



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية



Université Amar TELIDJI - Laghouat -

Faculté des Sciences

Département des Sciences Agronomiques

جامعة عمار ثليجي - الأغواط -

كلية العلوم

قسم العلوم الفلاحية

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par : Rahmoune Amina et Sayah Amina

DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE (SNV)

FILIERE : SCIENCES AGRINOMIQUES

SPECIALITE : AMELIORATION DES PLANTES

Thème

Essai de caractérisation phéno-morphologique de six variétés de blé dur dans la zone de Hamda à Laghouat

Jury se soutenance :

Nom et Prénom	Grade	Qualité
- Mme. Lounici Safia	MAA	- Présidente
- Mr. Moulai Adel	MAA	- Examineur
- Mr. Ait Salah Boubekour	MAA	- Encadreur
- Mr. Bekkaye Saad	Assistant	- Co-encadreur
- Mr. BENADJILA Lazhari		- Invité

Promotion : Juin 2022

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Remerciements

Nous témoignons, en premier lieu. Notre énorme gratitude à Monsieur **Ait Saleh Boubekour**, pour avoir bien accepté de nous encadrer, pour sa patience et surtout pour tout ce qu'il a apporté directement ou indirectement à notre formation, pour sa gentillesse, ses bons conseils qu'il nous promulgue.

Nous exprimons notre reconnaissance à Madame **Lounici Safia** pour l'honneur qu'elle nous a fait en présidant le jury de ce mémoire, aussi pour ses conseils de valeur. Qu'elle trouve là, notre profond respect.

Nos sincères remerciements vont à Monsieur **Moulai Adel**, pour avoir bien accepté de faire partie du jury et pour l'effort qu'il a déployé pour examiner ce mémoire, mais surtout pour son support et sa générosité.

Nous exprimons nos remerciements et notre gratitude au Monsieur **Bekkaye Saad** pour son grand soutien moral et son aide tout au long de ce travail.

Nous voudrions également exprimer notre gratitude à Monsieur **Benadjila Lazhari** d'avoir mis son exploitation à notre disposition et pour fournir le matériel végétal nécessaire à notre travail.

Nos remerciements s'adressent également à tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin à réaliser ce travail.

Dédicace

DEDICACE 01:

Je dédie du profond de mon cœur ce mémoire :

- ✓ A mon cher père **RAHMOUNE MADANI**, qui a su montrer à ses enfants que le travail est libérateur et qui n'a ménagé aucun effort pour l'aboutissement de ce travail, qu'il en soit récompensé pour ses sacrifices.
- ✓ A ma chère mère **FATIHA BENALIA** pour ton amour pour moi, pour les sacrifices que tu consens pour rendre tes enfants heureux. tu as enduré beaucoup de peine pour mon bien-être et à ma réussite. Reçois ceci en guise de ma reconnaissance et que Dieu te garde longtemps afin que tu puisses goûter aux arbres que tu as plantés.
- ✓ A mon frère aîné **ABDELMADJID** pour dévouement, pour ton écoute et ton soutien. Reçois ici ma profonde gratitude.
- ✓ A ma tendre grande mère, profonde gratitude et amour.
- ✓ A frères et sœurs **SALAH, WALID ABDNNOUR, MAMMA, LAZHAR.**
- ✓ A ma chère **AMINA SAYAH** pour son immense amour, son soutien et sa patience.
- ✓ A Mon amie intime **OUM ELKHEIR DENNI** Pour son soutien moral.
- ✓ A mes cousins et cousines pour leur soutien.
- ✓ A mes oncles et tantes, pour le soutien et le conseil que vous ne cessez de m'apporter.
- ✓ A tous mes amis et amies qui m'ont soutenu d'une manière ou d'une autre.
- ✓ A tous ceux qui de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail.

RAHMOUNE AMINA

DEDICACE 02:

- ✓ A mon père ***SAYAH MOHAMMED*** pour m'avoir enseigné le chemin du labeur et de la vérité. Que Dieu t'accorde une longue vie et une santé de fer avant que tu sois récompensé pour tous les sacrifices que tu as toujours consentis pour nous.
- ✓ A ma mère ***FATIMA BEN CHERIF*** qui n'a cessé de nourrir l'ambition de me conduire au succès. Reçois ma profonde gratitude. Daigne Dieu t'accorde une longue vie pour que bénéficie de tes efforts.
- ✓ A mes frères et sœurs, que ce travail soit pour vous un exemple à suivre et vous incite à mieux faire.
- ✓ A tous mes amis, en témoignage de ma reconnaissance.
- ✓ A tous ceux qui de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail.

SAYAH AMINA

Résumé :

L'objectif de l'essai expérimental que nous avons réalisé est la caractérisation phéno-morphologique de six variétés de blé dur afin d'étudier leur comportement et leur adaptation sous conditions climatiques naturelles de la zone aride de Laghouat durant la campagne 2021/2022. L'étude a porté sur quelques caractéristiques phéno-morphologiques de la plante telle que la hauteur de la plante, le nombre de talles-épi/plante, le nombre d'épis /m², le nombre d'épillet/épis, la longueur de l'épi et la surface de la feuille étendard. Les résultats obtenus montrent que le facteur génotypique a un effet sur le nombre d'épi par m², nombre de talles épis par plante et la hauteur. Par contre les autres paramètres ne sont pas influencés par le facteur variété. Les quatre variétés paysannes à savoir Bidi, Gamgeum R'Kham (blanc et roux) et Dhar Edhib) présentent une variabilité importante par rapport à Siméto et Vitron en termes de hauteur. Alors que ces deux variétés certifiées s'expriment mieux terme de nombre d'épis par m² et nombre de talles épis par plante.

Mots clés : Blé dur, Variété, Adaptation, Sélection.

Abstract:

The objective of the experimental test that we carried out is the pheno-morphological characterization of six varieties of durum wheat in order to study their behaviour and their adaptation under natural climatic conditions of the arid zone of Laghouat during the campaign 2021/2022. The study related to some pheno-morphological characteristics of the plant such as the height of the plant, the number of tillers-ear/plant, the number of ears/m², the number of spikelets/ears, the length of the spike and the surface of the flag leaf. The results obtained show that the genotypic factor has an effect on the number of ears per m², number of ear tillers per plant and height. On the other hand, the other parameters are not influenced by the variety factor. The four peasant varieties, namely Bidi, Gamgeum R'Kham (white and red) and Dhar Edhib) show significant variability compared to Simeto and Vitron in terms of height. While these two certified varieties express themselves, better in terms of number of ears per m² and number of ear tillers per plant.

Keywords: Durum wheat, Variety, Adaptation, Selection.

الملخص:

الهدف من الاختبار التجريبي الذي أجريناه هو التوصيف الظاهري المورفولوجي لستة أصناف من القمح الصلب لدراسة سلوكها وتكيفها مع الظروف المناخية الطبيعية لمنطقة الأغواط الجافة خلال حملة 2022/2021. ارتبطت الدراسة ببعض الخصائص المظهرية للنبات مثل ارتفاع النبات، وعدد الحراثة / السنابل / النبات، وعدد الأذنين / م²، وعدد السنبيلات / الأذنين، وطول السنبلة، وطول السنبلة. سطح ورقة العلم. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن العامل الوراثي له تأثير على عدد السنابل في المتر المربع وعدد حراثة الأذن في النبات والارتفاع. من ناحية أخرى، لا تتأثر المعلومات الأخرى، بعامل التنوع. أصناف الفلاحين الأربعة وهي بيدي، مجموع رخام (أبيض وأحمر) وذر أذيب) تظهر تباينًا كبيرًا مقارنةً بسيميتو وفيترون من حيث الارتفاع. في حين أن هذين الصنفين المعتمدين يعبران عن أنفسهم بشكل أفضل من حيث عدد السنابل لكل متر مربع وعدد حراثة الأذن لكل نبات.

الكلمات المفتاحية: القمح القاسي، الصنف، التكيف، الانتقاء.

