figure 5: Grains d'orge « vêtus » (glumelles adhérant au caryopse) [11].

1.5. Croissance et développement :

La plantule lève en 5-6 jours après la germination. Des talles sont produites sur la pousse principale jusqu'à l'initiation florale. Le nombre de talles par plante est influencé par la densité de plantation, le cultivar et les facteurs du milieu : une seule plante forme généralement 1-6 tiges, mais de faibles densités peuvent multiplier plusieurs fois ce nombre. Le moment de l'initiation florale varie selon le cultivar, mais en général l'orge fleurit plus tôt que le blé. Espèce de jours longs à réaction quantitative, l'orge fleurit plus tôt lorsque la photopériode est plus longue ; mais la sensibilité photopériodique diffère d'un cultivar à l'autre, allant de très sensible à pratiquement insensible. Les fleurs s'autofécondent largement, mais la pollinisation croisée peut atteindre les 10%. Le grain mûrit en 10-20 jours. L'orge peut mûrir dans une courte saison de 3-4 mois, ce qui est moins long que la durée requise pour les autres céréales importantes [6].

1.6. Variétés d'orge :

Tableau 1: Variétés d'orge cultivées en Algérie (BOUNGAB.k/2013) [7].

Variétés	Caractéristiques
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).
Saida 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.

2. L'itinéraire technique :

2.1. Rotations culturales :

La rotation des cultures a pour but de faire face à la diminution lente mais certaine, des rendements et de qualité des produits à la suite de la culture prolongée d'une même espèce sur la même parcelle.

La rotation représente l'ordre et la durée selon lesquels les cultures doivent se succéder sur une même parcelle au sol. Aujourd'hui, pour des raisons commerciales et d'économie à court terme, les producteurs ont trop souvent renoncé à une saine rotation. Or, la rotation joue un rôle fondamental sur la bonne santé du sol et par conséquent sur les cultures [12].

2.2. Les étapes de la préparation de sol :

2.2.1 : labour profond :

Le gros labour ou labour profond est réalisé, à chaque fois que c'est nécessaire, à l'aide d'une charrue à soc ou à disque à traction mécanique. Il permet de faire retourner le sol à une profondeur variant de 30 à 40 cm.

2.2.2 : pseudo-labour ou décompactage :

Le pseudo-labour ou décompactage peut, parfois, remplacer le gros labour et permet un travail du sol plus ou moins profond sans le faire retourner. Il est réalisé suite au passage d'un ou plusieurs instruments à dents, à disque ou à lames.

2.2.3 : travaux superficiels ou reprise du sol :

Les travaux superficiels ont pour but de préparer le lit de semis, d'émietter le sol, de favoriser la germination des semences de mauvaises herbes et les détruire par la suite (faux semis). Le lit de semis doit être suffisamment affiné et légèrement tassé pour assurer un meilleur contact des semences avec la terre. [13].

2.3. Le semis :

L'orge d'hiver se sème du 20 septembre au 20 novembre pour les variétés très hiver.

L'orge de printemps se sème habituellement du début février à la mi-mars. Le choix d'une telle culture peut avoir plusieurs origines :

- La variété qui intéresse l'agriculteur est une variété de printemps, ce qui est souvent le cas pour les variétés brassicoles ;
- Les hivers rigoureux de certaines régions peuvent être une menace pour l'orge plus sensible au froid que blé ;
- Une période trop humide rend impossible le semis d'automne ;
- L'orge de printemps peut être amenée à remplacer une culture d'hiver détruite pour diverses raisons.

Les doses de semis sont légèrement inférieures à celles du blé en raison des bonnes qualités de tallage de l'orge, surtout l'orge à deux rangs, et d'une moindre potentialité de rendement. Pour obtenir 450 à 600 épis/m² au moment de la récolte, 100 à 140 kg de semences par hectare permettront d'avoir 250 à 400 grains/m² et seront suffisants. Il est possible d'utiliser des semences fermières ou des semences certifiées [14].

2.4. LA FERTILISATION :

La fumure : le raisonnement est identique à celui du blé, de ce fait les apports seront légèrement plus bas. Le pilotage de la fertilisation azotée est particulièrement délicat sur les orges de brasserie, pour lesquels il arrive fréquemment que la totalité de l'azote soit amenée au moment du semis surtout s'il s'agit d'une orge de printemps [14].

La quantité de la fumure azotée dépend principalement de la destination de l'orge notamment :

- Pour l'orge de brasserie, le taux de matière azotée doit être faible. on tend à limiter les apports d'azote et surtout les apports tardifs.
- Pour l'orge fourragère, les doses d'azote dépendent en partie de la sensibilité variétale à la verse, du précédent cultural et du type sol. dans les sols légers on préconise des doses assez élevées.

Généralement on doit effectuer un seul apport de 30 kg/ha d'ammonitrate 46% au semis. Mais si la pluviométrie est supérieure à 400 mm, on ajoute 50 à 100 kg/ha au stade tallage [13].

Tableau 2: les besoins d'orge en éléments fertilisant [15].

Fertilisants	Zone de culture	Quantité (u/ha)	fractionnement	Stade végétatif
N	Littorale – sub-littorale	45 U	15 U 30 U	Au semis Au tallage
	Hauts-plateaux	25 U	25 U	Au semis
P₂O₅	Sub-littorale	46 U	46 U	Tallage.
	Hauts-plateaux	70 U	70 U	
K₂O	Littorale - sub-littorale	50 U	50 U	semis tallage
	Hauts-plateaux	50 U	50 U	

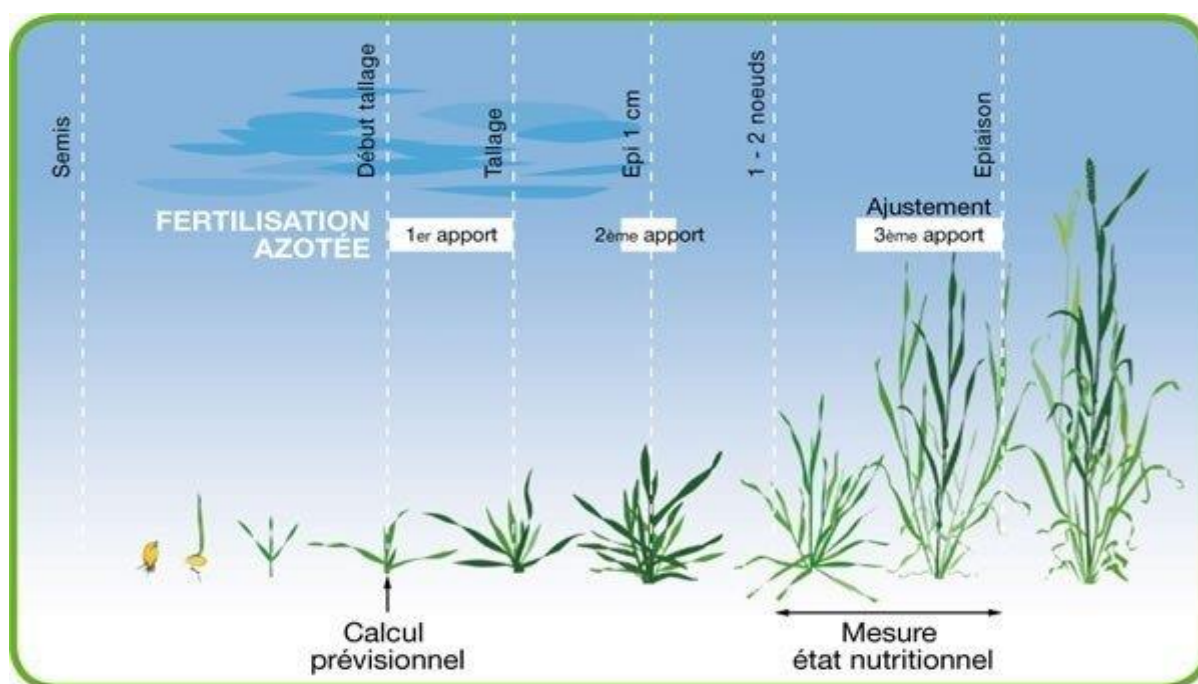


Figure 6: représente les périodes d'apports optimales [16]

2.5. IRRIGATION :

Les besoins en eau d'une culture représentent la quantité d'eau nécessaire pour couvrir les pertes d'eau par évaporation direct du sol et par transpiration de la plante, ce qui représente l'évapotranspiration d'une culture. L'évapotranspiration de la culture (ET_c) dépend du pouvoir évaporative de l'air ou demande climatique, du coefficient culturale (K_c) et des facteurs environnementaux. L'évapotranspiration maximale est proportionnelle à l'évapotranspiration potentielle : ET_M = K_c × ETP. Le

coefficient cultural (Kc) varie de 0 à 1.2 selon le stade de culture. Les valeurs du Kc permettent ainsi de déterminer des besoins hydriques des céréales en fonction des différents stades de croissance (tableau N°03) [17].

Tableau 3: Coefficients cultureux des céréales [17].

Phases	Initiale	Développement	mi-saison	Fin saison	Récolte
Kc	0.3-0.4	0.4-1.05	1.05-1.2	0.6-0.75	0.2-0.25

Les références sur la consommation d'eau des céréales sont issues d'expérimentation ou des mesures de teneur en eau du sol ont été réalisées à différentes dates au cours du cycle et ont permis de calculer une consommation d'eau sur les différentes périodes du cycle (eau provenant des pluies, du stock d'eau du sol en début de période et d'irrigation) [18]

Les exigences de l'orge en eau sont plus réduites que celles du blé. En conditions de sécheresse, l'efficacité d'utilisation de l'eau est de 7 à 8 mm/ql d'orge. La consommation en eau de l'orge est estimée à 375 mm avec un seuil minimum de 180 mm pour la production en grains. L'irrigation de la culture d'orge est marginale et n'intéresse que l'orge fourragère [13].

2.6. DESERBAGE :

La lutte contre les mauvaises herbes nécessite une connaissance parfaite des espèces contre lesquelles elle est dirigée.

Une mauvaise herbe, annuelle ou vivace, se développe dans des situations bien déterminées, mais ne présente pas la même nuisibilité selon les cultures. Certaines sont plus préjudiciables aux céréales que d'autres. La connaissance de la flore adventice oriente donc le choix du désherbant. L'identification des différentes espèces adventices est facilitée si l'on connaît leurs caractères morphologiques.

Le tableau suivant présente les normes communes des 19 mauvaises herbes les plus fréquentes, les plus abondantes, même localement, dans les cultures de céréales d'hiver ou de printemps. Le tableau indique également le cycle végétatif de la plante :

Annuelle : quand le cycle est inférieur à un an.

Bisannuelle : si le cycle est inférieur à un an.

Ces deux types de plantes se propagent dans la culture parce que leur grain peut rester viable un nombre élevé d'années après enfouissement dans le sol.

Pluriannuelle : quand le cycle dépasse deux années. La plante fleurit plusieurs années de suite. Ces espèces se disséminent par leurs graines, mais la fragmentation de la souche par les outils de travail de sols augmente aussi leur multiplication végétative.

Vivace : elle se propage surtout par ses organes végétatifs et, à un moindre degré, par graines. [19].

Tableau 4 : représente 46 espèces de mauvaises herbes menacent les céréales [19].

Classes	Noms des espèces	Cycle végétatif
Monocotylédone	Brome Folle avoine	annuelle
	Ray-grass d'Italie. Paturin commun	pluriannuelle
Dicotylédone	Capselle bourse à pasteur chénopode blanc renouée liseron Matricaire Moutarde des champs. Mouron des oiseaux Véronique à feuille de lierre Véronique de perse Pensée des champs	annuelle

	Renoncule des marais Ravenelle Oseille Renouée des oiseaux	
Dicotylédone	Carotte sauvage	Bisannuelle
	Renoncule	Vivace à tubercule

Quelque aspect de la lutte contre les adventices :

Les mauvaises herbes peuvent diminuer le rendement de 20 à 50%. Ainsi, il a été calculé que dans la daïra de tissemsilt, il y a 6000 quintaux de perte sur une production de 350 000 quintaux de céréales.

Les méthodes de lutte utilisées jusqu'à présente dans notre pays sont de deux ordres :

Les méthodes culturales consistent en l'utilisation du travail du sol et assolements pour détruire les mauvaises herbes.

Dans cet ordre d'idée, on peut citer l'utilisation de la jachère. En effet, l'année de jachère, quand le labour est suivi en temps voulu d'un passage d'outils superficiels, l'infestation en adventices diminue l'année qui suit. Cependant, les impératifs économiques ne permettant pas de laisser une année sur deux la terre improductive [20].

2.7. LES MALADIES :

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

Les maladies cryptogamiques constituent la contrainte biotique majeure de la culture de l'orge. Des prospections organisées en Algérie ont permis de recenser les

maladies de l'orge les plus fréquentes en particulier la rayure réticulée (*P. teres*), et la strie foliaire (*P. graminea*). Leur incidence varie entre 11 et 80%. Quant aux autres maladies telles que l'oïdium, la rouille brune et le charbon nu leur incidence et leur sévérité sont plus faibles [7].

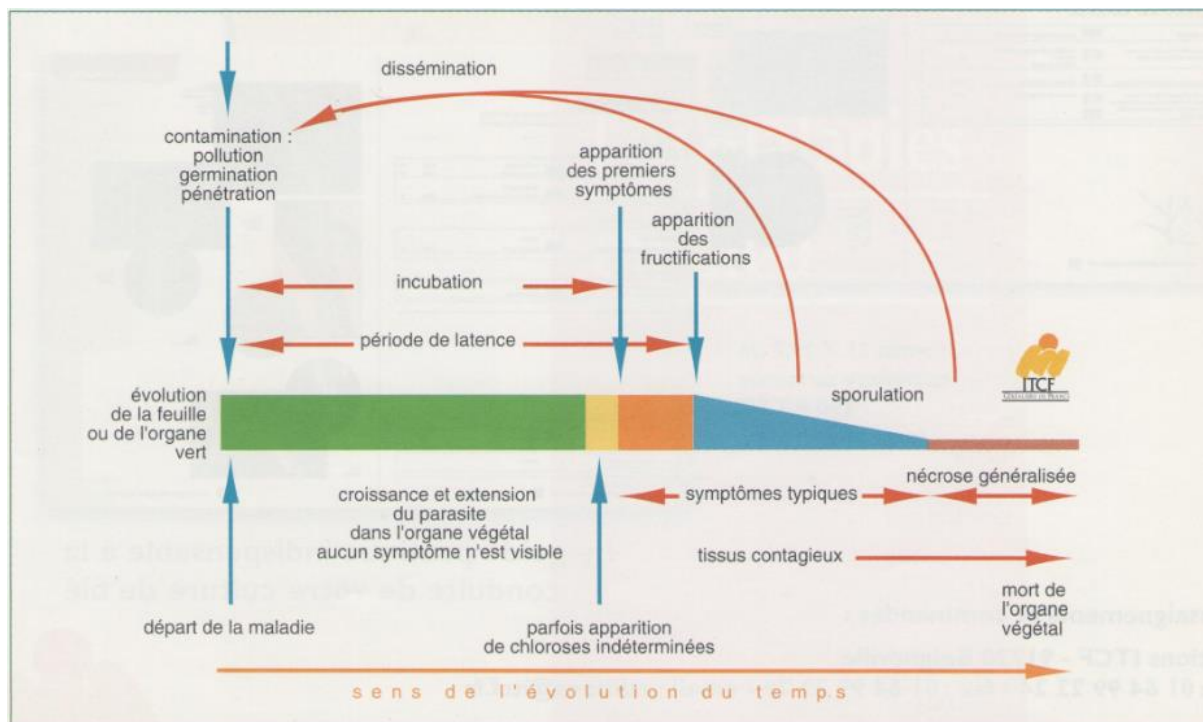


Figure 7 : représente évolution chronologique de la maladie et des symptômes [21].

2.7.1. Les maladies du pied :

2.7.1.1. Le piétin échaudage :

Généralités :

Le piétin-échaudage est observé essentiellement chez le blé, l'orge, le triticale et à un degré moindre sur le seigle et l'avoine. Bien que l'infection puisse se faire tôt en saison, la présence de la maladie n'est souvent remarquée qu'après l'épiaison, lorsque les épis se dessèchent et blanchissent. Cette maladie est favorisée par des conditions humides du sol, des sols alcalins, carencés en éléments majeurs (azote (N) et phosphore (P) surtout), compactés et mal drainés, et lorsque le temps est frais (12 à 20 °C). Lors de forte attaque, des pertes de plants de l'ordre de 20 à 30 % peuvent être notées. Les plants infectés sont répartis en foyer ou de manière éparses au champ. Le piétin-échaudage est occasionnel et mineur [22].

Symptômes :

C'est un parasite des racines que l'on voit parfois après épiaison sur la base des tiges sous la forme d'un manchon noir [21].

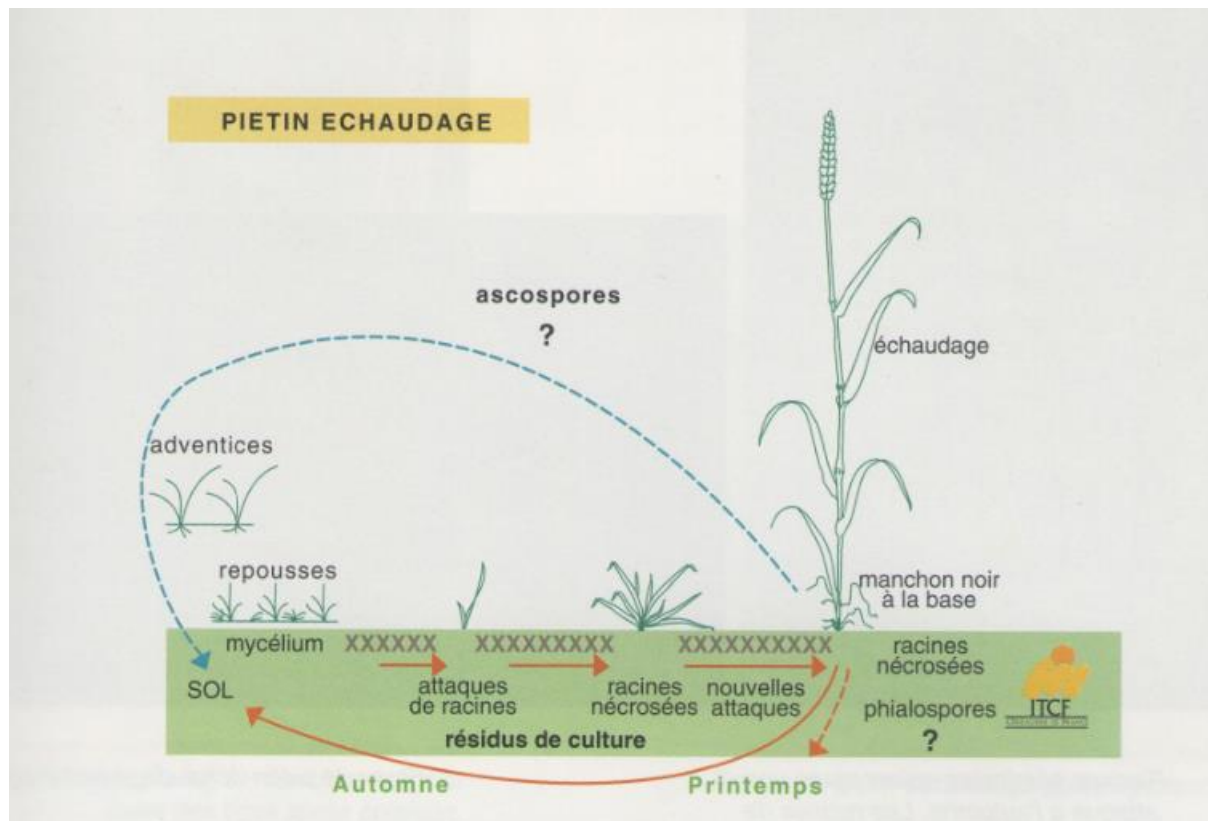


Figure 8 : propagation et l'évolution de maladie [21].

2.7.1.2. piétin verse :

Le piétin verse c'est une maladie du pied des céréales causée par *pseudocercospora herpotrichoides* Fron. Le parasite se développe essentiellement sur les gaines foliaires et les tiges du pied des céréales. Il est localisé sur le premier entre nœud et plus rarement sur le second. Les feuilles ne peuvent être atteintes et les racines non plus [22].

Symptômes sur l'orge :

Gaine : tache elliptique, bordée d'un liseré brun diffus. Un ou plusieurs points noirs (stroma), peuvent être présents.

Épi : échaudage de l'ensemble de l'épi.

Tige : Une seule tache (rarement deux), peu délimitée et diffuse, toujours sous le premier nœud.

Verse possible à maturité en cas de forte attaque [23].

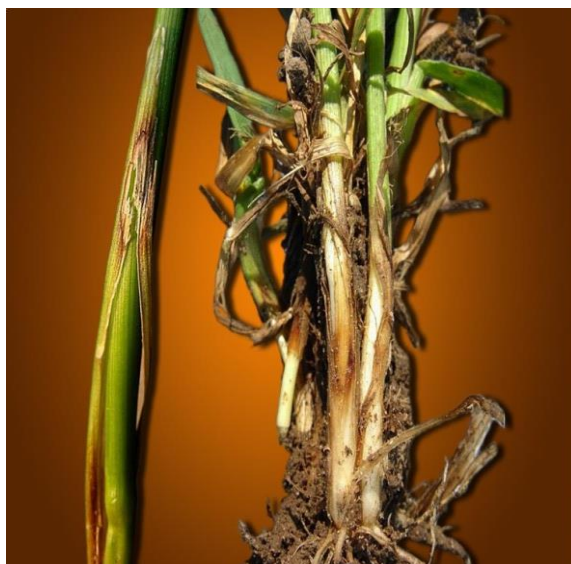


Figure 9: représente les symptômes du piétin verse sur la tige de l'orge [24].

2.7.1.3. Le rhizoctone :

Le rhizoctone est une maladie du pied assez fréquente et souvent confondue avec le piétin-verse. Il n'en a ni la régularité ni l'importance économique. L'intensité de ses symptômes l'a fait surnommer par les anglophones "piétin-verse aigu". Ceci souligne bien la netteté de la tache laissée par le parasite sur la base des tiges. Connue depuis 1936, cette maladie a d'abord été attribuée à *Rhizoctonia solani* Kühn.

C'est un champignon au mycélium stérile qui ne produit pas de spores. En 1977, il a été reconnu comme une espèce à part entière spécialisée sur céréales sous le nom de *Rhizoctonia cerealis* Van der Hoeven. Sa forme parfaite ou sexuée est un basidiomycète correspondant aux rhizoctonia binuclées : *Ceratobasidium cereale*. Un caractère propre au rhizoctone est celui de générer dans les expérimentations fongicides des résultats souvent contradictoires d'un lieu à l'autre ou d'une année à l'autre. Pour éviter les interprétations erronées il faudra se souvenir qu'il y a une variabilité importante entre les souches. Certaines attaquent

préférentiellement les jeunes stades de la plante et d'autres les tiges en montaison. Il faudra aussi garder à l'esprit qu'il existe un antagonisme important de la fusariose sur le rhizoctone et que le piétin-verse est même suffisamment dominant pour réussir à s'installer sur des lésions de rhizoctone déjà établies. Certains traitements peuvent aussi accroître artificiellement la présence de rhizoctone en éliminant le piétin-verse son antagoniste. Et d'autres traitements peuvent paraître ici inefficaces alors qu'ils le sont par ailleurs, simplement parce que l'application est trop éloignée de l'époque d'activité de la souche présente ici par rapport à celle présente par ailleurs [21].

Symptômes :

Les symptômes de *R. cerealis* sont visibles sur les gaines généralement à partir de la montaison, avec une accentuation et une pénétration des tiges jusqu'à l'épiaison. Il est important de noter qu'il ne génère aucun symptôme au niveau des racines.

Tige : des taches apparaissent sur la base des plantes et de la tige du plateau de tallage jusqu'au-dessus du second noeud.

- Plusieurs taches bien délimitées. Souvent imbriquées les unes dans les autres.
- Presque blanc nacré au centre.
- Mycélium gris clair qui évolue en brun.

Gaine : Les gaines présentent un aspect marbré, qui évolue en déchirure avec des tissus dilacérés, effilochés. Au niveau de la tige, les symptômes portent le nom de tache en « brûlure de cigarette » à cause de leur pourtour irrégulier très foncé et de leur intérieur blanchi. Le mycélium blanc crème de *R. cerealis* est observé après avoir écarté la gaine [25].

2.7.2. Les maladies du pied et des épis :

2.7.2.1. La fusariose :

Les fusarioses sont les maladies les plus complètes de l'ensemble du complexe des maladies des céréales. Elles attaquent tous les organes des plantes, depuis les racines jusqu'aux épis. Mais cela ne suffit pas, une dizaine de parasites se concurrencent pour parvenir à cette situation. Trois d'entre eux sont plus nuisibles que les autres. Dans le groupe des *Fusarium roseum*. Ce sont *F. culmorum* (W. G.

Smith) Saccardo 1895 et *F. graminearum* Schwabe 1838. Le troisième est *Microdochium nivale* (Fries) Samuel & Hallet 1983. Plus connu sous l'appellation de *Fusarium nivale*, mais qui n'est pas en réalité un *Fusarium*. Moins fréquent, nous trouvons dans le groupe des roseum *F. avenaceum* (Corda) Saccardo 1886. Les autres ne présentent pas d'importance économique sur céréales à paille. Pour ne pas simplifier la situation, ces parasites passent alternativement par leur phase sexuée qui intervient à certains moments dans les contaminations de la maladie. Les formes sexuées sont *Gibberella zeae* (Schweinitz) Petch 1936 pour *F. graminearum* *Gibberella avenacea* Cook 1967 pour *F. avenaceum* et *Monographella nivalis* (Schaffnit) Müller & Arx 1977 pour *M. nivale*. Dans ce contexte, *F. culmorum* fait exception à cette règle et ne présente pas de forme sexuée, ou bien elle n'est pas encore connue [21].

Symptômes :

Ces parasites se développent sur les graines en germination et sur les plantules pour provoquer des manques à la levée et des fontes de semis. On les trouve aussi sur les racines sous forme de pourritures brunes et molles. Du tallage à l'épiaison elles sont présentes en maladies du pied et des neuds pour occasionner de l'échaudage. Rarement, on pourra remarquer quelques symptômes sur les feuilles, essentiellement sur blé dur. L'aspect le plus spectaculaire se situe sur les épis avec de l'échaudage partiel ou des cernes bruns selon le parasite en cause et les conditions d'inoculations [21].



Figure 10 : représente un groupe d'épillets échaudés par la fusariose [26].

2.7.3. Les maladies des feuilles et des épis :

Tableau 5: les maladies (agents pathogène) des feuilles et des épis.

Maladies (agents pathogène)	Organes touchés	Symptômes
rhynchosporiose de l'orge (<i>Rhynchosporium secalis</i>)	Feuille, épis	Taches assez irrégulières bordées de couleur brunâtre et sèche au centre l'attaque commence par les feuilles basales.
Oidium (<i>Erysiphe graminis f.hordei</i>)	Feuilles, épis	Apparition de touffes blanches de Mycelium à la surface des feuilles puis deviennent grisâtre.
<i>Helminthosporium teres</i> (<i>helminthosporium teres</i> Saccardo)	Feuilles, épis	Se manifeste des stades 3 feuilles sous forme de lésions ou taches brunes, entourées de zones chlorotiques.
Charbon Nu (<i>Ustilago nuda</i>)	Epis	Apparait à l'épiaison le caryopse se réduit à l'état de poudre noirâtre.

2.7.3.1.1. Maladies systémiques de la semence vers l'épi :

Helminthosporium gramineum : cette maladie est provoquée par un champignon adélomycète nommé *Helminthosporium gramineum*.(Rabh), qui est la forme conidienne de *Pyrenophora graminea* Ito et Kuribay). Elle est très connue sous le nom de stries foliaires de l'orge. Sa principale caractéristique est d'être véhiculée exclusivement par la semence et de ne pouvoir être contrôlée que par les traitements de semences. Elle est considérée comme une maladie peu importante parce que peu fréquente et généralement peu nuisible [21].

Les charbons :

Le (ou les) charbon de l'orge est une maladie fongique qui peut être provoquée par le champignon *ustilago nuda* (charbon nu) ou *ustilago hordei* (charbon couvert). Il existe également « le faux charbon nu » ou « charbon nu noir »,

scientifiquement *ustilago nigra*, qui est assez similaire à *ustilago nuda*. De même, le charbon nu du blé, *ustilago tritici* est fortement apparenté. Il faut savoir qu'il existe près d'une cinquantaine de « charbons » distincts agissant sur différentes plantes [27].

Symptômes :

Ne sont généralement visible quand les paysans et si facilement repérable qu'il n'est pas utile de les décrire longuement il s'agit de masses pulvérulentes et noires du charbon au niveau des épis ou des feuilles. Il faut toutefois distinguer les charbons nus des charbons couverts. Ces dernières on leur poudre de spores noires encore Recouvertes par les enveloppes des grains. Ils sont de ce fait un peu moins immédiatement visibles que le charbon nus.il faut également savoir que des semences contaminées par le charbon ne diffèrent en rien visuellement de semences saines [21].



Figure 11 : représente Charbon de l'orge (*Ustilago nuda*) [28].

2.8. Moyenne de lutte :

Le traitement des semences est conseillé par l'application de produit fongique avant le semis tel que L'OXYQUINOLEATE DE CUIVRE à 10 %, LE MANEB etc...

Cependant en plus de ce traitement il est recommandé de :

- Evité les rotations continue ou il a risque d'infection par les résidus
- Lutter contre les mauvaises herbes de la famille de *graminium* qui peuvent constituer des foyers au plantes hôtes.
- Eliminer les résidus des plantes contaminée

2.9. RECOLTE :

La qualité des grains de céréales récoltés à la moissonneuse-batteuse a une grande importance et pour les grains destinés à la semence et pour ceux destinés au stockage.

Dans l'un et l'autre cas, le grain doit être propre et ne doit présenter aucune cassure ou fissure pour ne pas compromettre sa faculté germinative ou les possibilités de stockage.

Pour limiter la casse de grains de céréales à la récolte, il est impératif de moissonner à une humidité de 16 à 18 % et de bien régler les organes de battage.

Il s'avère que la vitesse de rotation du batteur influence grandement la casse des grains. En fait pour les organes de battage il faut rechercher les combinaisons vitesse-écartement ou le taux de casse est aux environs de 1% (0.9 à 1.1 %).

Dans l'ensemble on peut conclure qu'il faut travailler à des vitesses inférieures à 1100 tours/min et à des écartements moyens.

Les réglages effectués sur la moissonneuse - batteuse ne sont pas à maintenir au cours des opérations, il faut suivre l'évolution de la machine dans les champs et adapter les réglages si nécessaire. Pour ce faire, la formation des opérateurs est très importante [29].

2.10. STOCKAGE :

Les céréales peuvent être stockées dans de grands cylindres métalliques : les silos ou cellules. Ceux-ci doivent être parfaitement nettoyés et désinfectés avant la récolte.

Un système de ventilation avec un air à température ambiante ou légèrement réchauffé est habituellement associé aux cellules. Ce peut être :

- Une ventilation séchante lorsque le grain a été récolté trop humide ;

- Une ventilation de maintien pour éviter une ré-humidification du grain en cours de stockage [14].

3. Production et rendement :

3.1. Production mondiale :

Les prévisions mondiales concernant la production d'orge de 2016 s'établissent à 145,8 millions de tonnes, soit environ 1,6% (4,6 millions de tonnes) de plus que le niveau de 2015.

On distingue 3 producteurs majeurs qui sont : L'Australie, l'Union Européenne et l'Ukraine qui exportent chacun plus de 3 millions de tonnes d'orge par an et assurent les 2/3 des exportations.

Le tableau ci-dessous nous montre la production (2009-2014), l'estimation de production (2014-2015) ainsi que les prévisions de production de la campagne (2015-2016) [1].

Tableau 6 : Production mondiale d'orge (2009-2016) [1].

	2009-2010	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016
Production	150,9	122,7	134,2	129,8	144,4	141,2	145,8

3.2. Production nationale :

3.1.2. Production dans la wilaya de SIDI Bel Abbès :

Tableau 7 : représente la production d'orge dans la région de sidi bel abbès (2009-2019) [30].

Années	superficie moissonnée totale (ha)	Production récoltée totale (qx)	Rendement (qx)
2009/2010	96545	1048074	10.86
2010/2011	56984	752475	13.21
2011/2012	65812.5	953629.582	14.49
2012/2013	83000	996000	12
2013/2014	58089	502470	8.65
2014/2015	69124	788411	11.41
2015/2016	56344.5	452760	8.04
2016/2017	67537	686646	10.17
2017/2018	90855	1179478	12.98
2018/2019	86701	676268	7.8

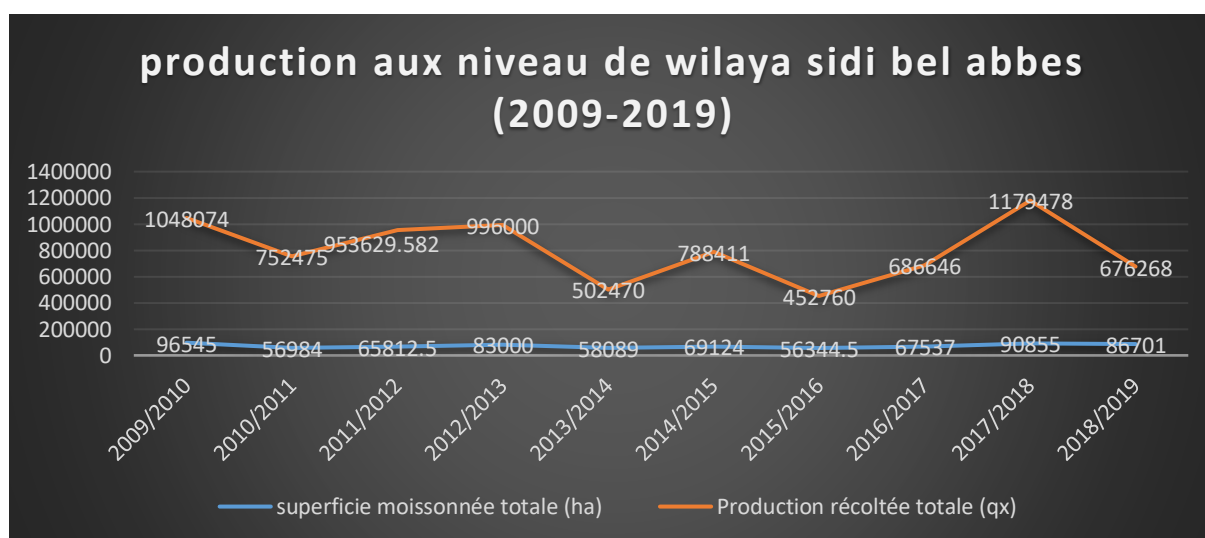


Figure 12 : évolution de la production d'orge dans la région de SBA

La figure 12 montre que les deux saisons 2009-2010 et 2017-2018 sont celles qui ont donné la bonne production par rapport aux autres. Et la faible production est revenue à la saison 2015-2016 qui a été expliquée par la faible précipitation de ce dernier.

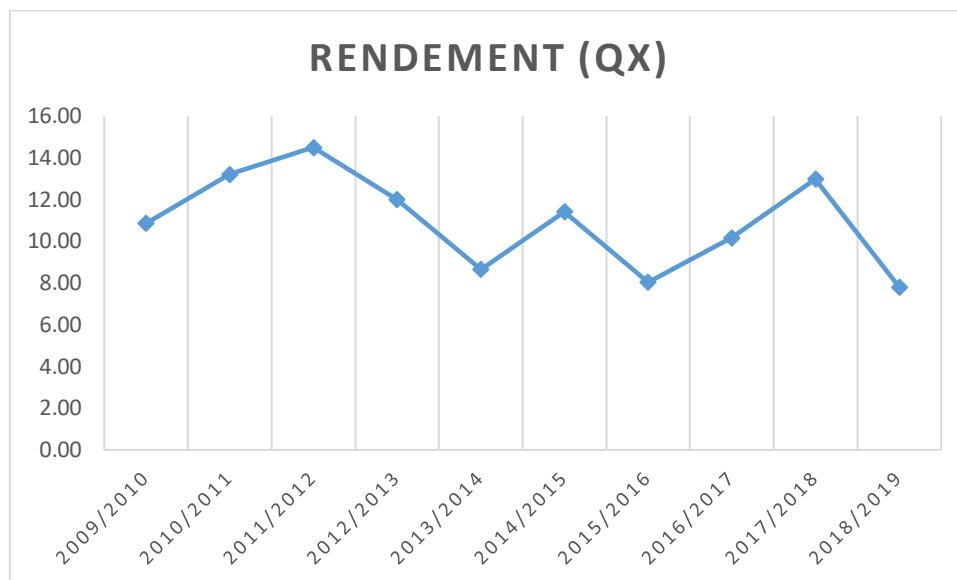


Figure 13: évolution du rendement d'orge dans la région de sidi bel abbès.