Liste des abréviations

ANOVA: Analyse Of Variance

ITGC: Institut Technique des Grandes Cultures

Cm: Centimètre

%: pour-cent

ICARDA: Centre International de recherche Agricole dans les zones arides

CIMMYT: Centre International d'amélioration de maïs et de blé

M : Mètre

M² : Mètre carré

PROBA: probabilité

Var : Variabilité en pourcentage

S: Significative

CV: Coefficient de variation

FAO: Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture

GH: Groupe Homogènes

ONM: Office Nationale de Météorologie

NS: Non-Significative

°C : Degré Celsius

INRAA: Institut National de la Recherche Agronomiques

CNCC: Centre National de Contrôle et Certifications des Semences et des Plants

BAC: Blocs Aléatoire Complet

Liste de tableaux

Numéro	Titre	Page
Tableau 1	Précipitation moyennes mensuelles de la région de Laghouat en (mm), période (2009-2018)	30
Tableau 2	Température moyennes mensuelles en (°C) de la région de Laghouat, période (2009-2018).	31
Tableau 3	Humidité relative moyenne en (%) de la région de Laghouat, l'année (2018).	32
Tableau 4	Répartition ds variétés sur le dispositif expérimental	34
Tableau 5	Résultats relatifs au nombre de talles herbacées par plantes	39
Tableau 6	Résultats relatifs au nombre de talles épis par plante	41
Tableau 7	Résultats relatifs au coefficient de tallages	42
Tableau 8	Résultats relatifs à la hauteur de l'épiaison	44
Tableau 9	Résultats relatifs à la longueur de l'épi	46
Tableau 10	Résultats relatifs au nombre d'épillets par épis	47
Tableau 11	Résultats relatifs à la surface de la feuille étendard (cm)	48
Tableau 12	Résultats relatifs au nombre d'épis par m ²	50

Liste de figures

Numéro	Titre	Page
Figure 1	Origine génétique des blés	6
Figure 2	Structure d'une talle de blé au stade floraison. Structure d'une talle (a) et d'un phytomère (b)	7
Figure 3	Les différents stades de développement du blé	9
Figure 4	Schéma représentatif des repères historiques de la sélection	16
Figure 5	Le dispositif expérimental	34
Figure 6	Le dispositif expérimental le jour de semis	35
Figure 7	Représentation graphique de nombre moyenne de talles herbacées des plants en fonction de 6 variétés	40
Figure 8	Représentation graphique de nombre moyenne de talles épis par plante en fonction de 6 variétés	42
Figure 9	Représentation graphique coefficient de tallages moyenne des plantes en fonction de 6 variétés	43
Figure 10	Représentation graphique d'hauteur d'épiaison moyenne par plante en fonction de 6 variétés	45
Figure 11	Représentation graphique de longueur d'épi moyenne des plants en fonction de 6 variétés	47
Figure 12	Représentation graphique de nombre d'épillets/épi moyenne des plants en fonction de 6 variétés	48
Figure 13	Représentation graphique de surface de feuille moyenne des plants en fonction de 6 variétés	50
Figure 14	Représentation graphique de nombre moyenne d'épi par m ² en fonction de 6 variétés	52

Sommaire

Introduction	1
--------------------	---

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : DONNEES SUCCINTES DE BLE DUR

1. Historique et Origine.....	5
1.1. Historique	5
1.2. Origine géographique	5
1.3. Origine génétique	5
2. Description et classification botanique.....	6
2.1. Description botanique	6
2.2. Classification botanique	7
3. Cycle de développement du blé dur.....	8
3.1. La période végétative	8
3.2. La période reproductrice	8
3.3. La période de maturation	8
4. Les Exigences de blé dur.....	10
4.1. Les Exigences édaphique.....	10
4.2. Exigences climatiques.....	10
4.2.1. Température.....	10
4.2.2. Lumière.....	10
4.2.3. Exigences en eau.....	11

CHAPITRE II : LA SELECTION ET AMELIORATION DE BLE DUR

1. Historique et Définition.....	13
1.1. Historique.....	13
1.2. Définition.....	14
1.2.1. L'objectif de l'amélioration génétique.....	14
1.3. L'amélioration de blé dur.....	14
1.4. L'objectif de l'amélioration du blé.....	15
2. La sélection.....	15
2.1. La sélection de blé.....	16
2.2. Les étapes de sélection.....	17

3. Les méthodes de sélection.....	18
3.1. La sélection massale.....	18
3.2. Sélection généalogique.....	19
3.3. Sélection par la méthode pédigrée	20
3.4. Sélection par la méthode Bulk	21
3.5. Sélection par filiation mono graine, ou méthode SSD (<i>single-seed-descent</i>)	23
4. Les méthodes de création variétales.....	24
4.1. Croisement intra spécifique.....	24
4.2. Croisement interspécifique.....	25
4.3. Croisements diallèles.....	25
4.4. Transfert de gène (Génie génétique)	25
4.5. Gynogenèse in vitro	26
4.6. Androgenèse in vitro	26
4.7. Mutagenèse.....	27

PARTIE EXPERIMENTALE

CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODES

1. Présentation de la région d'étude.....	30
1.1. Situation géographique.....	30
1.2. Site expérimental.....	30
1.3. Climat	30
1.4. La pluviométrie	30
1.4.1. Température.....	31
1.4.2. Autres facteurs climatiques.....	31
2. Protocole expérimental.....	32
2.1. Le Matériel Végétal.....	32
2.2. L'élaboration de plan d'expérience	33
2.3. Travail de sol	35
2.4. Semis	35
2.5. Démarche d'analyse et d'interprétation statistique.....	35
3. Présentation des paramètres étudiés ...	36
3.1. Nombre des talles herbacées par plant.....	36
3.2. Talles épis par plante.....	36
3.3. Coefficient de tallage.....	36
3.4. Hauteur de l'épiaison.....	36
3.5. La longueur de l'épi.....	36

3.6. Surface de la feuille étendard.....	37
3.7. Composantes de rendement.....	37
3.7.1. Nombre d'épis par mètre carré.....	37
3.7.2. Nombre d'épillets total par épi	37

CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSION

1. Nombre de talles herbacées.....	39
2. Nombre de talles épi.....	41
3. Coefficient de tallage.....	42
4. Hauteur de la plante.....	44
5. La longueur d'épi.....	46
6. Nombre d'épillets par épi.....	47
7. La surface de feuille étendard.....	48
8. Nombre d'épi par mètre carré.....	50
Conclusion.....	54
REFERENCES BIBLIOGRAPHIE.....	57
ANNEXES	

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION

En Algérie la céréaliculture constitue la principale activité agricole, notamment dans les zones arides et semi-arides. Les céréales d'hivers, en partie le blé dur, demeurent l'aliment de base des régimes alimentaires algériens et revêtent une importance stratégique dans la nutrition humaine et l'alimentation animale, de ce fait, elles occupent une place privilégiée dans l'agriculture algérienne (Boulai et al, 2007).

La céréaliculture occupe une superficie qui se situe entre 3 de 3,3 million hectares, destinés à la céréaliculture, 41% de cette superficie est pour le blé dur (MADR, 2008).

La cause principale de la faiblesse de la production du blé dur en Algérie est due à des contraintes abiotiques (pluviométrie, la sécheresse, la sévérité du sol. etc.), et biotiques (adventices, surtout) et humaines (itinéraires techniques appliqués) (Chellali, 2007).

Les contraintes abiotiques, comme la sécheresse qui diminue le rendement du blé dur, les pertes varient entre 10% à 80% dans les régions méditerranéens (Nachit et al.,1998), et les températures printanières (gel tardive) et les hautes températures terminales (Mekhlouf et al.,2005, Bahlouli et al.,2005).

Les contraintes biotiques, ce qui nous avons trouvé le plus : les plantes méssicoles qui cause 20% des pertes de rendement (Oufroukh et Hamadi, 1993 in Fritas, 2012), et les ravageurs (Les oiseaux) sont attirées par les céréales depuis le stade laiteux jusqu'à la maturité. Ils détachent le grain de l'épillet, laissant l'épi endommagé et les glumes et glumelles éparpillées sur le sol. Les tiges se brisent sous le poids de l'animal. (Zilinsky, 1983).

Compte tenu de la sévérité des contraintes climatiques qui limitent le rendement de blé dur et aussi les exigences de la qualité technologiques, un autre problème qui en lié au coût de la production, il est nécessaire d'identifier les caractères phéno-morphologiques qui doivent caractériser une variété idéotype pour s'adapter dans la zone étudié.

Notre travail doit donc s'orienter vers la recherche de variétés plus stables, en ce qui concerne les productions de grain et de paille, et plus adaptées vis à-vis des conditions climatiques d'environnement locales et autres facteurs comme le manque d'eau et la pauvreté de sol, la sécheresse. Ainsi que sans l'utilisation des intrants chimiques «engrais et pesticides», c'est-à-dire dans le cadre de respect de l'environnement.

INTRODUCTION

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre travail qui a pour objectif de faire une évaluation phéno-morphologique de six variétés de blé dur dont deux variétés inscrites au catalogue officiel des variétés « Vitron, Simeto », et quatre variétés paysannes qui sont « Dhar Edhib, El Bidi, Guemgoum R'kham Roux, Guemgoum R'kham Blanc ». Afin de sélectionner celles qui répondent mieux aux stress du milieu aride.

Après l'introduction, notre travail est divisé en quatre parties :

✚ 1ère partie : Etude bibliographique qui comporte deux chapitres

- Chapitre I : identification des espèces objet de notre travail.
- Chapitre II : Aperçu sur l'amélioration génétique de blé dur.

✚ 2ème partie : Partie expérimentale représentée en deux chapitres :

- Chapitre III : Matériel et méthodes qui représentent la région d'étude et le matériel végétal utilisé et la méthodologie de travail.
- Chapitre IV : Résultats et discussion qui représente la finalisation et les résultats de notre travail.

✚ Finalement une conclusion qui résume notre travail et répond à notre objectif.

Partie Bibliographie

CHAPITRE I

Donnée Succinctes de blé

CHAPITRE I : DONNEES SUCCUNTES SUR LE BLE DUR

1. Historique et Origine :

1.1. Historique

Le blé a joué un rôle clé dans la révolution agricole et cultivé depuis la préhistoire. Le blé est l'une de premières espèces sauvages qui est domestiqué par l'être humain, dès le Néolithique moins de 8000 ans avant J.C (Feldman, 1976). L '*Aegilops* a été domestiqué dans le croissant fertile, au Moyen-Orient, et fut à l'origine de blé actuel.