La figure 12 montre que la saison 2011/2012 est celle qui a donné le bon rendement par rapport aux autres, et le faible rendement est revenu à la saison 2015/2016 qui a été expliqué par la faible précipitation.

1. Amélioration et sélection de l'orge :

L'amélioration des plantes définie comme la science de la création de variété répondant de mieux aux besoins de l'homme n'est pas seulement une discipline de synthèse, elle a sa problématique propre. Les objectifs de sélection étant déterminés, le problème principal qui se pose au sélectionneur est de choisir la stratégie d'action qui maximisera ses chances de sortie d'une bonne variété, en utilisant au mieux les ressources génétiques et les moyens matériels et humains à sa disposition [6].

1.1. Hybridation :

Notion de base optimale d'un hybride :

La base optimale d'une variété hybride peut être définie comme le type de variété (hybride simple, hybride trois voies, hybride double) avec des parents plus ou moins consanguin qui permettra de créer le meilleur hybride, pour un matériel donné. Il faut alors considérer la moyenne et la variance de chacun des types de variétés [31].

Les étapes clés de la création des nouvelles variétés de plantes autogames sont les suivantes :

- la collecte et l'évaluation de variabilité génétique disponible, afin d'identifier les caractères d'intérêt existant au sein de l'espèce et des espèces proches ; c'est ce qu'on appelle communément les ressources génétiques.
- l'hybridation, on réalise de croisement entre les géniteurs que l'on a identifiés afin d'obtenir de nouvelles combinaisons de gènes.
- La sélection de descendance pendant plusieurs générations pour identifier et fixer de nouvelles combinaisons prometteuses.
- puis vers la fin de l'étape précédente évaluation des nouvelles lignées ainsi créées, pouvant prétendre à devenir des Variétés intéressantes.

L'hybridation est réalisée dans des conditions de contrôler entre du matériel issu de la collection de ressources génétique dont dispose le sélectionneur. Le choix du croisement repose sur la connaissance qu'il a de son matériel, sur son expérience, sur les informations disponibles associées aux ressources nouvellement introduites dans la collection. Pour les espèces qui sont depuis longtemps déjà

soumises à une sélection intensive, la probabilité d'obtenir ainsi un progrès majeur et extrêmement Faible, c'est pour cette raison que les sélectionneurs réalisent généralement chaque saison plusieurs centaines de croisements. Etant donné les moyens disponibles pour réaliser ce travail sont toujours Limités, il est l'essentiel de conduire une sélection aussi efficace que possible en sachant bien concentrer ses efforts sur les descendances des plus prometteuses.

Un croisement s'effectue en transférant pollen du parent male sur le stigmate de la femelle à féconder. Chaque Croisement ainsi réalisé conduit à de nouvelles combinaisons des Gènes. Étant donné la petite taille des fleurs de la plupart des céréales, c'est une opération fastidieuse, qui requiert attention et dextérité ; mais une fois la pratique acquise, un technicien expérimenté peut réaliser plusieurs dizaines de croisements par jour. Si la plante peut s'autoféconder, comme chez les céréales, il faut auparavant éliminer les anthères des fleurs du parent femelle, de façon à ce que ce soit bien le croisement désiré qui se réalise. (Voir la figure14) [32].

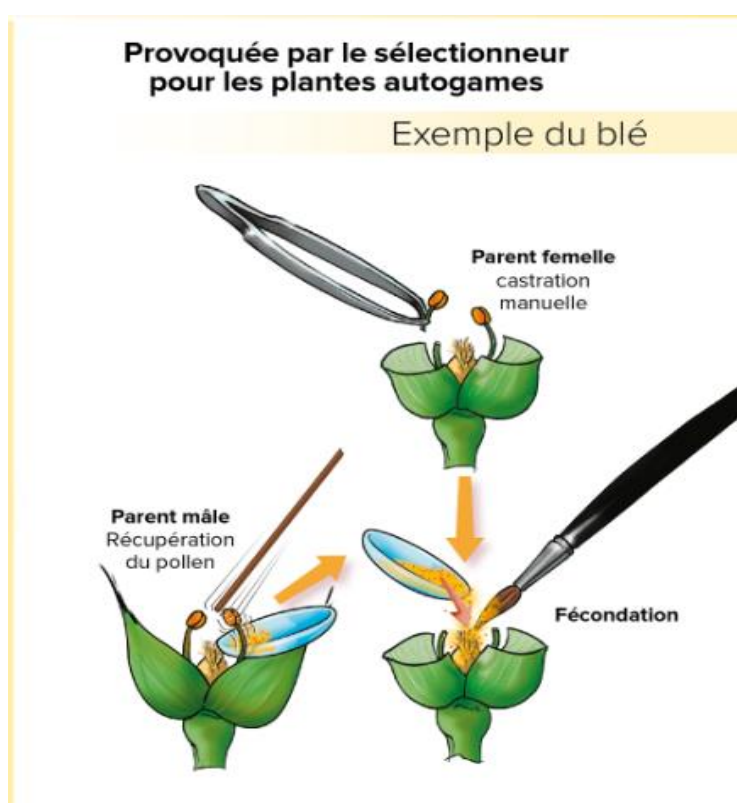


Figure 14 : représente un croisement Provoquée par le sélectionneur pour le blé [33].

1.2. La sélection de l'orge

Les objectifs de la sélection :

H vulgare est la troisième céréale en importance en Algérie. Elle occupe une superficie de 800 000 hectares et permet une production de 400 000 quintaux.

Pour l'orge il a été défini des objectifs d'amélioration. Ainsi pour les orges fourragères (production de grains) , il s'agit d'obtenir une meilleure productivité (rendement et régularité) , une résistance à la verse, à la sécheresse et aux maladies cryptogamiques (oïdium , helminthosporiose, rynchosporiose, rouille et jaunisse nanisante). Par ailleurs, il s'agit d'obtenir une précocité, (une adaptation aux différentes zones agro-climatiques et une bonne teneur en protéines et acides aminés indispensables. Pour les orges fourragères, (utilisées en vert), il est recherché un fort tallage herbacé, des épis lisses ou sans barbes et une résistance à la sécheresse et aux maladies cryptogamiques.

Pour les orges de brasserie, il est recherché homogénéité du grain, une haute faculté germinative et des grains relativement pauvres en azote [20].

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 connaissance des phénomènes biologiques liés à la reproduction [34].

1.2.1. Les méthodes de sélection :

Depuis les premières par l'homme, basées uniquement sur certains aspects agronomiques la sélection a bien évolué et recouvre un ensemble d'activités techniques et Courses 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. 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 [34].

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 Branlart et Autran (1987) on distingue les méthodes suivantes :

- **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 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 [34].

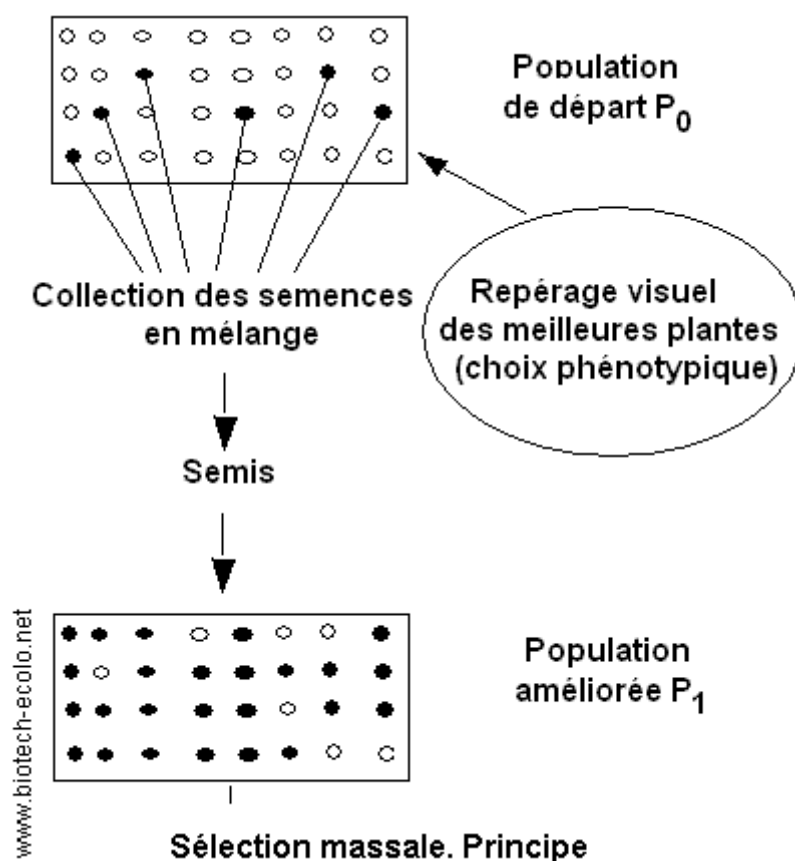


Figure 15 : schéma de la sélection massale [35].

- **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 16. 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. 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) [34].

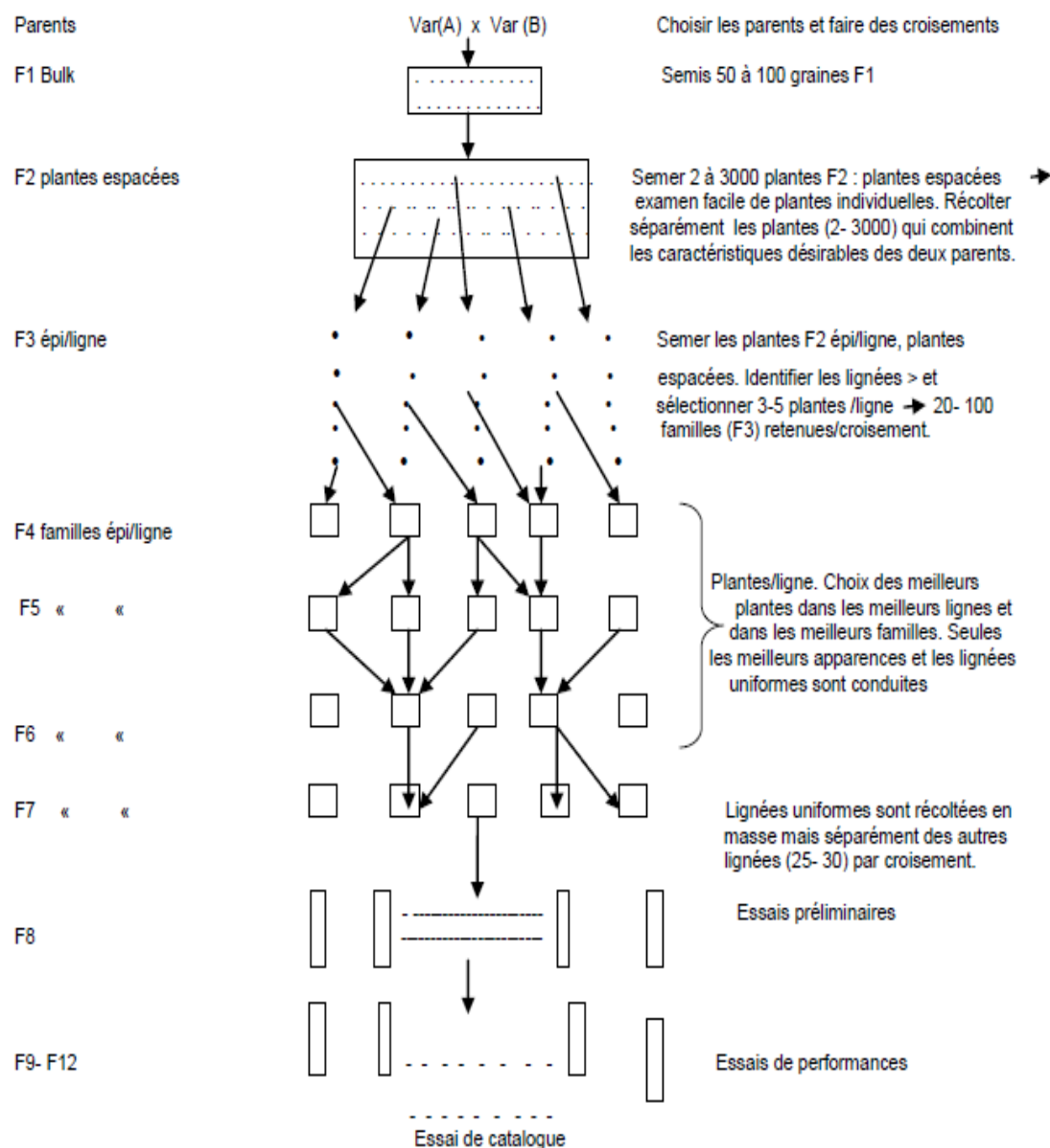


Figure 16 : schéma de La sélection généalogique ou pédigrée [36].

- **La sélection bulk :**

Les plantes issues à 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 [34].

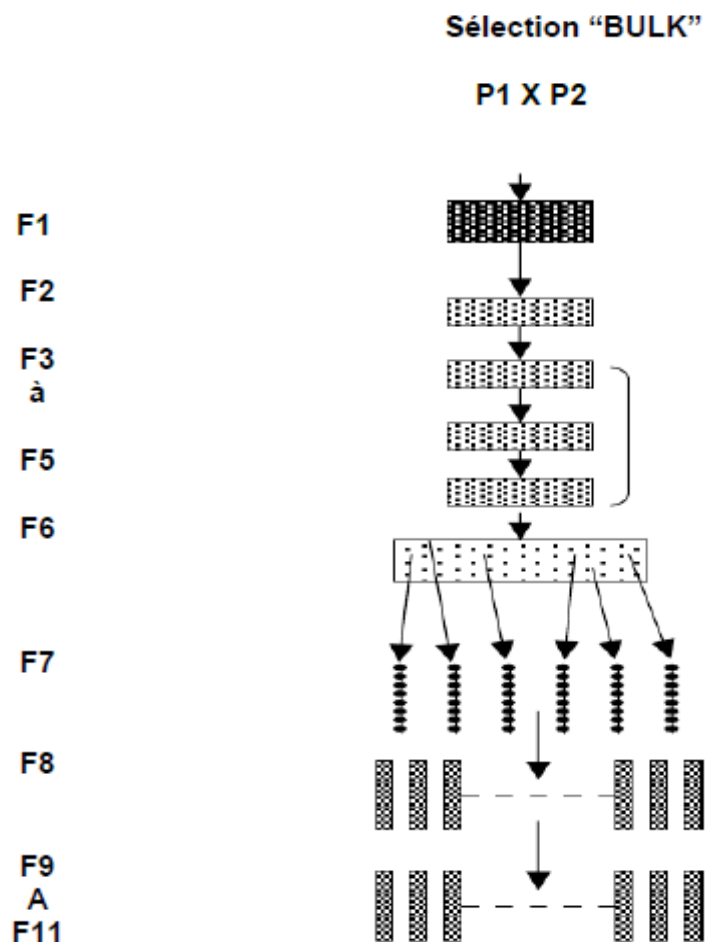


Figure 17 : la méthode de la sélection de bulk [36].

- **La sélection récurrente :**

La sélection récurrente regroupe un ensemble de méthode d'amélioration des populations qui reposent sur l'identification des meilleurs individus dans les populations de départ hétérogènes ter fécondation de ces génotypes sélectionnés pour former des populations améliorées. Sélection récurrente procède par cycles successifs. Chaque population améliorée peut être directement utilisée comme base de départ d'une sélection variétale (par la méthode généalogique par exemple) ou bien servir de matériel génétique de départ pour le cycle suivant. La sélection récurrente a pour but de concentrer progressivement les allèles favorables en augmentant leur fréquence dans les individus sélectionnés qui peuvent servir à la création variétale tout en préservant la variabilité génétique.

Cette sélection récurrente est vraisemblablement la mieux adaptée pour accroître progressivement le niveau moyen de la qualité (caractéristique polygénique) d'une population de céréales [34].

- **La sélection participative :**

La sélection participative est un concept relativement récent. Il existe plus d'une centaine de programmes de sélection participative de par le monde, qui visent à mobiliser les savoirs et les préférences des agriculteurs dans la création variétale et l'étude des interactions génotype environnement, à la suite des travaux pionniers de l'équipe de L.Sperling sur le haricot en Afrique de l'Est, de J.Witcombe sur le riz au Népal, de S.Ceccarelli au Moyen-Orient sur l'orge. Chacun de ces programmes associe des centaines d'agriculteurs, accueillant sur leurs terres des essais de dizaines de génotypes, participant à la définition des critères de sélection pertinents et à la notation des types en essais.

L'ambition de la sélection participative est de refaire la jonction entre une offre qui a été parfois (trop souvent) définie par le sélectionneur sans liaison organique avec la demande qui peut être exprimée par les agriculteurs ou par les acteurs des filières. La recherche participative n'est plus une activité marginale des centres de recherches agricoles. Aujourd'hui, un nombre croissant de chercheurs essaye de mieux concentrer leur recherche sur les priorités et les contraintes des fermiers des zones rurales en les incorporant directement dans le processus de recherche.

Dans bien des régions de l'Afrique du Nord et du Moyen-Orient, le rendement de certaines cultures (comme l'orge, qui est une plante à pollinisation directe) est faible. Les programmes de sélection classiques destinés à améliorer les cultures sont restés pratiquement sans effet, en grande partie parce que la majorité des agriculteurs ont refusé d'adopter de nouvelles variétés.

L'approche traditionnelle, centralisée et hiérarchisée, ne tient guère compte des conditions réelles auxquelles les agriculteurs doivent faire face. Que penser d'un programme de sélection décentralisé, qui prévoit la participation des agriculteurs dès le départ, incite les phytogénéticiens et les agriculteurs à travailler ensemble pour apprendre les uns des autres et qui tiennent compte de ce que les agriculteurs ont à dire.

La sélection végétale participative (PPB) a commencé en Algérie en collaboration avec le programme d'amélioration de l'orge du Centre International de Développement Agricole et Recherche dans les zones Arides (ICARDA) en 2005-2006 après que la méthodologie a été développée, en Syrie entre 1996 et 2000 et testé en Tunisie et au Maroc, en Érythrée, en Jordanie et plus récemment au Yémen, l'Iran et Éthiopie.

La figure représente le schéma de la sélection participative de l'orge mis en œuvre avec des fermiers en Syrie, Jordanie, Égypte, Érythrée, Yémen, Maroc et la Tunisie (Ceccarelli et al. 2000). Ceccarelli (2000) précise que la phytosélection participative est la seule approche possible pour améliorer des espèces végétales cultivées dans des conditions défavorables. La participation des agriculteurs est souvent préconisée dans les programmes de sélection afin d'augmenter leurs efficacités.

Cultures sont restées pratiquement sans effet en grande partie parce que la majorité des Agriculteurs ont refusé d'adopter de nouvelles variétés. La sélection faite par les agriculteurs est au moins aussi efficace que celle des sélectionneurs. Les sélectionneurs n'ont pas hésités à devenir partisans de l'approche participative. La sélection participative exige une étroite collaboration entre les chercheurs, les agriculteurs et les éventuels intervenants pour améliorer la génétique végétale [34].

1.2.2. Objectif et critères de sélection :

L'amélioration de la plante consiste à créer une variabilité génétique nouvelle, puis sélectionner et fixer parmi cette diversité, les génotypes intéressants. Le caractère qualité est actuellement très recherché. Il est devenu l'un des objectifs principaux de l'amélioration de l'orge. Les objectifs de la sélection sont nombreux. Généralement, le premier critère évoqué est la productivité. 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 du produit. Pour les agriculteurs, l'un des facteurs les plus importants est la résistance aux maladies et aux parasites. Des critères simples, visuels mais aussi des mesures physiques (calibrage des grains, poids de 1000 grains etc.) sont depuis longtemps appliqués efficacement en sélection [34].

1.3. Haploïdisation :

L'haploïdie, cette anomalie de la reproduction, a d'abord été juste signalée chez l'orge en 1934. Puis, elle est apparue comme un phénomène inductible, d'abord en 1970, par croisement avec l'orge bulbeuse, *H. bulbosum*, puis en 1981, par culture d'anthère in vitro. C'est la «méthode bulbosum » qui a d'abord été la plus utilisée. Des épis castrés d'orge cultivée sont pollinisés par *H. bulbosum*. Dans l'embryon formé, les chromosomes de *H. bulbosum* s'éliminent. Entre 1 et 5 lignées haploïdes doublées peuvent être obtenue par épi castré, après culture d'embryons in vitro et doublement du stock chromosomique à la colchicine. La production de plantes haploïde, par culture in vitro et doublement d'anthère ou de microspores isolées, connaît actuellement un regain d'intérêt, bien que la réussite de ces dernière technique dépend fortement des génotypes et que de nombreuses plantes albinos soient générées.

D'autres techniques, telles que la culture in vitro d'ovaires non fécondés ou l'utilisation d'un gène indicateur d'haploïde, ont été moins fructueuses. La culture d'ovaires ne s'est pas développée du fait de son faible rendement (environ 0.4%). L'indication du gène hap n'a pas pu non plus être appliquée en sélection, du fait de la difficulté du repérage des plantes hap/hap (homozygote pour le gène hap) et de la forte mortalité des embryons hap/hap.

L'haploïdisation est devenue une méthode employée en routine par sélectionneurs pour obtenir, dans un court délai, des milliers de lignées pures et l'haplométhode est à l'origine de plusieurs dizaines de variétés d'orge inscrites dans le monde. Par ailleurs, la plupart des constructions de cartes génétiques à l'aide de marqueurs moléculaires est basée sur l'utilisation de plantes haploïdes doublées [3].

1.3.1. Les tissus sporogènes :

Les tissus sporogènes vont donner naissance à des structures bien différenciées : les gamétophytes. Ces organes porteront les gamètes ou cellules reproductrices ; il existe donc un gamétophyte mâle et un gamétophyte femelle.

Dans un bouton floral au stade jeune, à l'intérieur des anthères, des files cellulaires donnent naissance aux sacs polliniques. Dans chacun de ces derniers, se différencient sous l'épiderme une assise mécanique puis deux couches sous-jacentes, les assises nourricières qui serviront au développement des cellules

internes. Celles-ci sont les cellules mères des grains de pollen, qui vont chacune, à la suite de la méiose, produire quatre microspores haploïdes.

Il existe donc un noyau haploïde mâle dans la jeune microspore. Ce noyau se divise pour donner naissance au noyau reproducteur et au noyau végétatif. Cette structure constituera le pollen mûr chez les espèces dites à pollen binucléé (solanées, légumineuses, rosacées, ...). Chez les espèces dites à pollen trinuéé (composées, crucifères et graminées...), le noyau reproducteur se divise en deux et le grain de pollen mûr comprend donc deux cellules reproductrices et une cellule végétative.

De même dans le jeune ovule sous les téguments, on trouve une masse parenchymateuse, le nucelle. Dans celui-ci, une cellule située près du pôle micropylaire va subir la méiose, c'est la cellule mère du sac embryonnaire.

Dans le cas le plus fréquent de quatre cellules haploïdes issues de la méiose de cette cellule mère, les trois supérieures dégénèrent, seule l'inférieure se développe et après trois mitoses normales donne les huit noyaux haploïdes typiques d'un sac embryonnaire.

Notons bien que ces huit noyaux sont identiques sur le plan des gènes puisqu'ils dérivent tous d'un seul produit de la méiose.

Normalement les tissus sporogènes sont destinés à participer à la fécondation. Mais il arrive qu'avant la méiose on puisse régénérer des plantes à partir des tissus qui différencient les cellules-mères : on dit qu'il y a apomixie.

Quand ce sont des tissus ayant subi la méiose qui, avant la fécondation, sont à la source de régénérations, on parle d'androgenèse pour les microspores, de parthénogenèse pour l'oosphère, d'apogamie pour les synergides, les antipodes ou les noyaux polaires.

L'ensemble de la parthénogenèse et de l'apogamie est plus fréquemment désigné par le terme gynogenèse.

On peut donc à partir des tissus ayant subi la méiose régénérer in vitro des structures haploïdes à la condition d'opérer avant la fécondation (androgenèse et gynogenèse).

On peut aussi obtenir des régénérations haploïdes après la fécondation dans le cas où l'un des deux stocks parentaux est éliminé, par exemple dès le stade zygote (il ne sert alors que d'inducteur) ou au cours des premières mitoses de l'embryon.

D'autres situations donnent aussi des plantes haploïdes dans les cas de gémellarités ou de polyembryonie [37].

1.3.2. Étude détaillée des divers cas d'obtention de plantes haploïdes :

1.3.2.1. Hybridations interspécifiques :

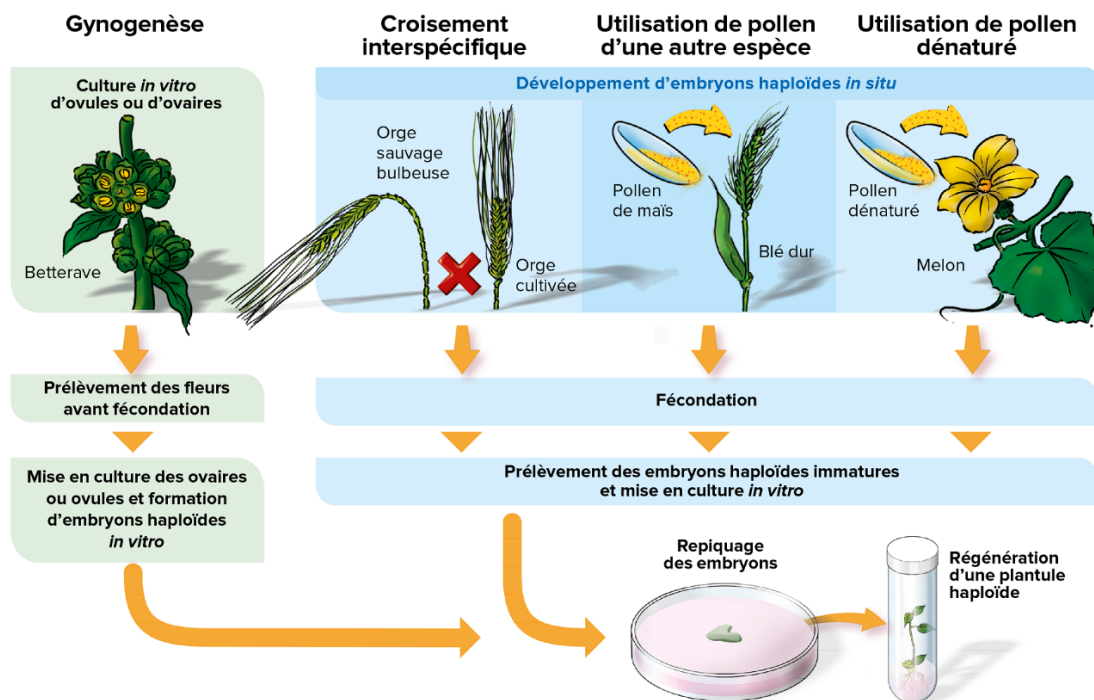
Dans certains croisements, l'incompatibilité ne se traduit pas au niveau de la reconnaissance pollen-stigmate, ni même dans les phases ultérieures de la croissance du tube pollinique et de la rencontre spermatozoïdes-oosphère, mais au stade de leur fusion ou au cours des premières mitoses qui s'ensuivent.

C'est ainsi qu'on peut obtenir des plantes haploïdes d'orge ou de blé en pollinisant ces espèces par une espèce sauvage (*H.bulbosum*), l'orge bulbeuse, ou même en utilisant *H. bulbosum* comme femelle. La fécondation a bien lieu mais les chromosomes de l'espèce *bulbosum* sont éliminés dès les premières mitoses, laissant un embryon haploïde qui dégénérerait rapidement si on ne le sauvait par culture *in vitro* [5]. Dans ces conditions, on parvient à obtenir des plantules puis des plantes viables. Cette technique est aujourd'hui largement développée par les sélectionneurs d'orge pour fixer leurs descendance après hybridation. Un autre cas d'utilisation pratique de l'haploïdisation après hybridation interspécifique est celui de la pomme de terre, *Solanum tuberosum*. La forme cultivée est tétraploïde ($2n = 4x$) et il est fort utile de l'amener à l'état dihaploïde ($2n = 2x$) afin de pouvoir la croiser avec de nombreuses espèces diploïdes spontanées qui apportent un large spectre d'adaptations climatiques et de tolérances ou de résistances aux pathogènes. Par ailleurs, l'amélioration au niveau diploïde est plus efficace qu'au niveau $4x$.

Quand la pomme de terre cultivée $4x$ est pollinisée par l'espèce sauvage $2x$ *Solanum phureja*, une forte proportion de graines $2x$ de type maternel est obtenue, le pollen de *phureja* n'assurant pas la double fécondation ; l'oosphère a un développement parthénogénétique alors que l'albumen, lui, est bien hybride, ayant reçu un (ou parfois deux) spermatozoïde(s).

Grâce à des marqueurs, on identifie très facilement ces embryons d'haploïdes [37].

L'obtention d'haploïdes par croisement interspécifique et à partir des organes femelles



© GNIS-PEDAGOGIE.ORG

Figure 18 : L'obtention d'haploïdes par Hybridations interspécifiques [38].

1.3.2.2. Traitement des gamétophytes par irradiation :

Depuis longtemps on tente de perturber le processus normal de différenciation des spermatozoïdes dans le gamétophyte mâle, de manière à maintenir un pouvoir inducteur de l'embryogenèse en inhibant le pouvoir fécondant. Si l'on réussit à neutraliser l'un des deux spermatozoïdes, il arrive que seuls les noyaux polaires soient fécondés, ce qui engage alors le développement de l'albumen 3x hybride ; par entraînement, l'oosphère peut alors se diviser sans fécondation et donner un embryon haploïde parthénogénétique. On pourra alors mener son développement à terme en le prélevant et en le cultivant *in vitro*.

L'irradiation par rayons γ est l'une des voies les plus expérimentées pour obtenir de telles interventions sur le gamétophyte mâle. Avec des doses atteignant 1000 Gy sur le pollen de pétunia. Raquin a obtenu d'excellents taux d'haploïdisation.

Des applications de cette technique aux cucurbitacées sont très fructueuses.

Il semblerait que l'irradiation du gamétophyte femelle puisse aussi aboutir à des productions haploïdes (Raquin, communication personnelle) [37].

1.3.2.3. Androgenèse in vitro :

Une voie très audacieuse a été ouverte en 1964 avec la réussite par Guha et Maheshwari) de la culture in vitro de cellules sexuelles mâles de *Datura innoxia* et la régénération de plantes entières viables et haploïdes d'origine exclusivement paternelle. Ce processus a été étendu au tabac (*Nicotiana tabacum*), puis dans la décennie qui suivit à plus de cent espèces, le Laboratoire d'amélioration des plantes de l'Université d'Orsay ayant joué un rôle important dans ce développement,

Pour la plupart des espèces, la méthodologie est analogue. Les boutons floraux sont disséqués stérilement et les anthères qui doivent produire le pollen sont prélevées à un stade bien précis du développement des microspores. Elles sont ensuite cultivées in vitro dans des conditions qui permettent une réorientation de leur devenir vers un retour à des potentialités embryogènes. Un certain nombre des cellules haploïdes ainsi traitées peut aboutir, soit directement, soit après des transferts dans une séquence adéquate de milieux, à une plante haploïde viable issue d'un gamète paternel.

Les taux de réussite de ces opérations sont très variables, mais souvent très bas si on les rapporte au nombre des microspores contenues dans une anthère mise en culture : c'est pourquoi de très nombreux chercheurs se sont attachés à l'étude des paramètres qui influent sur le déroulement de chaque phase [37].

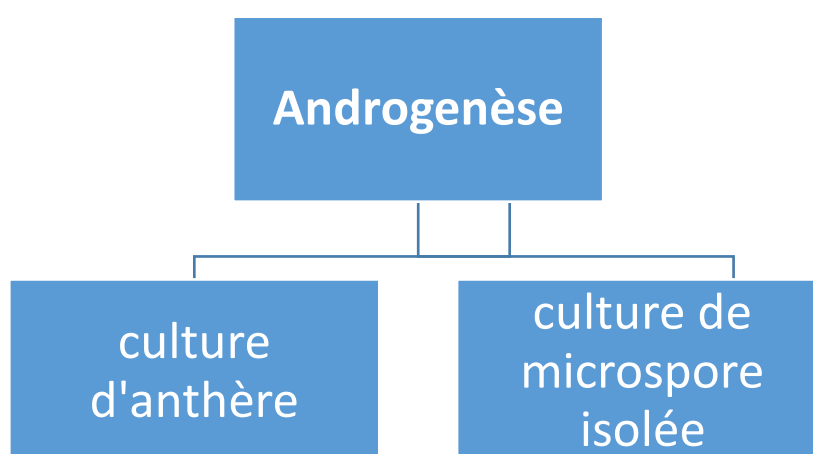


Figure 19 : représente les deux types d'Androgenèse in vitro chez l'orge [39].

Effets du génotype :

Les réussites sont fortement liées à la famille végétale expérimentée : les solanacées, les crucifères et certaines graminées semblent posséder des

potentialités supérieures à celles d'autres familles ; mais, à l'intérieur des solanacées, certains genres comme *Datura* ou *Nicotiana* donnent de bons résultats alors que *Lycopersicon* s'avère réfractaire. Chez les graminées, le riz répond facilement aux traitements androgénétiques, alors que le maïs reste difficile.

A un niveau plus fin, même à l'intérieur d'une espèce, la variation de réaction des divers génotypes est très notable : des facteurs génétiques sont indiscutablement liés aux processus de déroulement de l'androgenèse puisqu'on a pu mettre en évidence une héritabilité de l'aptitude.

Il faut bien se garder de conclure à l'existence de gènes spécifiquement impliqués, même si, sur un plan pratique, la sélection de lignées de blé présentant des taux d'androgenèse élevés a été utilisée comme un objectif par plusieurs équipes chinoises, afin d'obtenir ensuite une facilité de fixation des génotypes agronomiquement intéressants

Selon les génotypes, le taux d'androgenèse, mesuré par le rapport du nombre de plantes haploïdes régénérées au nombre d'anthères mises en culture, varie de 0% à plus de 200% (Laboratoire de l'Institut de génétique de Pékin, communication personnelle) [37].

Etat physiologique de la plante donneuse :

Les conditions de culture des plantes sur lesquelles on prélève les anthères paraissent jouer un rôle majeur, bien qu'aucune expérimentation précise n'ait permis de les définir avec précision. On sait que des plantes jeunes, végétativement vigoureuses et en croissance active donnent des résultats en moyenne meilleurs. On sait aussi que certaines périodes, correspondant à l'époque naturelle de floraison de l'espèce, fournissent des anthères plus réactives. Les traitements phytosanitaires ont en général un effet dépressif sur la potentialité des anthères.

Il existe donc des conditions environnementales de culture qui définissent, chez la plante donneuse, un état physiologique plus ou moins favorable. Sur la plante elle-même, la position des rameaux floraux intervient sur les taux de réussite (différence entre les zones basales et apicales dans un épi de blé, effet dépressif des fleurs situées sur des rejets chez le tabac...). Une étude plus systématique de ce conditionnement physiologique éclairerait certainement les recherches en vue d'intensifier la production d'haploïdes [37].

Stade de prélèvement des anthères :

Considérons d'abord la maturation normale d'un grain de pollen. La méiose produit des tétrades haploïdes qui évoluent en une jeune microspore uninucléée. Rapidement de petites vacuoles apparaissent dans une zone cytoplasmique (que nous appellerons «sud» pour la clarté de la description) sous le noyau. La croissance de ces vacuoles repousse le noyau, qui était central, vers le pôle «nord». Ce noyau haploïde entreprend alors une mitose, dont l'axe fusorial est très précisément nord-sud. Compte tenu de cela, les produits de cette mitose, puisque le noyau n'est pas central, sont deux cellules de taille très inégale : une cellule reproductrice au pôle «nord», de faible volume à noyau très condensé et à cytoplasme restreint, ne contenant que quelques mitochondries. En revanche, au pôle «sud» se développe une large cellule végétative à noyau diffus et à cytoplasme abondant avec de nombreux plastes et des vacuoles. Ces deux cellules ainsi différenciées auront des devenir essentiellement différents.