1.2. Origine géographique

L'Origine de blé est dans le croissant fertile, au Moyen-Orient mais cet origine géographique de blé est un des point les plus discutés, à ce sujet plusieurs théorie et hypothèses ont été émises. En effet selon Laumont et Erroux, (1961), les recherches effectuées depuis longtemps sur le centre d'origine des blés ; basées sur des arguments archéologiques et phylogénétiques, permettant d'admettre que les trois groupes d'espèces du genre *Triticum* aurait trois centres d'origine distincts. Selon Vavilov (cité par Auriau, 1967 et Moule, 1980) ces groupes sont repartis comme suit :

- **Groupes des Diploïdes** : dont le centre d'origine est le foyer SYRIEN et le nord PALISTINIEN.
- **Groupes des Tétraploïdes** : ayant comme centre d'origine l'ABYSSINIE.
- **Groupes des Hexaploïdes** : dont le centre d'origine est le foyer AFGHANO-INDIEN.

L'Afrique du nord est considérée comme un centre secondaire de diversification de l'espèce (Bensemra, 1990 in 2021).

Les blés ont été diffusés vers l'Afrique, l'Asie et l'Europe et vers les pays du Maghreb fut à partir de la route de la péninsule italienne et de la Sicile (Bonjean, 2001).

1.3. Origine génétique

Les deux espèces les plus cultivées sont le blé tendre (*Triticum aestivum*) et le blé dur (*Triticum durum*), mais il existe de nombreux autres espèces de *Triticum* qui se différencient par le degré de ploïdie : (**blé diploïde** : génome AA ; **blés tétraploïdes** : génomes AA et BB ; **blés hexaploïdes** : génomes AA, BB et DD).

CHAPITRE I : DONNEES SUCCUNTES SUR LE BLE DUR

Le blé dur ne contient que les deux génomes AA et BB et 28 chromosomes. La filiation génétique des blés est complexe et incomplètement élucidée. Il est acquis que le génome A provient de *Triticum monococcum*, le génome B d'un *Aegilops* (*Bicornis*, *speltoïdes*, *longissima* ou *searsii*) et le génome D, d'*Aegilops squarrosa* (également dénommé *Triticum tauschii*). Le croisement naturel de *T. monococcum* et *Aegilops* (porteur du génome B) a permis l'apparition d'un blé dur sauvage de type AABB (*Triticum turgidum* sp *dicoccoides*) qui a ensuite progressivement évolué vers *T. turgidum* ssp *dicoccum* puis vers *T. durum* (blé cultivé) (Feillet, 2000).

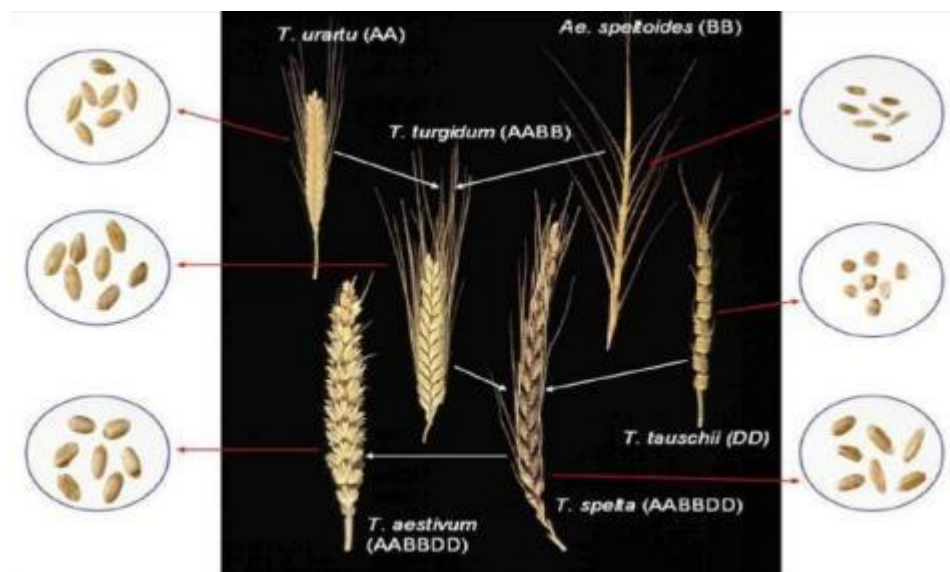


Figure 1 : Origine génétique des blés (Feillet, 2007).

2. Description et classification botanique

2.1. Description botanique

La plante de blé adulte comporte généralement plusieurs axes. Le nombre d'axes par plante (généralement de 2 à 6) peut varier selon la variété et selon les conditions environnementales. Le tallage est un facteur important de plasticité qui joue un rôle dans les mécanismes de compensation observés en association variétale. Chaque axe comprend une partie végétative (la tige et les feuilles), une partie reproductive (épi) et un système racinaire (Fig 2.a). Chaque axe peut se diviser en plusieurs phytomères (Fig 2.b) constitués d'un noeud, d'un entre-noeud, d'une gaine et d'un limbe. Le limbe et la gaine constituent la feuille et sont

CHAPITRE I : DONNEES SUCCUNTES SUR LE BLE DUR

séparés par une ligule. La ligule sert de repère pour la mesure de la hauteur d'insertion des feuilles qui correspond à la distance entre le sol et la ligule de chaque feuille.

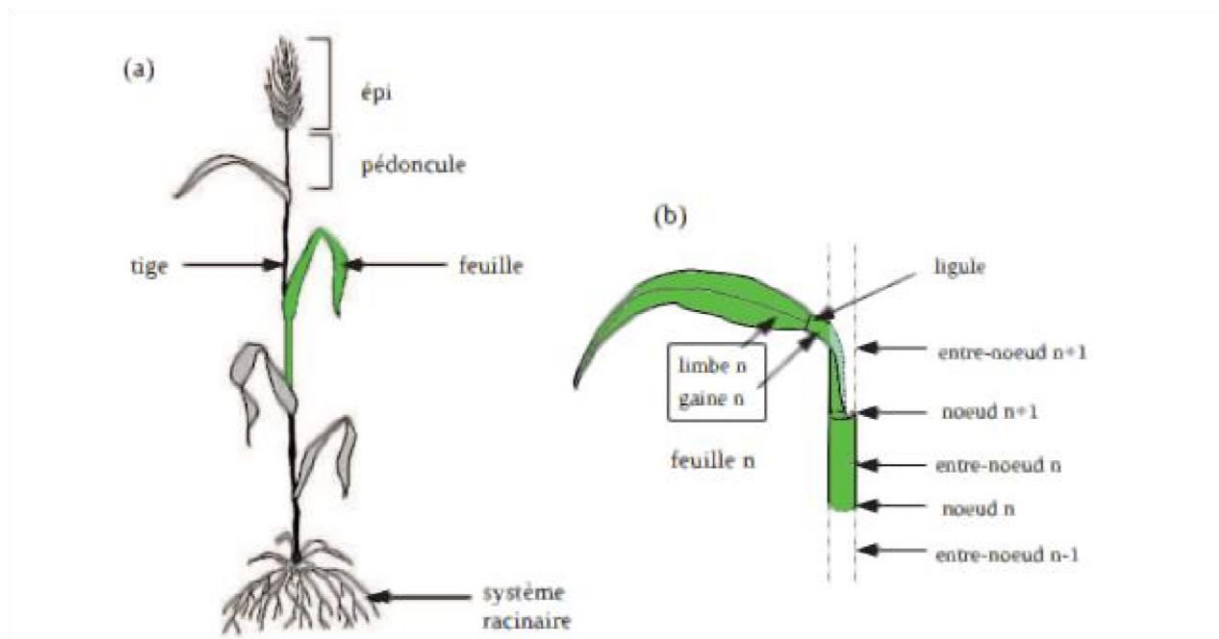


Figure 2 : Structure d'une talle de blé au stade floraison. Structure d'une talle (a) et d'un phytomère (b)

2.2. Classification botanique

Le blé est le nom commun utilisé pour l'ensemble des espèces des deux genres *Triticum* L. et *Aegilops* L. Le premier comprenant des formes cultivées domestiquées et apparentées et le deuxième regroupe seulement des espèces sauvages (Couplan, 2002).

Le blé dur est une monocotylédone de la famille des graminées. La classification du genre *Triticum* a connu plusieurs controverses. Le nombre exact d'espèces du genre *Triticum* n'est pas définitivement déterminé puisqu'il existe de nombreuses propositions de classification dont les unes considèrent certains taxons comme des espèces, alors que les autres les considèrent comme des sous-espèces (Khalighi et al., 2008).

Le blé dur est classé selon Prats (1960), Crête (1965) et Feillet (2000) comme suit :

- | | |
|--|--|
| 1.♣ Embranchement : Angiospermes | 2.♣ S/embranchement : Spermaphytes |
| 3.♣ Classe : Monocotylédones | 4.♣ Ordre : Glumiflorales |
| 5.♣ Super ordre : Comméliniflorales | 6.♣ Famille : Gramineae (Poaceae) |

CHAPITRE I : DONNEES SUCCUNTES SUR LE BLE DUR

7.♣ Tribu : Triticeae

8.♣ Sous tribu : Triticinae

9.♣ Genre : Triticum

10.♣ Espèce : Triticum durum Desf

3. Cycle de développement

En général, toutes les céréales ont le même cycle de développement, le développement représente l'ensemble des modifications phénologiques qui apparaissent au cours du cycle de la culture (Bouffenaar et al, 2006).

Trois périodes repères caractérisent le développement du blé à savoir : la période végétative, reproductrice et période de formation du grain et maturation.

3.1. La période végétative

Elle commence de la levée à la fin du tallage. Elle se caractérise par l'apparition successive des premières feuilles, imbriquées les unes dans les autres au niveau du plateau de tallage. Dès que la quatrième feuille émerge, la talle primaire apparaît à l'aisselle de la feuille la plus âgée. Le tallage qui commence pendant cette phase est un simple processus de ramification. Le nombre de talles formées est fonction de l'espèce et du génotype (Soltner, 1980).

3.2. La période reproductrice

Elle est caractérisée essentiellement par le passage de l'apex ou □ bourgeon terminal de la période végétative à une ébauche d'inflorescence (ébauche épi). Elle débute au cours du tallage et compte trois stades : la formation de l'ébauche épi, l'initiation florale (montaison gonflement) et la méiose – fécondation (Hubert, 1998; Soltner, 2005).

3.3. La période de maturation

Elle s'étend de la fécondation à la maturation complète du grain. Elle est caractérisée par l'élongation du dernier entre-nœud qui élève l'épi au-dessus de la dernière feuille et par l'élaboration des substances de réserves (amidon, protéines) grâce à leur migration vers l'albumen du grain. Au cours de cette période, le grain passe successivement par trois stades : grain laiteux, grain pâteux et grain dur.

CHAPITRE I : DONNEES SUCCUNTES SUR LE BLE DUR

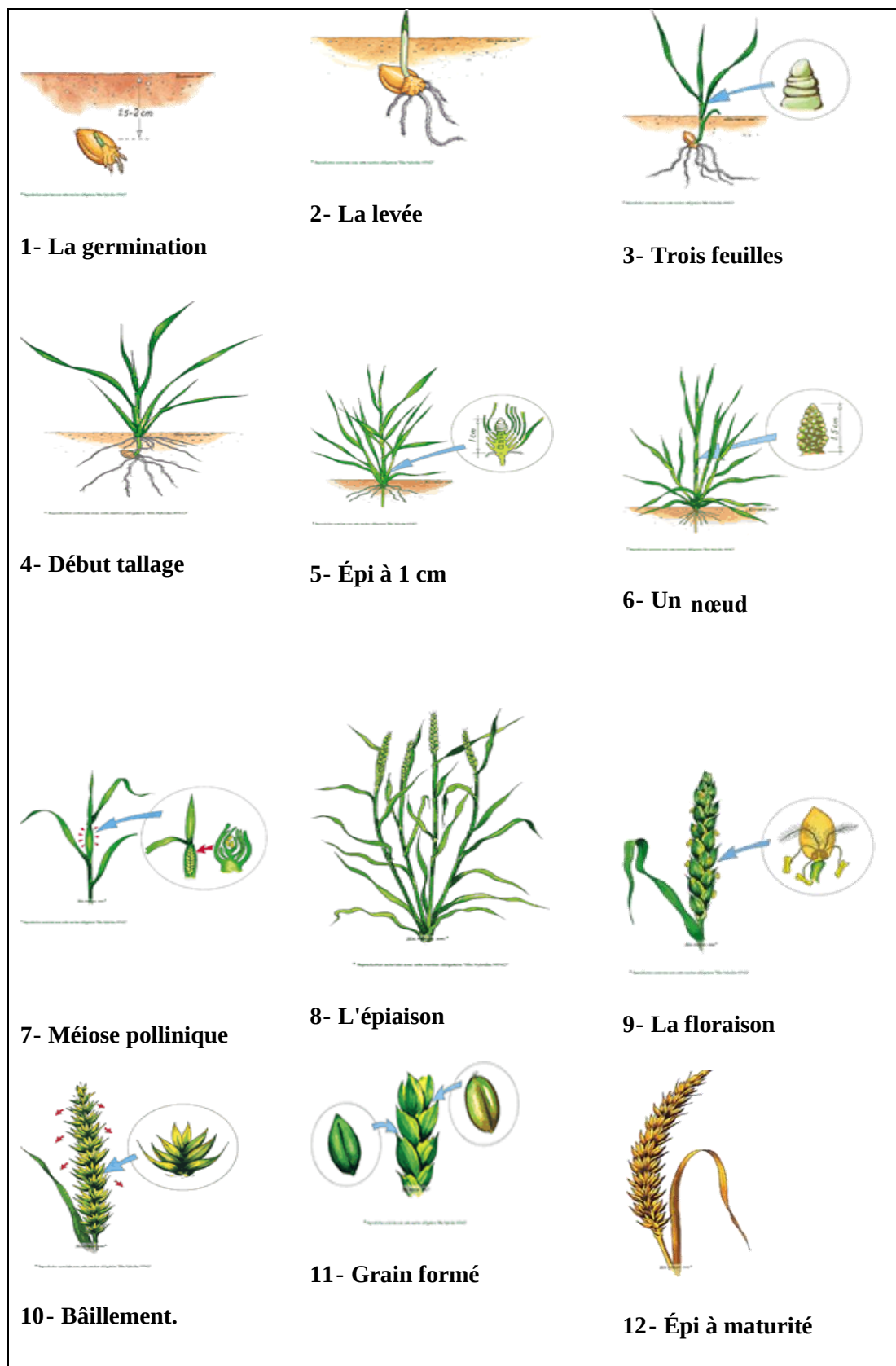


Figure 3: Les différents stades de développement du blé. (Soltner, 2005)

4. Les Exigences de blé dur

4.1 Exigences édaphiques

D'après Soltner (2000) ; le blé dur préfère les sols du type argilo-calcaire ou limoneux à limono-argileux à cause de son système racinaire fasciculées. Les sols qui conviennent le mieux au blé dur sont :

- les sols profonds (plus de 60cm de profondeur).
- les sols suffisamment riches en matières organiques et minérales.
- les sols bien drainés pour éviter tout développement de maladies.
- les sols capables de maintenir une réserve en eau suffisante pour assurer une bonne alimentation au moment de l'accumulation des réserves dans le grain.

4.2. Exigences climatiques

4.2.1. Température

La température est l'un des facteurs importants pour la nitrification et l'activité végétative du blé. Selon (Soltner, 1988), le blé a un zéro de végétation très bas, à 0°C, leur exigence en chaleur est très élevée pour accomplir son cycle végétatif il faut un total de 2300°C, qui se répartissent comme suit :

- Semi-germination 150 °C
- Germination- tallage 500 °C
- Tallage- floraison 85 °C
- Floraison-maturation 800 °C.

4.2.2. La lumière

La lumière est un paramètre climatique indispensable qui agit directement sur le bon fonctionnement de la photosynthèse et le comportement du blé. Selon Soltner (1988) ; le bon tallage est garanti, si le blé est placé dans les conditions optimales d'éclairement.

Sur une feuille de blé en pleine croissance, l'assimilation du gaz carbonique atteint un palier à des niveaux de rayonnement de l'ordre de 0.7 à 0.8 cal/cm²/min. Pour le maïs, il faut une énergie lumineuse supplémentaire d'environ 50 % pour parvenir à la saturation de la

CHAPITRE I : DONNEES SUCCUNTES SUR LE BLE DUR

photosynthèse. Malgré cette faible exigence, le rayonnement peut être limitant dans certaines conditions. Le rayonnement peut s'avérer limitant durant la période de pleine croissance pondérale de l'épi pendant laquelle se détermine le nombre de fleurs fertile entre la méiose pollinique et la fécondation apparaît comme la plus sensible à un défaut de rayonnement (Gate, 1997).

Pour une même variété de blé dur la durée de la période végétative est dépendante de la photopériode. En jours longs, les variétés de printemps ont une période végétative réduite (Moule, 1980).

4.3. Exigences en eau

L'eau constitue le véhicule des éléments nutritifs et avec lequel s'effectuent les différentes réactions métaboliques, ce qui le rend par conséquent indispensable pour le développement et la croissance de la plante.

Les besoins du blé sont globalement situés entre 550 à 600 mm. Le blé a besoin de 4 à 5 mm par jour à la montaison, période qui voit s'élaborer une composante principale pour le rendement (Moule, 1980).

Selon Bonnefoy et Moynier (2014) ; les besoins en eau de la culture du blé varient Comme suit :

- ✓ durant la phase (épis 1 cm- 2 nœuds), d'une durée de 20 à 25 jours, elle est de 60 mm
- ✓ durant la phase (2 nœuds- floraison), d'une durée de 30 à 40 jours, elle est de 160 mm
- ✓ durant la phase (floraison - grain laiteux), d'une durée de 20 à 25 jours, elle est de 140 mm
- ✓ durant la phase (grain laiteux – maturité), d'une durée de 15 à 20 jours, elle est de 90 mm

CHAPITRE II

Sélection et amélioration de blé

1. Historique et Définition

1.1. Historique

L'amélioration génétique des plantes est aussi vieille que l'agriculture. Elle débuté avec la domestication des plantes, de façon plus ou moins inconsciente, il y a environ 10000ans, lorsque l'homme est devenu agriculteur et qu'il a récolté des graines pour le ressemer. Mais elle n'a vraiment commencé à trouver ses bases scientifiques qu'avec les premiers travaux sur les lois de l'hérédité, dans la deuxième moitié du XIXe siècle. A partir de cette période, son action a très vite conduit à développer des populations assez homogènes et reproductibles, appelées variétés.