Lors de la pollinisation, la cellule reproductrice se verra propulsée dans le tube pollinique où son noyau après une division produira les deux spermatozoïdes, dont le destin est la fécondation de l'oosphère donnant l'embryon pour l'un, et des deux noyaux polaires aboutissant à l'albumen triploïde pour l'autre : pour certaines espèces à pollen nucléé, cette mitose du noyau reproducteur a lieu dans le pollen avant maturation.

La cellule végétative a un rôle beaucoup moins marqué : elle permet la croissance du tube pollinique et fournit les matériaux du métabolisme lié à la pénétration dans les tissus stigmatiques et stylaires.

Lorsque cette différenciation est ainsi marquée entre cellule reproductrice et cellule végétative, le prélèvement des anthères pour culture in vitro et induction d'une androgenèse est généralement un échec. Il semble que ce soit le stade où la jeune microspore uninucléée va entrer en mitose qui constitue l'optimum pour la réussite de l'opération (Fig. 22). Cependant, l'évaluation n'est pas aussi simple ; en effet, il n'y a pas synchronisme parfait des stades de développement des microspores dans l'anthère :

Autrement dit, lorsque l'expérimentateur, grâce à des repères morphologiques et à des contrôles microscopiques, prélève des anthères dans lesquelles une

majorité des microspores va entrer en mitose, une certaine proportion des microspores est encore au stade tétrade et une autre est déjà binucléée. Comme un très faible pourcentage des microspores va donner in vitro une formation androgénétique (de l'ordre de 1/10 000 dans les cas favorables !), on ne sait si ce sont les microspores représentant typiquement le stade prélevé ou si ce sont des cas atypiques, et lesquels, qui se réorientent en tissus androgénétiques.

Sur le datura, Norreel observe que, durant la culture in vitro, un certain nombre des microspores possédaient lors de la mitose un axe fusorial «est-ouest, en conséquence, les deux cellules produites ont alors des volumes semblables avec une répartition identique de leurs éléments cytoplasmiques. On peut les appeler «cellules embryonnaires», puisqu'elles ne sont ni du type reproduction, ni du type végétatif. De telles cellules indifférenciées sont à la base des développements de nodules sphériques dans l'anthere qui donnent ensuite des embryons cordiformes bien types. Ce sont ces formations, ou des formes plus proches de cals, qui placées sur un milieu de régénération aboutissent à de jeunes plantes haploïdes.

Dans toutes les expériences décrites, il apparaît que chaque stade de développement des microspores est très strictement délimité, et relativement fugace, si bien qu'une réorientation vers l'androgenèse est toujours délicate, un prélèvement trop précoce de l'anthere ne donne aucun développement ; un prélèvement trop tardif n'a aucun effet, la plupart des microspores évoluant alors vers la maturation du pollen caractérisée précocement par l'accumulation d'amyloplast. Il n'est donc pas étonnant que tout traitement ralentissant le processus de différenciation des microspores en grains de pollen favorise la réorientation vers l'androgenèse. Des traitements par le froid (20) ont fortement accru le taux d'androgenèse. Des traitements par des températures élevées ont eu quelquefois des effets encore plus marquants : incubation des anthers à des températures variant, selon les espèces, de 25 à 35°C.

Une autre voie intéressante, mise au point par E. Picard et al, a comme effet, elle aussi, d'étendre la sensibilité à une réorientation de la microspore. Dans ce but, la plante donneuse est traitée, au moment de sa méiose, par une pulvérisation d'une solution de fenridazon potassium classiquement employée comme gamétocide chez le blé.

La composition chimique des milieux de culture est très variable d'un auteur à l'autre et d'une espèce à l'autre, notamment en ce qui concerne les concentrations et la nature des sucres. En revanche, macro- et micro éléments sont de nature assez classique dans la plupart des milieux, ce qui semble indiquer que ce ne sont pas des facteurs clés de l'androgenèse.

De façon plus récente, la culture de microspores isolées amène, chez les céréales, à des taux de plantes régénérées chlorophylliennes cinq à dix fois supérieures à ceux obtenus par culture d'anthers [37].

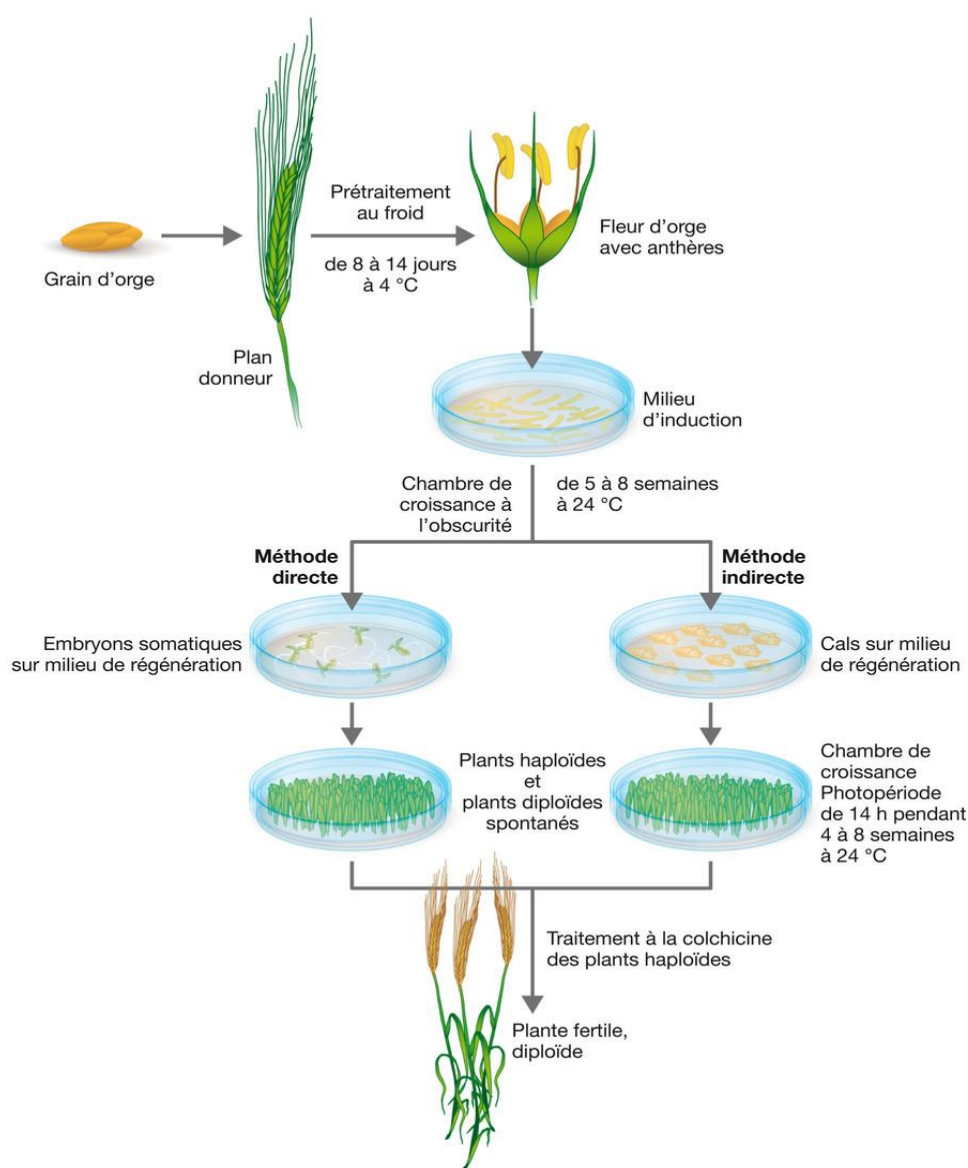


Figure 20 : représente la culture d'anthere de l'orge commune [40].

1.3.2.4. Gynogenèse in vitro :

La régénération de plantes haploïdes à partir des cellules sexuelles semble plus logique par la voie femelle, puisque l'oosphère est destinée naturellement à devenir embryon. Cependant, toutes les tentatives de régénération de plantes à partir de la culture in vitro d'un ovule non fécondé, avaient échoué jusqu'aux premiers résultats de San Næum [27] qui, cultivant des ovaires d'orges non pollinisés, a obtenu les premières plantes haploïdes issues du développement du sac embryonnaire. En quelques années, la gynogenèse in vitro a été étendue à d'autres graminées (riz, blé, maïs), à des composées (gerbera, laitue), à des solanacées (tabac) ainsi qu'à d'autres espèces de grande importance économique (tournesol, betterave à sucre). Dans cette voie, qui constitue une heureuse alternative à l'androgenèse, les chercheurs du Laboratoire d'amélioration des plantes de l'Université d'Orsay ont joué un rôle prépondérant [28] de 1976 à 1986. Cependant, comme pour l'androgenèse, les taux de production de plantes haploïdes restent souvent faibles et très variables d'une espèce ou d'un génotype à l'autre (de zéro à quelques pour cent). Il est donc important de bien décrire les étapes du phénomène et d'en rechercher les paramètres essentiels [37].

La procédure dans la gynogenèse :

Le but est d'obtenir un développement parthénogénétique de l'oosphère ou une apogamie à partir des autres cellules haploïdes du sac embryonnaire. Il n'y a donc pas, comme pour l'androgenèse, nécessité d'un retour, par dédifférenciation ou réorientation, vers un stade embryonnaire. On prélève donc au contraire l'ovaire ou l'ovule, dans la fleur non fécondée, lorsque le sac embryonnaire est bien développé, c'est-à-dire le plus près possible du stade de réceptivité des gamètes mâles. Les ovaires ainsi prélevés ou les ovules excisés sont placés dans des milieux artificiels qui favorisent le développement des tissus haploïdes. Après un à six mois, l'oosphère [27], parfois les antipodes, et plus rarement les synergides, se divisent et donnent des embryons bien différenciés : un même ovule peut donc donner jusqu'à six et même huit embryons d'origine exclusivement maternelle. Repiqués sur des milieux de régénération, ces embryons se développent en jeunes plantes [37].

Identification de paramètres importants :

Comme pour l'androgenèse, il ne semble pas que le facteur essentiel de la réussite de la gynogenèse réside dans une composition très particulière des milieux de culture. Certes, la pression osmotique des milieux conditionnée par les concentrations en sucres et leur nature semble jouer un rôle tout à fait déterminant : mais, pour le reste, les milieux sont de type tout à fait classique.

Généralement c'est une séquence de deux milieux qui est utilisée : le premier déclenche le développement du sac embryonnaire, le second, moins riche en cytokinines, permet une régénération de la masse embryonnaire en jeune plantule.

En revanche, le stade de prélèvement a une importance majeure : si le sac embryonnaire n'a pas atteint le stade de la réceptivité, il est rare d'obtenir des régénérations de plantes. Mais à ce stade de développement, la difficulté provient de pollinisations éventuelles, même si les fleurs ont été ensachées, l'autopollinisation n'est pas exclue. Pour opérer en toute sécurité, il faudrait donc castrer un très grand nombre de fleurs, ce qui est particulièrement laborieux [37].

1.3.2.5. Les haploïdes doublés :

Les plantes obtenues par les diverses techniques sont issues, en principe, d'une cellule haploïde : ce sont donc en fait des plantes sans mère» (androgenèse) ou des «plantes sans père» (gynogenèse). Cependant, dans de nombreux cas, l'individu régénéré est diploïde ou même parfois polyploïde (pétunia, asperge, par exemple) ; c'est que l'état haploïde est instable et que lors des mitoses haploïdes la télophase ne se déroule pas normalement.

On a donc une endomitose et un retour à l'état $2n$. De toute manière, la plante haploïde est stérile dans la majorité des cas où l'individu de départ était un véritable diploïde (lorsque l'individu de départ est tétraploïde, on appelle «dihaploïde la structure $2n = 2x$ obtenue après haploïdisation) [37].

Utilisation des haploïdes doublés :

Pour utiliser une plante régénérée par l'une quelconque des voies d'haploïdisation, il faut donc la rendre fertile et provoquer artificiellement un doublement des chromosomes si celui-ci n'a pas été spontané. Par des traitements

qui inhibent l'alignement des microtubules du fuseau, on provoque des endomitoses qui rétablissent le niveau diploïde. La colchicine est l'un des agents les plus couramment employés pour obtenir cette autocopie du stock haploïde.

On récupère donc chez ces haploïdes doublés une homozygotie totale. De telles plantes fertiles, diploïdes et homozygotes reproduites par autofécondation donnent des descendants tous parfaitement semblables à la plante mère : on a «fixé» le type sous la forme d'une lignée pure.

Pour un sélectionneur partant d'une hybridation, l'haploïdisation dès la F₁ donne, sous forme d'individus régénérés tous différents les uns des autres, l'expression visuelle d'une ségrégation gamétique. Avec le doublement des chromosomes, on rend fertiles et stables ces nouveaux génotypes parmi lesquels il suffit de choisir ceux qui sont les plus proches de l'idéotype.

Des sélectionneurs et des chercheurs ont tenté d'évaluer ce système, en comparaison avec la méthode généalogique : quand faut-il haploïdiser ? Combien faut-il d'individus haploïdes pour représenter la variance d'une ségrégation F₂ ? En fait le système haploïde n'a pas à être comparé à une autre méthode, car il donne dans des temps différents (beaucoup plus rapidement) des génotypes différents (les segments recombinés sont beaucoup plus longs, mais statistiquement ils contiennent 50% des gènes de chaque parent ayant engendré la F₁, comme pour la méthode généalogique) [37].

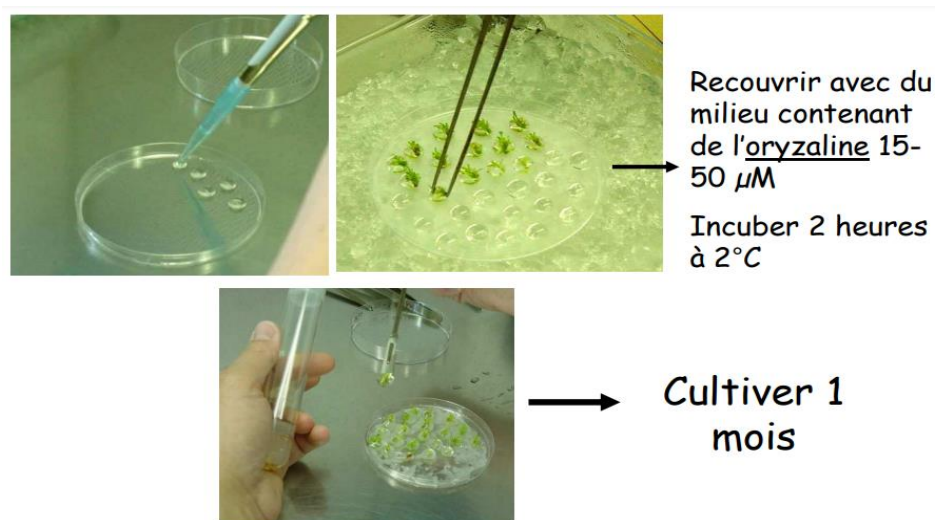


Figure 21 : représente le doublement de ce stock chromosomes artificiellement [41].

Si l'on fait un rapide inventaire des variétés aujourd'hui diffusées après haplodiploïdisation, c'est la Chine qui vient largement en tête avec de nombreux riz et de nombreux blés ; mais comme nous l'avons vu, la structure de la recherche chinoise rend difficile l'évaluation du nombre des espèces et des variétés diffusées : chaque groupement peut avoir ses obtentions propres et les utiliser.

La France en 1985 a inscrit le premier blé «Florin» issu d'androgenèse à un catalogue officiel de variétés. Le Canada en utilisant l'hybridation par bulbosum a diffusé plusieurs variétés d'orge ; cette technique a permis à l'Angleterre et à la Nouvelle Zélande d'inscrire aussi une variété. La France a par cette voie de nombreuses obtentions en cours d'expérimentation, dont sortiront sans nul doute des cultivars intéressants.

Il est plus difficile d'évaluer le rôle des haploïdes doublés en tant que géniteurs d'une variété inscrite. Cependant en France, chez l'asperge, le blé, le colza, l'aubergine et le piment (ou poivron), l'androgenèse est largement utilisée par les sélectionneurs.

De même, chez la betterave à sucre et le tournesol, la gynogenèse, bien que très récemment mise au point en France, a été rapidement expérimentée en Chine et chez plusieurs grandes firmes européennes.

En somme, pour fixer des lignées chez diverses espèces, le système de l'haplodiploïdisation sera donc le plus efficace ; pour d'autres, il faudra encore accroître les taux d'haploïdisation.

La comparaison avec d'autres méthodes, autrement que sur l'efficacité finale, se justifie d'autant moins que le passage par la culture in vitro provoque quelquefois l'apparition de variants [37].

1.3.3. Variations liées aux techniques d'haploïdisation :

Sur une variété de riz, lignée pure, stable, n'ayant pas montré de ségrégations au cours de nombreuses générations d'autofécondation, on a utilisé l'androgenèse pour obtenir des plantes haploïdes.

Selon les règles les plus strictes de la génétique, les plantes haploïdes obtenues devaient après doublement redonner la variété de départ. Cependant, non seulement on a régénéré une certaine proportion de plantes identiques génétiquement à la lignée initiale, mais on a découvert en forte fréquence des individus très distincts, par leur taille, leur couleur, la grosseur des grains, le tallage et de nombreux autres facteurs du rendement.

Ces variations ont pu être analysées : les unes proviennent de mutations, les autres de remaniements chromosomiques, d'autres sont des variants fixés qui ne répondent pas, dans leur comportement héréditaire, aux ségrégations mendéliennes. Ces variants sont supposés d'origine épigénétique.

Une autre expérience à partir d'un cultivar (lignée pure d'orge) a permis la comparaison de trois voies d'haploïdisation différentes. En effet sur cette variété, on a pu obtenir [28] des lignées haploïdes doublées issues du cultivar d'origine, les unes par androgenèse, d'autres par gynogenèse, d'autres enfin par hybridation interspécifique avec *H. bulbosum*. Ces trois familles de lignées ont été comparées, pour des critères biométriques, avec les descendants d'autofécondation du cultivar fixé d'origine. On a trouvé que les lignées androgénétiques produisent des individus très différents de la lignée initiale ; les descendances gynogénétiques présentent, relativement à ce choix de marqueurs, quelques variantes, mais restent très proches du témoin. En revanche, les lignées issues d'hybridation interspécifique sont identiques à la variété de départ.