Il peut s'agir, selon les caractéristiques biologiques de l'espèce et certaines considérations socio-économiques, de variétés populations, de lignées, d'hybrides entre lignées, de variétés synthétiques.

Pendant toute une période, allant du début de la domestication jusqu'au milieu du XIXe siècle, la sélection était empirique, portant essentiellement sur des populations. A partir de la formulation par Louis de Vilmorin, en 1856, de la sélection sur descendance, la sélection va devenir plus raisonnée. Cette idée, puis celle de Shull en 1908, introduisant le concept de variétés hybride, ont complètement changé la conception de la sélection. La sélection au sein de chaque population s'est développée sur des bases scientifiques, et la voie à la création de variétés génétiquement homogènes était ouverte, voie qui est celle de l'amélioration des plantes aujourd'hui. Les méthodes pour la création de ces variétés ont été imaginées il y a maintenant un siècle, voire un peu plus, mais les outils qu'elles mettent en œuvre se sont diversifiés et ont profondément évolué, parallèlement aux connaissances biologiques.

Ainsi, après la mise en évidence de l'existence des chromosomes, support de l'hérédité, par (Morgan, 1935), l'action sur le niveau de ploïdie, par le biais du doublement chromosomique, a été un premier outil pour générer ou utiliser une variabilité nouvelle. Il a été beaucoup utilisé pour faciliter les échanges de gènes entre espèces ; nous verrons que de nombreuses variétés de blé ou de tomate ont ainsi reçu des gènes d'espèces sauvages, transférés par des méthodes relevant d'une certaine transgénése avant la lettre. Plus récemment même, en combinaison avec l'hybridation interspécifique, cet outil a été utilisé pour créer des espèces nouvelles, comme le triticales. Une autre «manipulation» du niveau de ploïdie s'est beaucoup développée en amélioration des plantes : c'est l'obtention d'individus homozygotes à partir de cellules reproductrices haploïdes. (Gallais, 2013).

CHAPITRE II : SELECTION ET AMELIORATION DES PLANTES

1.2. Définition

L'amélioration génétique des plantes est alors devenue la science et l'art de la création de variétés. Peut être définie comme la modification de certains caractères des plantes pour qu'elles soient de mieux en mieux adaptées aux besoins de l'Homme. Il s'agit d'associer dans un même génotype ou groupe de génotypes, constituant la variété, le maximum d'allèles favorables.

Par essence, l'amélioration est donc du génie génétique, au sens large du terme.

L'amélioration dirigée des plantes, qui met en œuvre des méthodes et des outils particuliers, s'appuyant sur la génétique. (Gallais, 2013).

1.3. L'objectif de l'amélioration génétique

Le but de l'amélioration des plantes est la création de cultivars (de l'expression anglaise "Cultivâtes variétés"). Ces cultivars ou variétés agricoles doivent avoir un ensemble de caractéristiques leur permettant d'être cultivés avec profit par le producteur et d'être appréciés par le consommateur. La quantité du produit (rendement) et sa qualité sont des caractéristiques génétiquement contrôlées, du moins dans une certaine mesure, et peuvent donc être modifiées par des manipulations génétiques. La sélection végétale peut avoir pour objectifs principaux une productivité, une adaptation et une qualité meilleures. (Gallais, 2013).

1.4. L'amélioration de blé dur

Un programme d'amélioration du blé est toujours orienté vers la diminution des coûts de production, une meilleure régularité des rendements, la qualité des grains recherchée par les utilisateurs industriels (Gallais et Bannerot 1992 ; Bouchard, 1997). L'amélioration des variétés de blé dur est beaucoup plus récente que celle du blé tendre et n'intéresse que certains pays développés principalement les USA, le Canada et les pays d'Europe qui visent le monopole du marché mondial (Feyerhem et al. 1989). Les premiers travaux sur la recherche variétale en Algérie ont été le résultat d'exploitation de botanistes (Benbelkacem et Kellou 2000). Orlov, cité par Erroux, (1958), signale la présence en Algérie en 1922 de 22 variétés botaniques de blé dur, sur les 34 qu'il reconnaissait au total et parmi lesquelles se trouvent plusieurs génotypes formant des mélanges (populations). L'agriculture empirique ancienne constitue un moyen de transfert d'un précieux patrimoine à nos agriculteurs (variétés du pays) bien adaptées aux conditions locales. 26 Les informations scientifiques révèlent que chez les parents sauvages du

CHAPITRE II : SELECTION ET AMELIORATION DES PLANTES

blé cultivé existe des ressources importantes en variabilité génétique porteuses de nombreux gènes à fort potentiel économique (Demarly, 1963 ; Gay, 1984).

1.5. L'objectif de l'amélioration du blé

Toutes les nouvelles variétés de blé doivent égaler ou dépasser les normes de qualité, de comportement agronomique et de résistance aux maladies avant d'être considérées pour l'enregistrement (CRC, 2002). Ce sont là, les trois grands objectifs majeurs de la sélection.

Pour le facteur rendement nous recherchons :

- La productivité qui est la capacité potentielle d'une variété à produire des rendements élevés quand les conditions optimales sont réalisées (Lafon, 1987).
- La rusticité assurant la régularité des rendements, comprenant :
 - ✓ L'adaptation au milieu physique : le froid, la sécheresse, la pluie, la précocité et la tolérance au sel,...etc.
 - ✓ L'adaptation au milieu biologique : la création de variétés génétiquement résistantes aux parasites et agents pathogènes.
- Et pour le facteur qualité, les critères sont multiples (la qualité boulangère, la couleur, la texture, le goût,...etc.), ils sont en étroite relation avec l'utilisation du produit pour la consommation humaine et l'alimentation animale ou pour la transformation (Lafon et al., 1987; Zahour,1992)

2. La sélection

La sélection végétale a commencé lorsque l'homme a appris à choisir des plantes capables de le nourrir et de nourrir son bétail. Les méthodes de sélection pratiquées par l'homme aux débuts de la domestication des plantes semblent être primitives par rapport à celles utilisées de nos jours par les sélectionneurs. Néanmoins, les plantes, sélectionnées par les civilisations anciennes, possédaient un ensemble de caractères convenant à l'utilisation prévue. (Gallais, 2013).

En 1935, VAVILOV, agronome et généticien russe, définit la sélection végétale comme étant l'évolution des plantes dirigée par la volonté de l'Homme". Plus tard, en 1958, FRANKEL, chercheur australien, la définit comme étant l'ajustement génétique des plantes au service de l'homme". La sélection des plantes est donc l'art et la science qui visent à modifier la structure génétique des plantes pour répondre aux besoins de l'Homme. La sélection à ses débuts était plus un art qu'une science et se basait surtout sur le jugement du sélectionneur et sur sa capacité à identifier les génotypes supérieurs.

CHAPITRE II : SELECTION ET AMELIORATION DES PLANTES

De nos jours, et avec le développement spectaculaire des sciences biologiques, la sélection végétale est devenue plus une science qu'un art. Cependant, elle dépendra encore longtemps du talent créatif du sélectionneur, ce qui lui permet de concevoir et de développer un type "idéal" de plantes. En tant que science, la sélection des plantes s'appuie largement sur les lois de la génétique qui permettent aux sélectionneurs de raisonner le choix des génotypes, (Gallais, 2013)