Cependant, le suivi de caractéristiques biochimiques donne une autre vue du phénomène puisqu'alors il n'est plus possible d'associer la forte variabilité à l'androgenèse.

Chaque famille présente en fait un comportement qui lui est propre. Ainsi, selon le marqueur biochimique étudié, la variabilité vis-à-vis du témoin peut être davantage marquée après gynogenèse qu'androgenèse et peut amener à l'expression de comportements très atypiques [37].

1. Situation géographique de la zone d'étude

1.1. La wilaya de Sidi Bel Abbès :

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'Aïn 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 (Figure22).

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 [1].

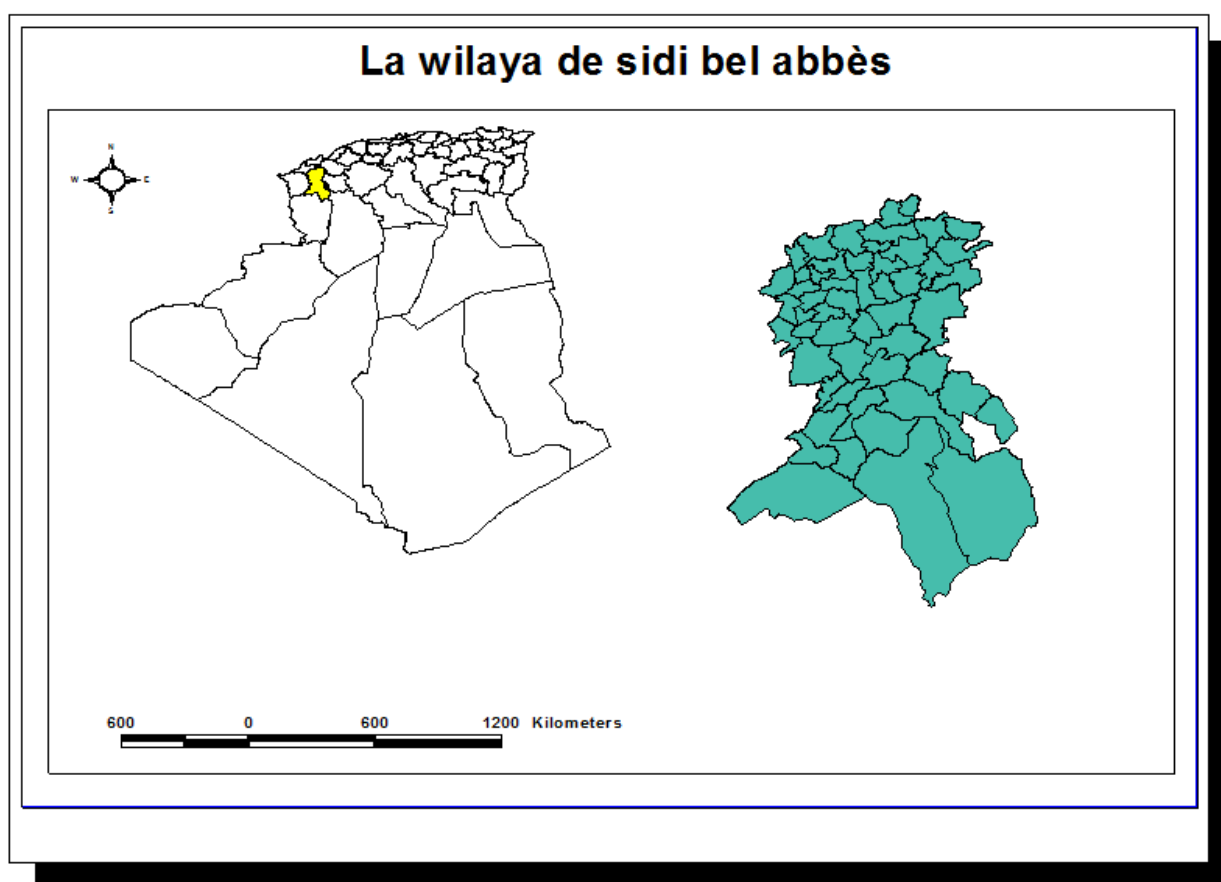


Figure 22 : carte géographique de wilaya de SBA (Logiciel ArcView GIS 3.3).

- **Description Géographique :**

Le relief de Sidi Bel Abbès est l'une des quatre grande ensembles physiques et géographiques qui subdivisent la wilaya de Sidi Bel Abbès avec : les zones de montagnes, l'atlas tubulaire, la zone steppique (figure23) [1].

1.1 Géologie :

La plaine de Sidi Bel Abbès est un fossé d'effondrement qui a été comblé progressivement par des alluvions charriées par l'Oued et qui se sont sédimentées, formées de terrains quaternaires et plio-quaternaires est limitée au Nord et à l'Est par des terrains post crétacés, au Sud par des terrains jurassiques et crétacés [1].

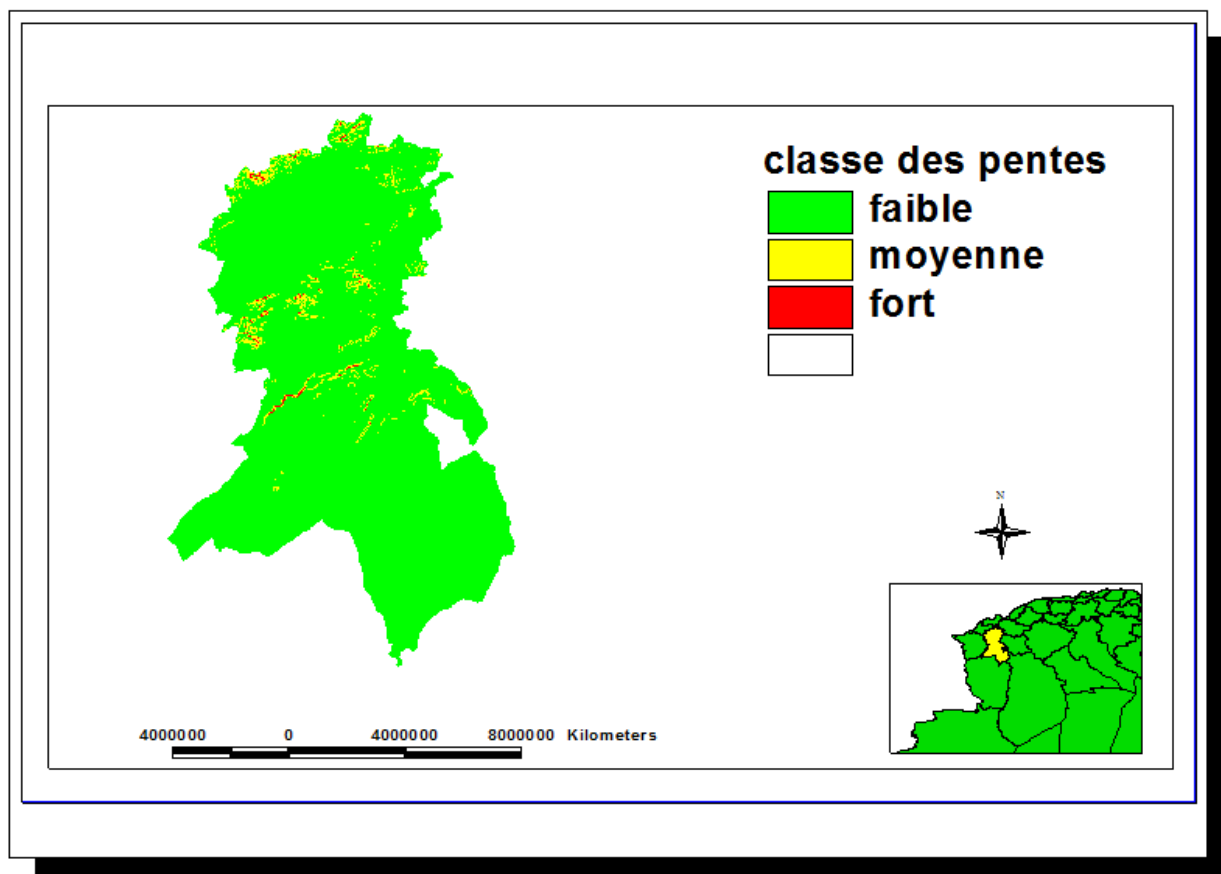


Figure 23 : carte des pentes de la wilaya de SBA (Logiciel ArcView GIS 3.3).

1.2 Pédologie :

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

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

- le groupe des sols d'apport alluvial :

Il s'agit de sols profonds apartés par l'eau, l'ailleurs la présence de petits galets an attest.

Les conditions physiques exceptionnellement favorables à la végétation. Ces des sols jouent un rôle économique très important, ils sont généralement d'un grand intérêt, ils offrent une gamme extraient variée de culture.

- 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.

- B. la classe des sols calcimagnésique :

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

- C. la classe des sols à sesquioxyde de fer :

- Groupe des sols fersiallitiques à horizon calcaire.
- Groupe des sols bruns rouges [1].

2.3 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].

2.4 Climat :

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 [1].

- **Pluviométrie**

Tableau 8 : Les données de la pluviométrie de la région de sidi bel abbés durant la période 2010-2020 [31].

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Janv	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	total
pluviométrie (mm) 2010-2011	19,9	77,2	8,7	29,8	57,1	9,9	14,5	0	0	0	217,1
pluviométrie (mm) 2011-2012	7,1	27	105,5	33,4	20,7	16,1	16,6	65,8	61,7	18	371,9
pluviométrie (mm) 2012-2013	42,1	37,7	163,2	16,2	87,8	42,1	25,5	78,6	27,6	0	666,8
pluviométrie (mm) 2013-2014	0	0	73	114,5	94,8	50,8	20	0	22	22	466,3
pluviométrie (mm) 2014-2015	20,1	0	75,7	115	59,8	44,5	33,6	3	20,1	32	403,8
pluviométrie (mm) 2015-2016	7,5	25,9	12	0	205	7,5	53,9	46,9	20	20	398,7
pluviométrie (mm) 2016-2017	4	7	42,5	83,69	148,5	7	8,4	2	9	0	312,09
pluviométrie (mm) 2017-2018	0	31	20,1	32,6	47,2	24,7	101,5	42	0	0	299,1
pluviométrie (mm) 2018-2019	0	80	59	20	57	25	18	30	17	0	306
pluviométrie (mm) 2019-2020	13	30	59	51,5	18	0	22	54	22,8	0	270,3

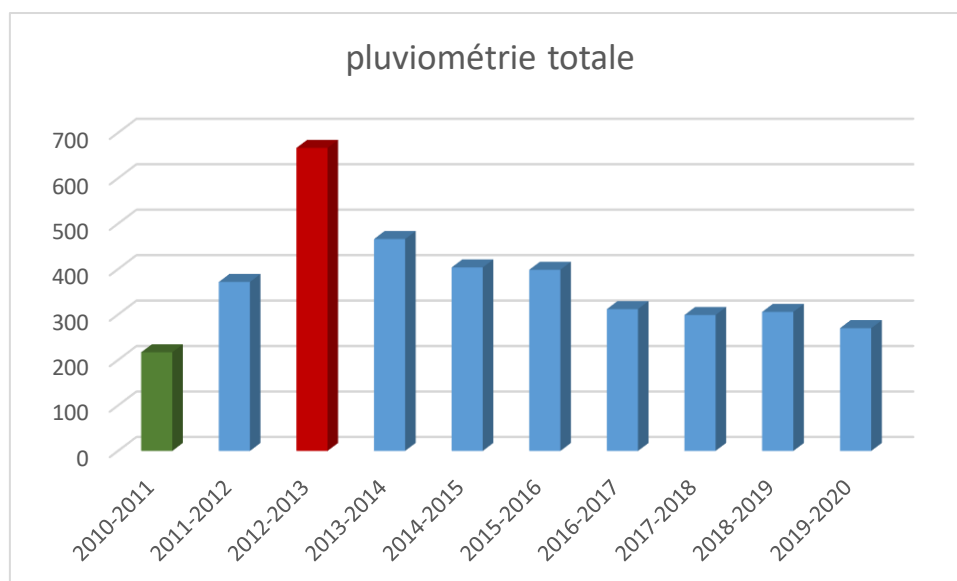


Figure 24 : La pluviométrie totale de wilaya de SBA 2010-2020.

Ce phénomène contribue à expliquer la diminution constante de précipitation des années sauf l'année 2012-2013.

2.5 Agriculture :

La superficie totale des terres utilisées par l'agriculture est évaluée à 363 005 Hectares dont 7 215 Hectares, jugée très faible sont à l'irrigués sont 2%. Les terres improductives s'élèvent à 177 296 Hectares de la superficie agricole totale soit 45,89%.

Les taux de parcours et de l'Alfa couvrent respectivement 0,96% et 39,70%. La superficie alfatière est dominante au sud de la wilaya [1].

Deuxième partie : Matériel et méthodes

1. Présentation de travaux :

L'étude de ce thème s'est intéressé à l'évaluation de la transmissibilité des caractères génétiques de la culture d'orge (*H.vulgare*) dans le cadre du programme d'amélioration de cette culture en zone semi-aride de sidi bel-abbès.

Ce travail de recherche s'intéresse à la sélection de nouvelles lignées d'orges en zone semi-aride par la méthode génétique d'haploïdisation sur des mutants issus des variétés Saida et plaisant.

2. Site d'expérimentation :

D'essai suivi est conduit en expérimentation à l'INRAA dans son champ sise à sidi bel-abbès sous les conditions du semi-aride.

3. Matériel végétal testé :

L'étude porte sur l'évaluation de 11 mutants d'orge issue de la culture d'anthère de 02 variétés d'orges Saida 183 et plaisant et qui sont comme suit et avec randomisations.

Tableau 9 : matériel végétal mis en expérimentation et randomisation.

N	MUTANTS + témoins	Rep1	Rep2	Rep3
1-	S 1-1	1	22	34
2-	S 1-A	2	14	30
3-	HDM 3GY S2	3	20	38
4-	PLS 2	4	16	33
5-	PLS 3	5	17	28
6-	S 2-4	6	15	31
7-	Plaisant	7	26	35
8-	HDM 3GY S1	8	25	36
9-	Saida	9	23	29
10-	S-ert 1	10	24	27
11-	HDM 3GY S3	11	21	39
12-	S 3-1	12	18	32
13-	PLS 4	13	19	37

4. Mise en place de l'essai :

4.1. Site d'implantation :

L'essai est réalisé au niveau du programme de recherche I.N.R.A.A sur son site d'expérimentation au niveau de l'I.T.G.C de sidi bel-abbès.



Figure 25 : représente le plan de la station de l'ITGC de sidi bel abbès (google earth)

4.2. Type se sol :

L'essai est mis en place sur un sol léger de type limoneuse-argileux avec un ph légèrement alcalin.

4.3. Précédant cultural :

Pour une meilleure maitrise des résultats l'essai a été installé sur un précédent jachère afin d'éviter toute susceptibilité de mélange.

4.4. Préparation du sol :

Le sol de l'essai a reçu un labour moyennement profond de 25 à 30 cm suivi d'un épandage d'engrais de P_2O_5 à raison de 1q/ha.

5. Méthode :

5.1. Dispositif expérimental :

Cet essai d'amélioration génétique comporte 11 mutants d'orge et 2 témoins Saida183 et plaisant.

Il est conduit en blocs randomisé à 3 répétitions comme suit (voir l'annexe 01) :

Nombre de répétition : 03

Nombre de mutants : 11

Nombre de témoin : 02

Nombres totales des plots : 39

Longueur plot : 5 mètres

Largeur du plot : 1,20 mètre

Superficie du plot : 6m²

REP3	SERT 1	PLS3	Saida	S1-A	S2-4	S3-1	PLS2	S1-1	Plais ant	HDM3 GYS1	PLS4	HDM3 GYS2	HDM3 GYS3
REP2	PLAI SANT	HDM3 GYS1	SERT 1	SAID A	S1-1	HDM3 GYS3	HDM3 GYS2	PLS4	S3-1	PLS3	PLS2	S2-4	S1-A
REP1	S1-1	S1-A	HDM3 GYS2	PLS2	PLS3	S2-4	PLAI SANT	HDM3 GYS1	SAID A	SERT 1	HDM3 GYS3	S3-1	PLS4

Schéma de l'essai sur terrain randomisé.

5.2. Paramètres mesurés :

5.2.1. Paramètres morphologiques :

- Longueur du pédoncule : on mesure cinq échantillons sur les deux mètres linéaires prises au hasard de chaque plot. au stade de maturité à partir de la bases de première feuille jusqu'à la base de l'épi. il exprime en cm.
- Longueur d'épis sans barbes : on mesure cinq échantillons sur les deux mètres linéaires prises au hasard de chaque plot. au stade de maturité à partir de la base d'épi jusqu'à sommet de barbes. il exprime en cm.

- Longueur total de l'épi : on mesure cinq échantillons sur les deux mètres linéaires prises au hasard de chaque plot. au stade de maturité à partir de la base d'épi jusqu'au sommet des barbes. l'exprime en cm.

5.2.2. Paramètres de rendement :

- **Nombres de grain / épi :**

Le nombre de grains par épi a été obtenu par comptage manuel des 165 échantillons prélevés.

- **Poids de mille grain / 2 mètres :**

Il obtenu sur 1000 grains par pesé directe sur balance de précision provenant de la récolte de chaque parcelle. Il est exprimé en gramme.

- **Rendement grain / 2 mètres linéaires :**

Il a été déterminé à partir décomposant : du nombre d'épis par unité du surface, le nombre de grain / épi et le poids de mille grain, répondant à formule :

$$Rdt\ grain = nbre\ d'épi \times nbre\ grain / épis \times PMG$$

6. Analyse statistique :

6.1. Analyse de variance(ANOVA) :

L'analyse des différents paramètres a été réalisée par le logiciel statistique : Stat Box 6.4.