Les repères historiques de la sélection

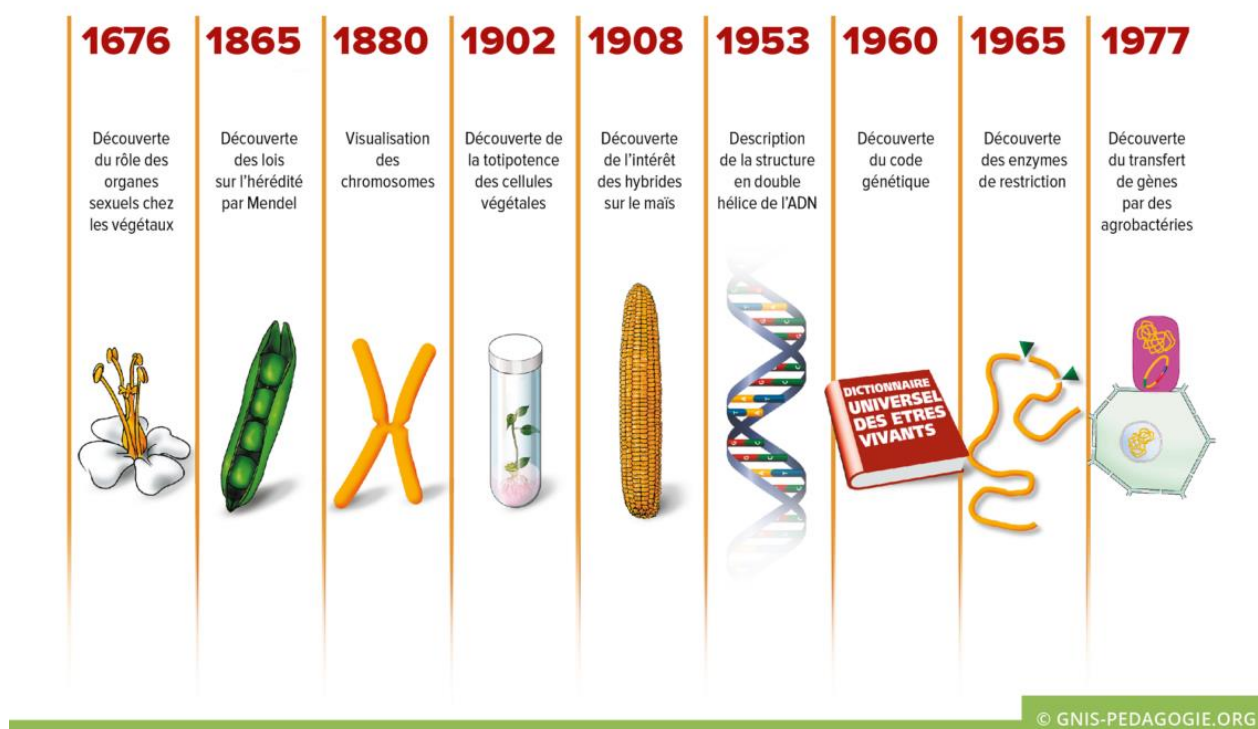


Figure 4 : Schéma représentatif des repères historiques de la sélection (GNIS-PEDAGIGIE.ORG)

2.1. La sélection de blé

Bien que la sélection classique des céréales, ait obtenu des résultats encourageants elle ne parvient plus aujourd'hui à évoluer aussi rapidement. L'amélioration du blé porte maintenant sur des caractères très complexes, présentant en majorité une distribution continue (Maccaferri et al, 2006). Parmi les nouvelles méthodologies permettant d'étudier de tels traits, l'utilisation de méthodes d'association phénotypes/génotype (Ibrokhim et al, 2008), grâce aux techniques de génotypage moléculaire à l'aide de marqueurs moléculaires, Le principe est de réaliser une corrélation statistique entre la variation phénotypique observée pour un caractère et la variation allylique observée au niveau génétique.

CHAPITRE II : SELECTION ET AMELIORATION DES PLANTES

2.2. Les étapes de sélection

Les étapes de la sélection même si la méthodologie de la sélection utilise des techniques assez complexes et nécessite des moyens souvent lourds en calculs, la démarche du sélectionneur reste assez pragmatique et peut être résumée en trois étapes :

- ✓ L'obtention d'informations qui permettent de juger de l'efficacité potentielle de la sélection et d'en déterminer la méthode optimale.
- ✓ L'identification des génotypes intéressants porteurs de gènes ou de combinaison de gènes à effets favorables.
- ✓ Le croisement de ces génotypes pour augmenter la fréquence de gènes ou combinaison de gènes à effets favorables dans la génération ultérieure.

La démarche suivie par le sélectionneur, même lorsqu'il utilise les biotechnologiques, reste celle d'un schéma de sélection classique qui peut se décomposer en quatre grandes étapes :

- ✓ Recenser le matériel génétique existant en mettant en collection les écotypes et le matériel déjà sélectionné.
- ✓ Observer, choisir et croiser le matériel de départ. Il s'agit de réunir dans une seule plante les caractères intéressants et complémentaires des parents.
- ✓ Créer, fixer et évaluer les nouvelles plantes après le croisement des parents. Les grains récoltés sont semés pour donner la première génération, F1, où toutes les plantes sont identiques. A la deuxième génération, la F2, les plantes obtenues sont très différentes les unes des autres car il y a disjonction des caractères. À partir de cette génération, la sélection commence. Le sélectionneur choisit les plantes en fonction de critères définis correspondant le mieux aux objectifs de départ. Ces plantes, par autofécondations successives, aboutissent à la création de lignées, soumises à l'épuration.
- ✓ Pour la création de variétés hybrides, il faudra en outre choisir le parent se combinant le mieux avec les lignées obtenues.

A partir de la F5, les individus sont plus stables Le sélectionneur met alors en place des parcelles d'essais pour étudier le comportement agronomique de la variété dans différentes régions Pour les hybrides, il s'agira également d'étudier le comportement des lignes en fonction de leur aptitude à la combinaison des tests de valeur technologique sont également effectués au laboratoire. Parallèlement se poursuit la fixation des caractères par autofécondations successives (F5 à F8) et épuration.

3. Les méthodes de sélection

3.1. La sélection massale

Parmi les méthodes de sélection les plus anciennes, la sélection est dite «massale» car les plantes sélectionnées sont récoltées en mélange, en «masse». C'est évidemment la première méthode qui a été utilisée, avant que la sélection avec test de descendance n'apparaisse. La domestication des plantes a été réalisée par une sélection massale inconsciente. Elle est simple et très peu coûteuse. Il suffit de choisir les plantes phénotypiquement supérieures et identiques, et de mélanger la semence. Cette dernière est alors semée en vrac. Les agriculteurs qui utilisent leurs propres semences pratiquent une forme ou une autre de la sélection massale par le choix des meilleures plantes, des meilleurs épis ou des meilleures graines.

La sélection massale peut être également réalisée par une simple élimination des plantes non désirables de la population. Une version améliorée de cette méthode consiste en la sélection des plantes phénotypiquement supérieures, leur semis séparé en lignées pures où seules les meilleures et identiques seront mélangées pour établir une nouvelle variété. (Gallais, 2009).

La sélection peut être répétée durant plusieurs cycles tant que la variabilité persiste et tant qu'il y a amélioration du caractère recherché. Elle peut être appliquée avec succès notamment pour éliminer des caractéristiques non désirables généralement trouvées dans des variétés locales.

La sélection moderne utilise la sélection massale pour maintenir les caractéristiques des variétés déjà établies. Généralement, ceci est réalisé par la récolte de 200 à 300 plantes ou épis typiques de la variété à maintenir et leur semis séparé, chaque plante ou chaque épi dans une ligne (Lorsqu'on parle de semis plante par ligne ou épi par ligne, cela veut dire que ce sont les graines de cette plante ou de cet épi qui sont semées dans cette ligne). Les lignées qui présentent des déviations par rapport à la variété d'origine sont alors éliminées, de préférence avant la floraison. Les lignées restantes sont récoltées et la semence est mélangée. Ce processus est répété autant de fois nécessaires pour préserver les caractéristiques de la variété en question.

La sélection massale est également utilisée pour l'amélioration d'un caractère à travers un autre caractère. C'est une forme de sélection indirecte. Ceci a été utilisé par exemple chez l'avoine en sélectionnant, indirectement, pour la résistance à la rouille couronnée à travers la sélection pour la taille des graines. Le succès de cette méthode est dû au fait que les plantes résistantes produisent généralement des graines plus grosses que celles produites par les plantes sensibles. Étant basée sur le phénotype seulement. (Zahour, 1992).

CHAPITRE II : SELECTION ET AMELIORATION DES PLANTES

La sélection massale présente un certain nombre d'inconvénients. Elle n'est pas efficace pour les caractères à faibles héritabilités qui sont influencés par l'environnement une grande partie de la variabilité isolée par sélection est perdue à la génération suivante suite au changement dans les conditions de l'environnement. La sélection massale ne permet également pas de séparer les plantes homozygotes des plantes hétérozygotes dans le cas où la dominance est complète.

D'autres cycles de sélection sont nécessaires tant que des hétérozygotes sont présents dans la population sous sélection. (Zahour, 1992).

3.2. Sélection généalogique

Cette méthode est également appelée sélection individuelle ou sélection par la méthode des lignées pures. Elle a été développée sur les bases de la théorie des lignées pures énoncée par JOHANNSEN. Elle est utilisée surtout pour l'amélioration des plantes autogames. La procédure suivante est généralement appliquée dans cette sélection. La première étape consiste à choisir un nombre important de plantes ou d'épis au sein d'une population hétérogène. Le nombre dépend de l'espèce sélectionnée (pour les céréales, plusieurs centaines à quelques milliers de plantes sont choisies), du terrain et des moyens financiers disponibles.

La deuxième étape consiste à semer les descendances des plantes choisies (plante ou épi par ligne) pour une sélection visuelle. Souvent, des épidémies de maladies sont artificiellement créées pour éliminer les descendances sensibles. Les lignées défectueuses sont alors écartées et seules les lignées supérieures sont gardées. Si les plantes choisies au départ sont homozygotes et génétiquement différentes, la sélection initiale permet d'établir des groupes génétiquement distincts et uniformes. Si une ou plusieurs lignées supérieures présentent une hétérogénéité {ségrégation surtout pour les caractères qualitatifs), un ou plusieurs cycles de sélection individuelle seront nécessaires à l'intérieur de ces lignées de leurs descendances. Après élimination des types non désirables, chaque lignée homogène est récoltée et sa descendance est semée séparément durant une ou plusieurs années pour des observations supplémentaires dans différents environnements. Une réduction importante du nombre de lignées doit accompagner ces observations car l'étape finale (la troisième) est généralement plus coûteuse.