Troisième partie :

Résultats et discussions

Conditions climatiques de l'année :

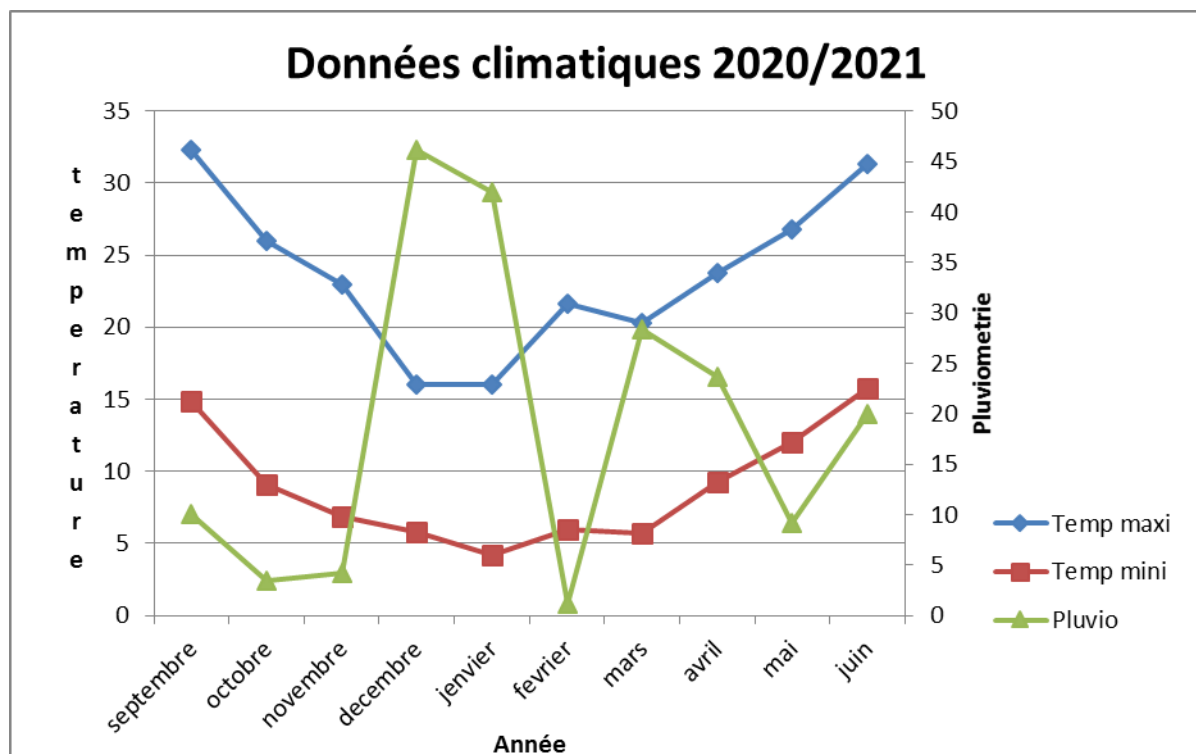


Figure 26 : les conditions climatiques de l'année 2020/2021.

Avant d'étudier les résultats obtenus et nous a semblé nécessaire de faire une étude des conditions du climat qui ont sévit cette année du moment qu'elles ont influencé énormément le comportement des différentes cultures et en particulier la culture de l'orge. Ainsi les conditions de cette année et en premier la pluviométrie, elle a été très faible avec une moyenne de 188 mm durant tout le cycle et très mal répartie.

Effet en consultant le graphe on relève que cette dernière a été très faible au début du cycle et n'a pas permis de bien préparer le sol pour le semis et aussi d'avoir semé dans des conditions stressante ayant engendré une mauvaise levée. Après cette période bien qu'un pic de pluie a été obtenu avec 46 mm mais il est resté très insuffisant et il est intervenu au moment où les besoins de la plante ne sont pas importants. Cette situation a engendré un début de stress à la plante pour s'installer et commencer son développement (début tallage) phase très critique chez la céréale et le stress a été très négatif du moment que 0 (zéro) mm a été enregistré. Les pluies de printemps ont été très faibles n'ont pas permis à la plante de combler son déficit et de se développer normalement.

Cette situation très critique nous a pas permis de suivre un développement correcte de l'orge et les quelques résultats qu'on a obtenus ont été sous l'effet du stress voire très faible.

Concernant les températures elles ont dépassé la normale habituelle et ont accentué l'effet de sécheresse enregistré durant cette campagne 2021.

1. Paramètres morphologiques :

1.1. La longueur de pédoncule :

Tableau 10 : analyse de variance de la longueur du pédoncule

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V. (%)
VAR.T	1926.913	164	11.749				
VAR.F	536.649	10	53.665	6.223	0		
VAR.B	182.944	14	13.067	1.515	0.1125		
VAR.R	1207.32	140	8.624			2.937	24.34

MOYENNE GENERALE = 12.065

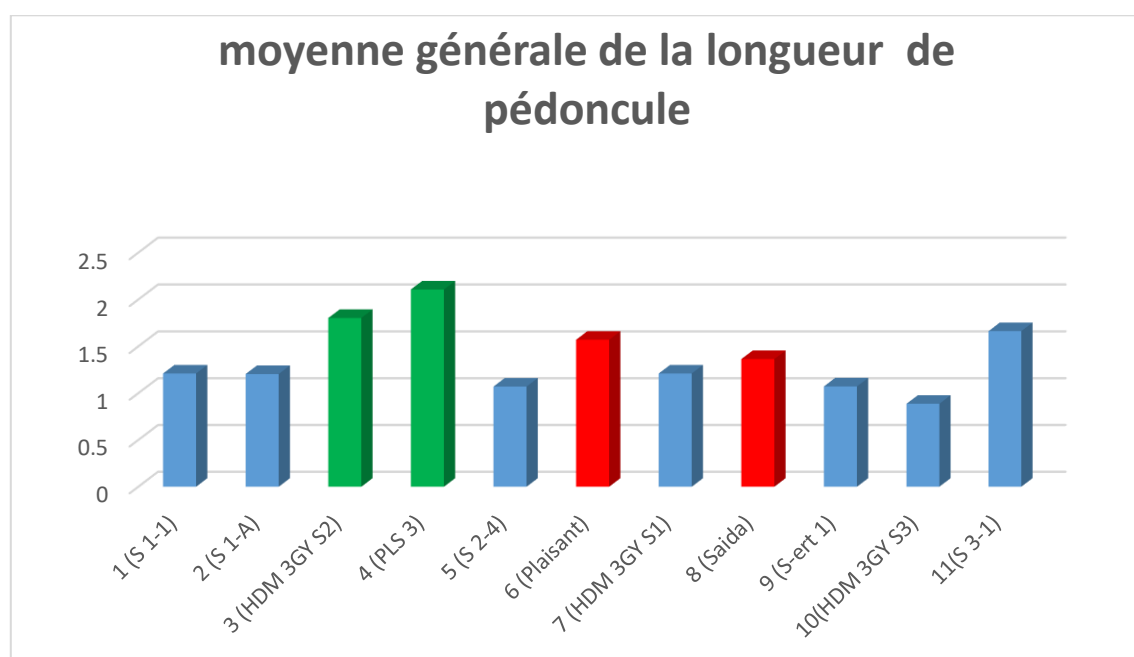


Figure 27 : moyenne générale de la longueur de pédoncule.

Ce graphe ne montre clairement que les deux mutants PLS3 et HDM3GYS2 sont supérieur au deux témoins Plaisant et Saïda.

COMPARAISONS DE MOYENNES de La longueur de pédoncule :

TEST DE DUNNETT - seuil = 5%

FACTEUR 1 / RESIDUELLE 1

PPES = 2.911

Tableau 11 : COMPARAISONS DE MOYENNES de La longueur de pédoncule.

F1	LIBELLES	MOYENNES	
			> TEMOIN
11	S 3-1	14.04	
5	S 2-4	13.427	
1	S 1-1	13.313	
7	HDM 3GY S1	13.313	
10	HDM 3GY S3	13.213	
2	S 1-A	12.993	
4	PLS 3	11.967	
8	Saida	11.933	TEMOIN *
3	HDM 3GY S2	11	
6	Plaisant	9.687	
9	S-ert 1	7.833	< TEMOIN

L'analyse des résultats du paramètre de La longueur de pédoncule de la placette étudiée montre qu'il n y a aucun mutant significativement supérieur au témoin local Saida cependant on relève que un seul mutant est significativement inférieur au témoin et qui est S-ert1.

En utilisant la valeur de l'écart type on obtient les mêmes résultats de sélection.

1.2. Long épis + barbes :

Tableau 12 : analyse de variance de la longueur d'épis + barbes :

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.T	609.272	164	3.715				
VAR.F	279.154	10	27.915	12.544	0		
VAR.B	18.55	14	1.325	0.595	0.86566		
VAR.R	311.568	140	2.225			1.492	10.25%

MOYENNE GENERALE = 14.553.

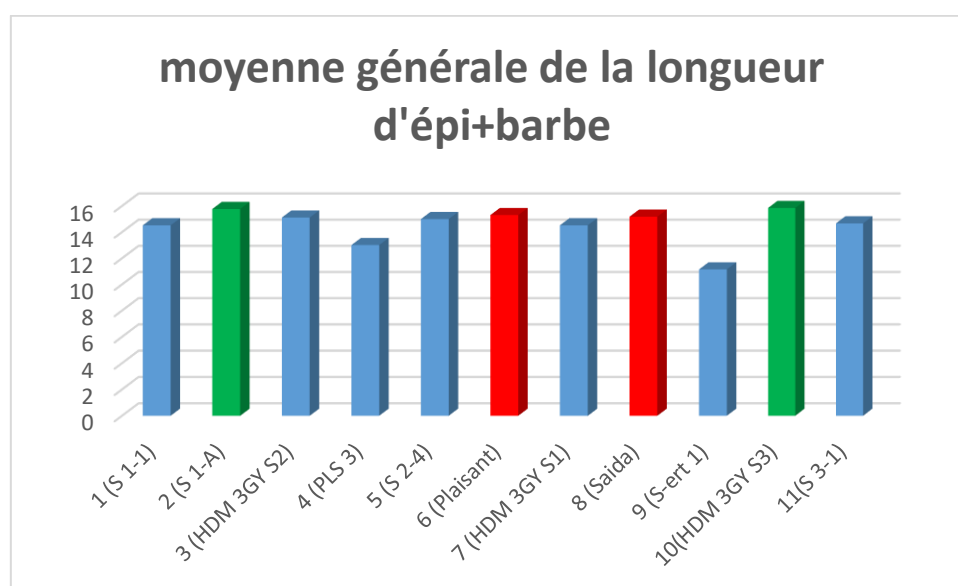


Figure 28 : moyenne générale de la longueur d'épi + barbe.

Ce graphe ne montre clairement que les deux mutants HDM3GYS2 et HDM3GYS3 sont supérieurs aux deux témoins.

COMPARAISONS DE MOYENNES de La long d'épis + barbes :

TEST DE DUNNETT - seuil = 5%

FACTEUR 1 / RESIDUELLE 1

PPES = 1,479.

Tableau 13 : COMPARAISONS DE MOYENNES de La long d'épis + barbes :

F1	LIBELLES	MOYENNES	
			> TEMOIN
10	HDM 3GY S3	15.847	
2	S 1-A	15.767	
6	Plaisant	15.307	
8	Saida	15.18	TEMOIN *
3	HDM 3GY S2	15.113	
5	S 2-4	15	
11	S 3-1	14.667	
7	HDM 3GY S1	14.52	
1	S 1-1	14.52	
4	PLS 3	13.013	< TEMOIN
9	S-ert 1	11.147	

L'analyse des résultats du paramètre de La longueur d'épis + barbes de la placette étudiée montre qu'il n y a aucun mutant significativement supérieur au témoin local Saida cependant on relève que des mutants sont significativement inférieur au témoin et qui sont PLS3 et s-ert 1.

En utilisant la valeur de l'écart type on obtient les mêmes résultats de sélection.

1.3. Long épis :

Tableau 14 : analyse de variance de la longueur d'épis :

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.T	90.73	164	0.553				
VAR.F	51.954	10	5.195	20.925	0		
VAR.B	4.015	14	0.287	1.155	0.3163		
VAR.R	34.761	140	0.248			0.498	10.71%

MOYENNE GENERALE = 4.554

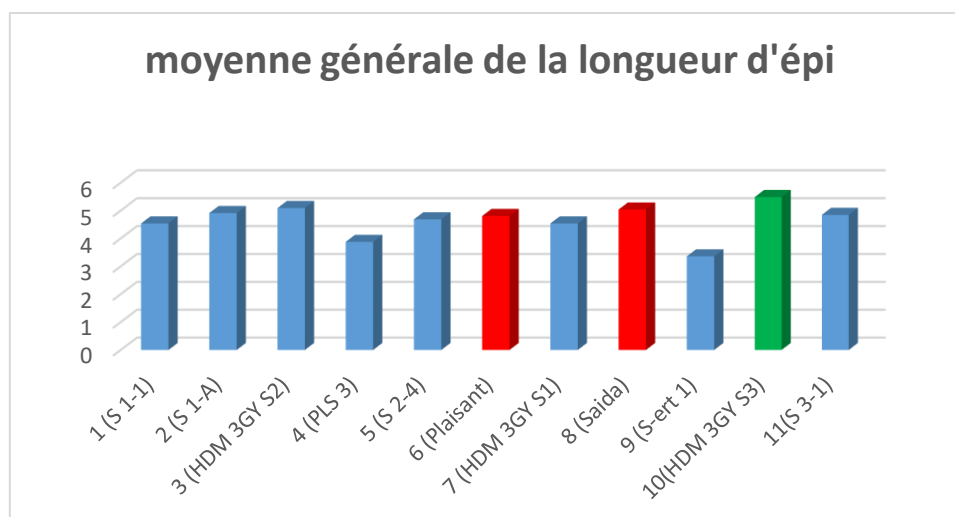


Figure 29 : moyenne générale de la longueur d'épi.

Ce graphe ne montre clairement que seul le mutant HDM3GYS3 est supérieur au deux témoins.

COMPARAISONS DE MOYENNES de La long d'épis :

TEST DE DUNNETT - seuil = 5%

FACTEUR 1 / RESIDUELLE 1 ; PPES = 0,494.

Tableau 15 : COMPARAISONS DE MOYENNES de La longueur d'épis :

F1	LIBELLES	MOYENNES	
			> TEMOIN
10	HDM 3GY S3	5.487	
3	HDM 3GY S2	5.093	
8	Saida	5.04	TEMOIN *
2	S 1-A	4.913	
11	S 3-1	4.847	
6	Plaisant	4.807	
5	S 2-4	4.687	
7	HDM 3GY S1	4.54	< TEMOIN
1	S 1-1	4.54	
4	PLS 3	3.88	
9	S-ert 1	3.36	

L'analyse des résultats du paramètre de La longueur d'épis de la placette étudiée montre qu'il n'y a aucun mutant significativement supérieur au témoin local Saida cependant on relève que des mutants sont significativement inférieurs au témoin et qui sont HDM 3GY S1, S 1-1, PLS3 et s-ert 1.

En utilisant la valeur de l'écart type on obtient les mêmes résultats de sélection.

2. Paramètre de rendement :

2.1. Nombre des graines par épis :

Tableau 16 : analyse de variance de nombre des grains par épi :

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.T	4018.848	164	24.505				
VAR.F	650.847	10	65.085	3.943	0.00011		
VAR.B	1057.212	14	75.515	4.575	0		
VAR.R	2310.789	140	16.506			4.063	15.81%

MOYENNE GENERALE = 25.697

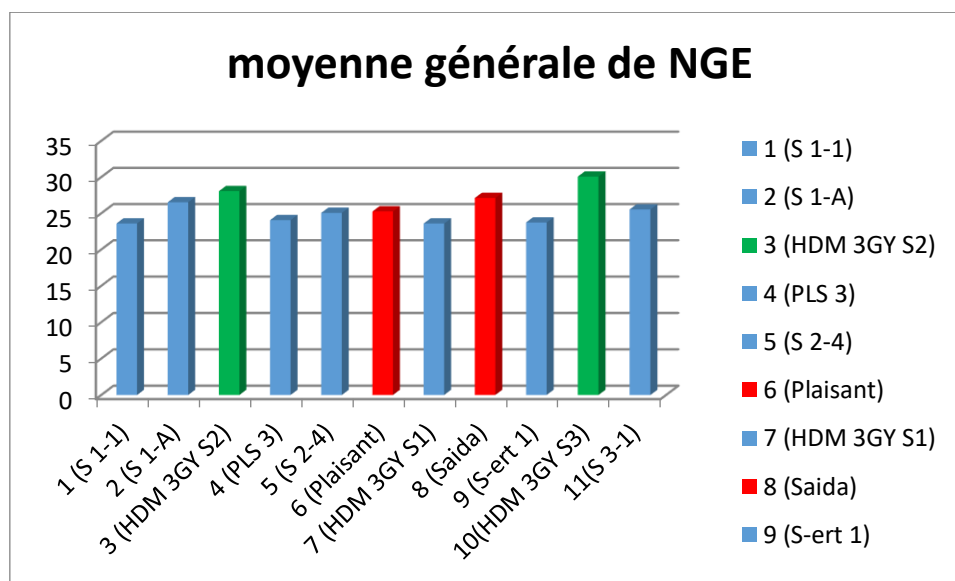


Figure 30 : moyenne générale de NGE.

Ce graphe ne montre clairement que les mutants HDM3GYS2 et HDM3GYS3 sont supérieurs aux deux témoins.

COMPARAISONS DE MOYENNES de nombre de grain/épi

TEST DE DUNNETT - seuil = 5%

FACTEUR 1 / RESIDUELLE 1

PPES = 4.027

Tableau 17 : COMPARAISONS DE MOYENNES de nombre des grains par épi

F1	LIBELLES	MOYENNES	
			> TEMOIN
10	HDM 3GY S3	30,067	
3	HDM 3GY S2	28,067	
8	Saida	27,133	TEMOIN *
2	S 1-A	26,533	
11	S 3-1	25,533	
6	Plaisant	25,267	
5	S 2-4	25,067	
4	PLS 3	24,067	
9	S-ert 1	23,733	
1	S 1-1	23,6	
7	HDM 3GY S1	23,6	
			< TEMOIN

L'analyse des résultats du paramètre de nombre de grain par épi de la placette étudiée montre qu'il n'y a aucun mutant significativement supérieur ou inférieur au témoin local Saida.

Cependant en utilisant la valeur de l'écart type on obtient les mêmes résultats de sélection.