CHAPITRE II : SELECTION ET AMELIORATION DES PLANTES

La troisième étape commence lorsque le sélectionneur ne peut plus choisir entre les lignées sur la seule base d'une sélection visuelle. Les lignées restantes (généralement très peu) sont alors comparées entre elles et avec une ou plusieurs variétés déjà établies.

Les comparaisons se font généralement pour le rendement et pour d'autres caractères tels que la résistance aux maladies, la précocité, la hauteur, etc. La durée des essais dépend de plusieurs facteurs mais, généralement, cette étape dure au moins trois ans (Zahour, 1992).

Un cycle de sélection généalogique pour lesquels les parents diffèrent (guère plus d'une dizaine). De plus, de deux parents, même très complémentaires, ne peuvent pas porter tous les gènes dominants favorables, ceux-ci étant dispersés entre les individus au sein d'une population. Pour avoir des chances de réunir le maximum de gènes favorables dans un génotype homozygote, il faudra donc conduire en parallèle des sélections généalogiques à partir de nombreux croisements, puis croiser entre elles les meilleures lignées pour former de nouveaux départs de sélection généalogique et ainsi de suite pendant de nombreux cycles (Gallais, 2009).

3.3. Sélection par la méthode pédigrée

Dans la méthode pedigree, la sélection commence en F₂. La procédure générale de sélection est la suivante :

- **Année 1** Choisir les parents et faire les croisements.
- **Année 2 (F₁)** Semer 20 à 50 graines F₁.
- **Année 3 (F₂)** Semer les F₂ (2000 à 4000 plantes). Les plantes F₂ sont individualisées
(Généralement les graines sont semées de 10 cm distantes de 30 cm). Récolter séparément les plantes (200 à 300 plantes) qui combinent les caractéristiques désirables des deux parents.
- **Année 4 (F₃)** Semer chaque plante F₂ récoltée en une ligne. Les plantes dans chaque ligne sont individualisées comme précédemment Identifier les lignes supérieures et récolter les trois à cinq meilleures plantes par ligne sélectionnée. Généralement 50 à 100 familles F₃ sont retenues par croisement Les informations sur les meilleures familles et les meilleures plantes à l'intérieur de ces familles sont conservées.
- **Année 5 (F₄)** Semer chaque famille séparément, plante par ligne. Choisir les meilleures plantes dans les meilleures lignes et dans les meilleures familles.
- **Année 6 (F₅)** Même procédure que pour la F₄.

CHAPITRE II : SELECTION ET AMELIORATION DES PLANTES

- **Année 7 (F6)** Même procédure que pour la F4 et la F5. Les lignes uniformes (lignées) sont récoltées en masse mais séparément des autres lignes (25 à 30 lignées par croisement).
- **Année 8 (F7)** Si la quantité de semence le permet, commencer les essais préliminaires pour le rendement.
- **Années 9-12** Les lignées retenues à partir des essais préliminaires sont comparées sur la base du rendement.

L'exemple donné ici pour la méthode pedigree nécessite une génération par an plusieurs modifications à cette méthode peuvent être considérées. Les essais de rendement peuvent commencer dès la génération F3 ou F4. Après la sélection des plantes individuelles, le reste de la famille peut être récolté en vrac et des essais de rendement effectués. Certaines familles ou même certains croisements peuvent être éliminés sur la base de ces essais. Comme autre exemple de modifications de la méthode, on peut stopper la sélection dès la F5 si les lignes apparaissent uniformes ou on peut continuer la sélection jusqu'à la F7 ou la F8 si des ségrégations persistent au-delà de la F6. Un autre exemple consiste à utiliser des populations plus ou moins larges que ce qui a été indiqué précédemment. Les nombres de plantes, de familles ou de lignées donnés ici ne sont que des suggestions et chaque programme de sélection utilise le nombre qui lui convient (Ce nombre dépend de plusieurs facteurs tels que le nombre de croisements de départ, la distance génétique entre les parents, les caractères sélectionnés, les moyens disponibles, etc.).

La méthode pedigree permet d'isoler rapidement des caractéristiques désirables dans le cas de caractères à hérédité qualitative tels que la résistance aux maladies, la couleur de la graine, la précocité, etc. Les caractères à hérédité quantitative, en particulier le rendement, sont plus difficiles à évaluer au cours des premières générations (F2 et F3) sur la base d'une plante individuelle. Du fait du haut niveau d'hétérozygotie durant les premières générations, l'hétérosis peut affecter la performance des plantes sur tout lorsqu'elles sont espacées. Cependant, les sélectionneurs tendent à choisir les plantes qui apparaissent les plus productives (Zahour, 1992).

3.4. Sélection par la méthode Bulk

Comme pour la méthode pedigree, la procédure donnée ici n'est qu'un exemple et plusieurs déviations de la méthode Bulk peuvent être rencontrées. Concrètement, les plantes peuvent être espacées et sélectionnées individuellement lors des générations antérieures (F3 à F6) à celle indiquée ici.

Les lignées qui présentent des ségrégations sont alors présélectionnées. Une autre modification peut consister en la détermination du rendement des récoltes en vrac en même

CHAPITRE II : SELECTION ET AMELIORATION DES PLANTES

temps que l'on effectue un échantillonnage pour la génération suivante. Des croisements entiers peuvent être éliminés sur la base de ces rendements.

La méthode Bulk est simple et peu coûteuse. Peu d'efforts sont généralement engagés durant les premières générations. Cependant, la taille de la population doit être assez importante surtout lorsque les plantes sont individualisées durant la sélection.

La sélection naturelle est plus active dans le cas de la sélection par cette méthode. Les plantes hautes et les plantes tardives sont généralement favorisées par la méthode Bulk, ce qui peut être en contradiction avec les aspirations du sélectionneur. Cependant, la présence de maladies et d'insectes favorise la mise en évidence des plantes résistantes, généralement recherchées par le sélectionneur (Zahour, 1992).

La procédure générale pour la sélection par la méthode Bulk (figure 19) est la suivante:

- **Année 1** Choisir les parents et faire les croisements.
- **Année 2 (F1)** Semer 20 à 50 graines F1.
- **Année 3 (F2)** Semer les F2 (2000 à 4000 plantes). Les plantes F2 ne sont pas espacées comme pour la méthode pedigree. Une densité normale de semis est utilisée. Récolter le tout en vrac et prendre un échantillon pour le semer en F3 (0,005 à 0,01 ha par Croisement).
- **Années 4-6** Pour les générations F3 à F5, utiliser la même procédure que pour la F2.
- **Année 7 (F6)** Semer 3000 à 8000 graines F6. Les graines sont espacées. Choisir les 250 à 600 meilleures plantes. Récolter chaque plante sélectionnée séparément
- **Année 8 (F7)** Semer les plantes choisies en F6. Plante par ligne. Choisir les 25 à 30 meilleures lignes (lignées). Récolter chaque ligne choisie séparément
- **Année 9 (F8)** Si la quantité de semence le permet, commencer les essais préliminaires pour le rendement.
- **Années 10-13** Essais comparatifs pour le rendement, comme dans le cas de la méthode pedigree.

Avec cette méthode, à partir de la F2, on passe d'une génération à l'autre par autofécondation naturelle des plantes (chez les plantes autogames) et récolte en vrac (bulk en anglais) de toutes les plantes, et ceci, jusqu'en F4 ou F5. A partir de cette génération, la sélection est très simple : on étudie en petites Parcelles (qui peuvent être réduites à une ligne) les descendance des plantes autofécondées de la dernière génération de bulk ; on sélectionne les meilleures, dans lesquelles des autofécondations contrôlées sont réalisées (pour finir la fixation) et les graines de la ligne, récoltées en mélange, Servent l'année suivante à réaliser des essais de

CHAPITRE II : SELECTION ET AMELIORATION DES PLANTES

rendement en parcelles plus grandes. Une deuxième année de test en parcelles doit conduire à isoler les ou les meilleures lignées (Gallais, 2009).

Un inconvénient majeur de cette méthode est le risque d'une sélection naturelle défavorable au cours des générations de multiplication en bulk.

3.5. Sélection par filiation mono graine, ou méthode SSD (*single-seed-descent*)

Cette méthode est également appelée sélection simple grain ou encore sélection par filiation unipare. Dans cette méthode, à partir des plantes de la F2, une seule graine est prise par plante pour assurer le passage d'une génération à l'autre, et ceci, jusqu'en F4 ou F5, puis la sortie du schéma est identique à celle décrite pour la sélection en bulk.

L'avantage de ce schéma est en théorie d'assurer le maintien d'un maximum de variabilité génétique au niveau homozygote, au moment où se fera la sélection. De plus par rapport au schéma bulk, le contrôle des filiations à partir de la F2 évite la perte de variabilité génétique au cours du processus de fixation. Cependant, il peut être difficile, voire lourd et coûteux, d'éviter de perdre des filiations (Gallais, 2009).