2.2. Poids de miles grains :

Tableau 18 : analyse de variance de poids de miles grains.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.T	3638,516	32	113,704				
VAR.F	2357,188	10	235,719	4,147	0,00338		
VAR.	144,524	2	72,262	1,271	0,30236		
VAR.R	1136,804	20	56,84			7,539	15,43%

MOYENNE GENERALE = 48.853

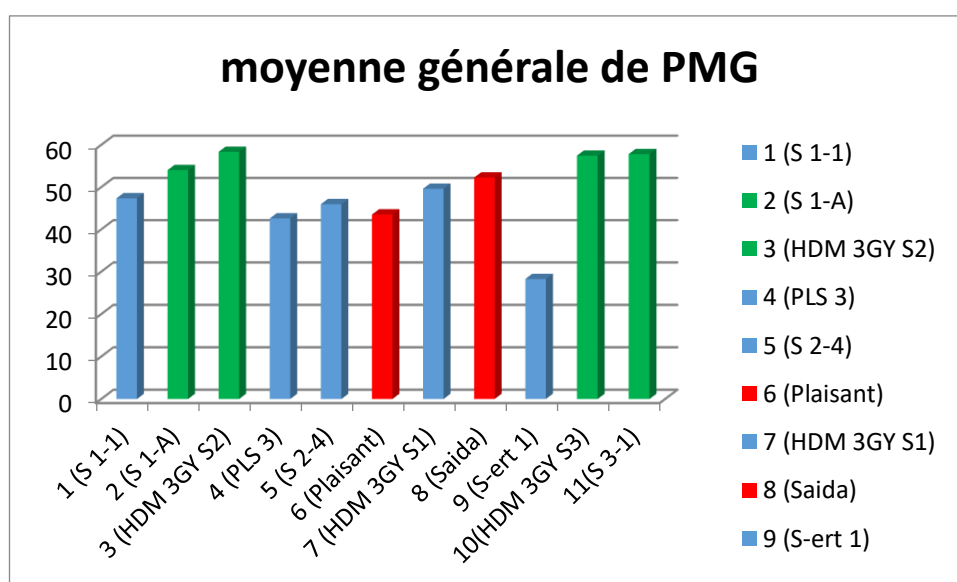


Figure 31 : moyenne générale de PMG.

Ce graphe ne montre clairement que les mutants HDM3GYS2, HDM3GYS3, S3-1 et S1-A sont supérieur aux deux témoins.

COMPARAISONS DE MOYENNES

TEST DE DUNNETT - seuil = 5%

FACTEUR 1 / RESIDUELLE 1

PPES = 18.458

Tableau 19 : comparaisons de moyennes de poids de miles grains.

F1	LIBELLES	MOYENNES	
			> TEMOIN
3	HDM 3GY S2	58,366	
11	S 3-1	57,831	
10	HDM 3GY S3	57,463	
2	S 1-A	54,044	
8	Saida	52,281	TEMOIN *
7	HDM 3GY S1	49,629	
1	S 1-1	47,368	
5	S 2-4	45,978	
6	Plaisant	43,537	
4	PLS 3	42,611	
9	S-ert 1	28,273	< TEMOIN

L'analyse des résultats du paramètre de poids de miles grains de la placette étudiée montre qu'il n'y a aucun mutant significativement supérieur au témoin local Saida cependant on relève qu'un seul mutant est significativement inférieur au témoin et qui est S-ert 1.

2.3. Rendement (qx) :

Tableau 20 : analyse de variance de Rendements.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.T	2351,317	2	73,479				
VAR.F	1628,029	0	162,803	5,241	0,00086		
VAR.B	101,967	2	50,983	1,641	0,21765		
VAR.R	621,322	0	31,066			5,574	19,44%

MOYENNE GENERALE = 28.674

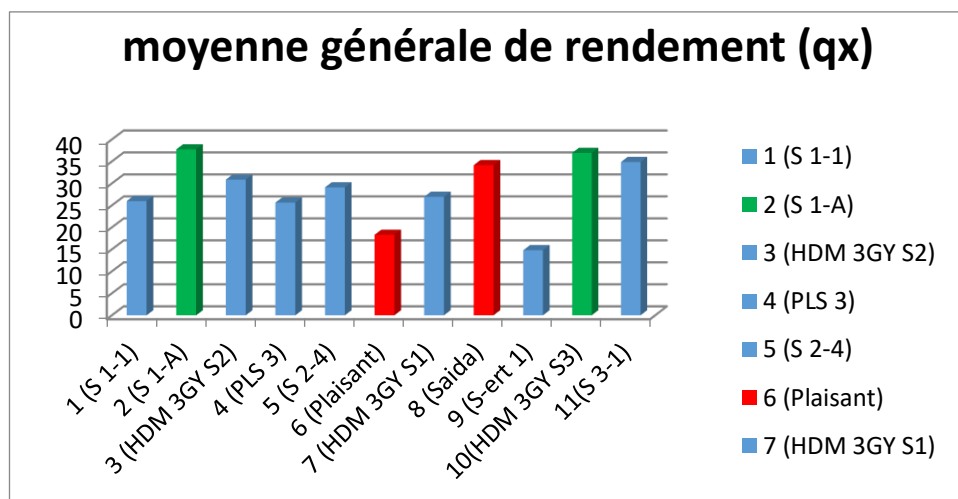


Figure 32 : moyenne générale de rendement (qx).

Ce graphe ne montre clairement que les mutants HDM3GYS3 et S 1-A sont supérieur aux deux témoins.

COMPARAISONS DE MOYENNES

TEST DE DUNNETT - seuil = 5%

FACTEUR 1 / RESIDUELLE 1

PPES = 13.646

Tableau 21 : comparaisons de moyennes de rendement (qx).

F1	LIBELLES	MOYENNES	
			> TEMOIN
2	S 1-A	37,733	
10	HDM 3GY S3	36,945	
11	S 3-1	34,87	
8	Saida	34,168	TEMOIN *
3	HDM 3GY S2	30,857	
5	S 2-4	29,102	
7	HDM 3GY S1	26,967	
1	S 1-1	25,987	
4	PLS 3	25,653	
6	Plaisant	18,31	< TEMOIN
9	S-ert 1	14,817	

L'analyse des résultats du paramètre de rendement (qx) de la placette étudiée montre qu'il n'y a aucun mutant significativement supérieur au témoin local Saida cependant on relève que des mutants sont significativement inférieurs aux témoins et qui sont plaisant et S-ert 1.

Tableau 22 : synthèse des paramètres :

MUTANTS	LP	LEAB	LESB	NGE	PMG	RDT	Total		
							+	=	-
S 1-1	=	=	-	=	=	=	0	5	1
S 1-A	=	=	=	=	=	=	0	6	0
HDM 3GY S2	=	=	=	=	=	=	0	6	0
PLS 3	=	-	-	=	=	=	0	4	2
S 2-4	=	=	=	=	=	=	0	6	0
Plaisant	=	=	=	=	=	-	0	5	1
HDM 3GY S1	=	=	-	=	=	=	0	5	1
Saida	=	=	=	=	=	=	0	6	0
S-ert 1	-	-	-	=	-	-	0	1	5
HDM 3GY S3	=	=	=	=	=	=	0	6	0
S 3-1	=	=	=	=	=	=	0	6	0

LP : longueur de la plante, LEAB : longueur de l'épi avec barbe, LESB : longueur de l'épi sans barbe, NGE : nombre de grains par épi, PMG : poids de mille grains, RDT : rendement.

L'analyse statistique de synthèse montre qu'aucun mutant n'a été significativement supérieur au témoin comme en relève que la majorité des caractères des mutants étudiés ont été égales aux témoins.

Ce tableau de synthèse ne fait ressortir clairement que la lignée S-ert1 a exprimé 5 caractères négatifs (inférieur) par rapport au témoin local.

Pour la lignée PLS3 elle a exprimé deux caractères significativement inférieurs est cela au niveau des paramètres longueur de l'épi sans barbe (LESB) et avec barbe (LEAB).

CONCLUSION

Conclusion

Il ressort de la conclusion de ce modeste travail de recherche que sur les 11 mutants étudiées deux ces mutants non pas pu s'exprimer sous les conditions de cette année d'essai. Ainsi le travail a été fait aux niveaux des 9 mutants étudiée seulement en comparissant aux deux témoins, qu'il a été très difficiles d'étudier les différents caractères vu l'influence énorme des conditions de pluviométrie et de température qui ont sévit au cours de cette campagne.

Ainsi L'analyse statistique de synthèse des résultats montre qu'aucun mutant n'a été significativement supérieur au témoin comme en relève que la majorité des caractères des mutants étudiées ont été égales aux témoins.

Ce tableau de synthèse ne fait ressortir clairement que la lignée S-ert1 a exprimé 5 caractères négatifs (inférieur) par apport au témoin local.

Pour la lignée PLS3 elle a exprimé deux caractères significativement inférieur est cela au niveau des paramètres longueur de l'épi sans barbe (LESB) et avec barbe (LEAB).

Au vu de ses résultats obtenu il n'a pas été possible de procéder à des sélections de mutants intéressantes en condition semi-arides ouest. Vu l'importance de ce travail et le matériel génétique existant, il est intéressant de procéder à une reconduction de cette essai.

ANNEXES

Annexe 01

Figures des mutants :





Figures des blocs randomisés :



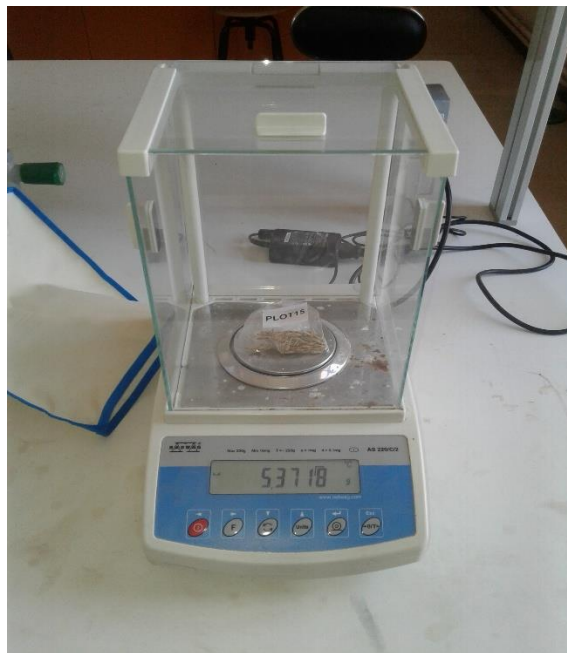
Annexe 02

Tableau de condition climatique de l'année :

Années	Mois	T.M	T.m	pluviométrie
2020	Septembre	32,3	14,9	10
	Octobre	26	9,1	3,5
	Novembre	23	6,9	4,2
	Décembre	16	5,8	46,1
2021	Janvier	16	4,2	42
	Février	21,6	6	1,1
	Mars	20,3	5,7	28,3
	Avril	23,8	9,3	23 ,6
	Mai	26,8	12	9,2
	Juin	31,3	15,8	20

Annexe 03

Matériel :



Balance analytique



Le mètre des mesures

Références bibliographiques

[1] TAIBI.F, BELLATRECHE.A, BELHADJI.B ; 2017 ; *Identification et caractérisation morphologique des variétés d'orge au niveau des wilayas de Tlemcen et sidi bel abbès* ; édition universitaires européennes ; P : 1 – 39.

[2] Rahal-bouziane Hafida ; *L'orge En Algérie : Passé, Présent Et Importance Pour La Sécurité Alimentaire, Face Aux Nouveaux Défis* ; 2015 ; INRAA ; P : 1-18.

[3] Claire.Doré, Fabrice.Varoquaux, coordinateurs ; *HISTOIRE ET AMÉLIORATION DE CINQUANTE PLANTES CULTIVÉES* ; 2006 ; INRA ; P : 495-510.

[4] RAMLA.D.,Said M.YAKHOU.,Nassima BILEK.,MIMOUN.Hamou., Leila.HANINFI-MEKLICHE. ; *Évaluation de la performance de quelques haploïdes doublés d'orge (Hordeum vulgare L.) et identification des lignées transgressives dans une zone semi-aride Algérienne* ; Nature & Technology ; P1-10.

Diponible sur le site web : <https://www.asjp.cerist.dz/en/article/35905> consultée le (26.05.2021).

[5] JOSEPHINE.BACON et al ; 2013 ; *delachaux et Niestlé, paris ; 500 plantes comestibles* ; P220.

[6] TAIBI.W et al ; *Etude de la diversité variétale de l'orge (hordeum vulgare) au niveau de la wilaya de tlemcen (algerie)* ; 2016 ; édition universitaires européennes ; P10-17.

[7] BOUNGAB.k ; *La rayure réticulée de l'orge (Hordeum vulgare L.) dans le Nord-Ouest Algérien : importance, morphologie et pouvoir pathogène chez Pyrenophora teres f. teres et recherche de moyens de lutte* ; these de doctora ; 2013 ; UDL ORAN ;P19-28

Disponible sur le site web :

<https://theses.univ-oran1.dz/document/14201306t.pdf> consultée le (30.03.2021).

[12] JEAN.LE BOHEC (ctifl) et MICHEL.GERAUD (ctifl), 1999, *désinfecter les sols autrement, PARIS*, édition centre technique interprofessionnel des fruits et légumes, P29.

[13] kamel ben mbarek , MOhsen boubaker ,2017,*manuel de grandes cultures-les céréales,saarbrücken* , éditions universitaires européennes, P46-192

[14] *Françoise.N ; 2014 ; petit précis d'agriculture de la politique à la technique ; 8, cité paradis ; édition France agricole ; pp210-217.*

[17] *FATIHA.ELMOKH, KAMEL.NAGAZ, 2015, Irrigation déficitaire à l'eau salée de l'orge en milieu aride ; Allemagne ; éditions universitaires européennes ; P33.*

[15] *INSTITU TECHNIQUE DU GRANDES CULTURES 2013.*

[18] *Alain.B et al ;2012 ;3,rue joseph et marie hackin – 75116PARIS;ARVALIS institut du végétal. Irrigation des céréales blé tendre, blé dur, orge de printemps. ; P10*

[19] *JAC ques_Marie LAFFONT, 1985, 43, rue de chemin-vert, 75011 paris, le désherbage de céréales, La nouvelle librairie, P 7-9.*

[20] *BELAID.DJAMEL ; 2.01.1651.ASPECTS DE LA CEREALICULTURE ALGERIENNE ; 1, place centrale de benaknoun (Alger) ; OFFICE DES PUBLICATIONS UNIVERSITAIRES ; P 104-105.*

[21] *CARON Daniel ;11-2000 ; Maladies des blés et des orges ;paris ;Institut technique des céréales et des fourrages ;P10-86.*

[29] *KACI.F., Effets Des Réglages Des Organes De Battage Et De L'Humidité Sur La Casse Des Grains De Céréales, Institut National Agronomique, 1-06-1996, P1-15.*

Disponible sur le site web :

<https://www.asjp.cerist.dz/en/article/4294> consultée le (25.05.2021)

[30] *Direction des services agricole.*

[31] *GALLAIS, A. (1990). théorie de la sélection en amélioration des plantes . paris: masson. P446.*

[32] *MICHAEL.TURNER. (2013). les semences. passage des déportés,2,B-5030 gembloux: Quae, CTA, Presses agronomiquede Gembloux.P35-34.*

[34] *ZAIRI.MOHAMED ; caractérisation de la production de quelques lignées d'orge issues de la première sélection participative en algerie ; thèse de doctorat ; UDL SBA ; 15-12-2015 ; P 50-56.*

[37] Dermally.Yves et Sibi.Monique ; 1996 ; amélioration des plantes et biotechnologies 2eme édition mise à jour ; PARIS ; JHON LEBERY EUROTExT-AUPELF°UREF ; P85-97.

Bibionet :

[09]http://acces.ens-lyon.fr/acces/thematiques/biodiversite/dossiers-thematiques/poacees/la-domestication-du-ble/des-propositions-dactivites-pour-ce-theme/imag%20orges%20a%20et%206%20rangs%20legende.jpg/image_view_fullscreen consultée le (05.07.2021).

[10][https://fr.wikipedia.org/wiki/Orge_commune#/media/Fichier:Hordeum_vulgare_\(hooded_2-row_barley\)_ \(21875176945\).jpg](https://fr.wikipedia.org/wiki/Orge_commune#/media/Fichier:Hordeum_vulgare_(hooded_2-row_barley)_ (21875176945).jpg) consulté le 7/04/2021.

[11]https://fr.wikipedia.org/wiki/Orge_commune#/media/Fichier:Gerstenkorrels_Hordeum_vulgare.jpg consulté le 7/04/2021.

[16] <http://blog.agriconomie.com/wp-content/uploads/2019/04/6-2.jpg> consulté le 08/06/2021.

[22]<https://www.iriisphytoprotection.qc.ca/Fiche/Champignon?imageId=1397> le 30/03/2021.

[23]<https://www.agrifind.fr/alertes/orge/orge-pietin-verse/> (30.03.2021)

[24]<https://www.syngenta.fr/traitements/pietin-verse> (30.03.2021).

[25] (ARVALIS UNIVERSITE VEGETALE) d'après URL http://www.fiches.arvalis-infos.fr/fiche_accident/fiches_accidents.php?mode=fa&type_cul=1&type_acc=4&id_acc=43 Le (03.06.2021)

[26]<https://www.syngenta.fr/traitements/fusariose-des-epis-de-lorge> le (31.03.2021).

[27] <https://wikiagri.fr/articles/le-charbon-de-lorge/20019> le (31.03.2021).

[28]<https://www.syngenta.fr/traitements/charbon-de-lorge> le (31.03.2021).

[33] <https://www.gnis-pedagogie.org/sujet/hybridation/> (25.05.2021).

[35] <http://www.biotech-ecolo.net/autogames-selection-exercice.html> le 06/06/2021.

[36] UNIV de chlef Cours Méthodes de sélection ; L3 BVA ; 19-20 ; disponible au site web: <https://fsnv.univ-setif.dz/images/telecharger/BEV/L3%20BVA%201920%20Cours%20M%C3%A9thodes%20de%20s%C3%A9lection.pdf> le 06/06/2021 P5.

[38] <https://www.gnis-pedagogie.org/sujet/biotechnologies-fixer-rapidement-nouveaux-caracteres/> le 25/05/2021.

[39] <https://slideplayer.fr/slide/10267375/> LE (06.06.2021).

[40].<https://monde.ccdmd.qc.ca/ressource/?id=121454&demande=desc> le 06/06/2021.

http://www.fiches.arvalis_infos.fr/fiche_accident/fiches_accidents.php?mode=fa&type_cul=1&type_acc=4&id_acc=43 le 31/03/2021.

[41] M. BENMAHIOUL B. Université de Tlemcen p 7 disponible sur le site web : https://elearn.univ_tlemcen.dz/pluginfile.php/129054/mod_resource/content/1/Chap_Haplodisation.pdf consultée le (26.05.2021).