- **Année 1** Choisir les parents et faire les croisements.
- **Année 2 (F1)** Semer 20 à 50 graines F_i en les espaçant pour permettre la production du maximum de semence.
- **Année 3 (F2)** Semer les F₂ (2000 à 3000 plantes) en les espaçant. Récolter une (parfois 2) graine par plante F₂.
- **Année 4-5** Pour les générations F₃ et F₄, utiliser la même procédure que pour la F₂.
- **Année 6 (F5)** Semer les F₅ comme dans les générations précédentes. Récolter chaque plante F₅ séparément
- **Année 7 (F6)** Semer la semence de chaque plante récoltée en F₅, plante par ligne. Si on commence avec 2500 plantes F₂ par exemple, on aura approximativement 2500 lignes F₆ (lignées). Chaque ligne sera issue d'une plante F₂. Choisir et récolter les meilleures lignes.
- **Année 8 (F7)** Si la quantité de semence le permet, commencer les essais préliminaires pour le rendement.
- **Années 9-12** Essais comparatifs pour le rendement

Une modification de cette méthode a été proposée. Au lieu d'espacer les plantes en F₂ et dans les générations suivantes, des densités très fortes de semis sont utilisées.

CHAPITRE II : SELECTION ET AMELIORATION DES PLANTES

Plusieurs centaines de graines sont semées dans un m² (environ 2500 graines/m²). Dans ces conditions, les plantes produisent peu de semences. D'ailleurs, on n'a pas besoin de plus d'une graine par plante. Avec cette méthode, on court le risque d'élimination de certains génotypes supérieurs par la sélection naturelle. Sous cette densité de semis, la compétition est tellement forte que seuls les génotypes à pouvoir compétitif élevé peuvent survivre et contribuer à la génération suivante. Les génotypes ayant des niveaux élevés de compétition ne sont pas nécessairement les meilleurs du point de vue rendement. Au contraire, certaines études ont montré que les meilleurs compétiteurs sont généralement les moins productifs (Zahour, 1992).

La sélection par la méthode SSD est plus pratique lorsqu'on peut obtenir plus d'une génération par an. L'utilisation des serres et des pépinières en contre saison permettent d'avancer rapidement les générations. Nous verrons un exemple où trois générations par an sont possibles.

4. Les méthodes de création variétales

4.1 Croisement intra spécifique

Dans la grande majorité des cas, les génotypes sont croisés à l'intérieur d'une même espèce avec un ou plusieurs partenaire(s) qui apportent des qualités complémentaires ou qui intensifient, par effet cumulatif, les performances. La technique consiste à prendre comme femelle la variété à améliorer, à la croiser avec le donneur, puis à reprendre leur F1 qui est recroisée sur la mère : cela donne le BC1 (croisement de retour 1). La descendance du BC1 est à nouveau recroisée en retour sur la mère (BC2), etc. À chaque cycle de croisement de retour, la moitié des gènes restants du donneur est éliminée, puisqu'on recherchait chez le donneur une qualité oligogénique, il importe de vérifier que cette qualité est bien restée chez les individus qui serviront comme pères pour le cycle suivant de croisements sur la mère (Demarly Y, 1977).

En revanche, lorsque c'est tout un ensemble de caractéristiques qu'on veut compléter entre deux parents, ou lorsqu'on manipule des performances conditionnées par des ensembles polygéniques, on croise entre eux deux géniteurs : on obtient une F1 qui est autofécondée et produit ainsi une F2 où chaque individu est une structure de recombinaison entre les chromosomes des deux géniteurs hybridés. La F2 présente une variance génétique d'autant plus vaste que les géniteurs étaient plus distants génétiquement (ayant donc un plus grand nombre de linkats différents). Il arrive que l'on, combine entre eux plus de deux parents pour obtenir des recombinaisons plus riches entre plusieurs structures : on appelle ce type de croisements des croisements pyramidaux (Demarly Y, 1977).

CHAPITRE II : SELECTION ET AMELIORATION DES PLANTES

4.2 Croisement interspécifique

Il n'existe pas toujours à l'intérieur de l'espèce travaillée les caractéristiques que l'on désire introduire dans la variété à créer. Dans ce cas, on fait assez fréquemment appel à des plantes issues d'espèces voisines (par exemple rusticité du seigle introduite chez le blé). Ces hybridations entre espèces font souvent appel à des formes spontanées, très résistantes. Les hybridations sont difficiles, les embryons avortent fréquemment la culture des jeunes embryons in vitro est maintenant une voie de sauvetage classique. Les produits de telles hybridations présentent de fortes stérilités et de laborieux doublements des chromosomes pour créer des amphidiploïdes, nécessitent des contrôles cytogénétiques très soigneux (Essad, 1957).

4.3 Croisements diallèles

Il est considéré comme une méthode prévisionnelle de meilleure hybridation à réaliser (Mekliche, 1983). C'est un ensemble d'hybridations dirigées entre structures à étudier comprenant systématiquement une série de combinaisons (les grains issus de chaque parent mâle étant individualisés sur chaque parent femelle): il s'applique aux espèces autogames et aux espèces allogames (Demarly, 1977).

4.4 Transfert de gène (Génie génétique)

La transgénèse peut être définie de façon assez large comme l'introduction d'un gène dans le génome d'un organisme par des procédés artificiels, c'est à dire en dehors de la voie sexuée. On parle aussi de transformation génétique.

La transgénèse ne fait qu'exploiter le fait que tous les êtres vivants ont la même machinerie de lecture des gènes. De plus, de nombreux gènes restent communs à différents organismes malgré l'évolution. De nombreuses fonctions à la base de vie sont régulées par les mêmes gènes quelles que soient les espèces (par exemple, le cycle de Krebs, lié à la respiration, est pratiquement commun à toutes les espèces vivantes, et les gènes impliqués sont les mêmes). Parmi les plantes cultivées, d'espèces d'une même famille botanique, comme le maïs, le blé, la canne sucre ou le riz ont certes le même ensemble de gènes, mais répartis différemment dans le génome (Gallais, 2013).

Les stratégies développées pour transformer les plantes reposent sur les progrès réalisés dans les domaines du clonage moléculaire et de la régénération des plantes par culture in vitro. Elles sont très variées certaines mettent en jeu l'usage des Agro bactéries, tandis que d'autres utilisent la biolistique.

CHAPITRE II : SELECTION ET AMELIORATION DES PLANTES

La principale limitation de la transgénèse a longtemps été l'identification des gènes impliqués dans des résistances, des voies métaboliques, des phénomènes physiologiques ou produisant des protéines d'intérêt pharmaceutique. Faute de gènes candidats, finalement assez peu de caractères différents ont pu être transférés dans des variétés, jusqu'à présent (Periquet, 2002).

4.5. 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 Noum (San, 1976) qui, cultivant des ovaires d'orges non pollinisées, 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) (San, 1985).

4.6 Androgenèse in vitro

Une voie très audacieuse a été ouverte en 1964 avec la réussite par Guha et Maheshwari (Guha et al; 1964) 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 (Guha; 1966).

Ce processus a été étendu au tabac (*Nicotianatabacum*) (Bourgin et al, 1967) 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 embryogénèse. 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 (Buyser et al 1979).

CHAPITRE II : SELECTION ET AMELIORATION DES PLANTES

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.

4.7 Mutagenèse

Au sens large, la mutagenèse est l'induction de modifications au niveau du génome. Ces modifications peuvent être de nature très différente le changement du niveau de ploïdie (mutation génomique), la perte ou l'addition de chromosomes, la délétion ou la translocation de fragments chromosomiques (mutations chromosomiques) ou la modification de la séquence des bases de l'ADN. Au sens restreint, la mutagenèse est relative à ce dernier type de modifications au niveau du gène, et on parle de mutations géniques toutes ces modifications au niveau du génome, en particulier le changement de séquence des bases, n'ont pas nécessairement un effet sur le phénotype. Du point de vue du sélectionneur, pour les plantes à multiplication végétative, n'importe quel type de mutations peut être important à considérer, même si elles ne sont pas transmissibles par la voie sexuée, en revanche, pour les plantes à reproduction sexuée, ce sont les mutations géniques, héréditaires, qui sont à considérer. La mutagenèse peut être spontanée ou induite (Gallais 2013).

Partie Expérimentale

CHAPITRE III

Matériels et Méthodes

CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODES

1. Présentation de la région d'étude

1.1. Situation géographique

Cette étude est réalisée dans la wilaya de Laghouat, dans une région de la commune de Laghouat au lieu-dit " Hamda".

La wilaya de Laghouat est située au piémont de l'Atlas Saharien. La première oasis en venant du nord a 400 Km au sud de la capitale et à environ 300 Km à vol d'oiseau au sud de la mer, à une altitude de 752 m, une longitude Est 2°53 et latitude Nord 33°42 (Sila, 2012).

De par sa position géographique et ses caractéristiques climatiques, la Wilaya de Laghouat fait partie du groupe des neufs Wilayat pastorales du pays ainsi que des Wilayat du sud (DPAT, 2013).

1.2. Site expérimental

Le site expérimental est situé au niveau de l'exploitation agricole de Monsieur Benadjila Lazhari crée en 1985 dans le cadre de l'accession à la propriété foncière agricole par la mise en valeur des terres (loi :83-18), dans la région de Hamda à 10km au Nord de la ville de Laghouat.

1.3. Climat

Le climat de la wilaya de Laghouat est continental aride, caractérisé par des hivers froids marqué par des gelées blanches, et les étés par une forte chaleur avec de vents de sable (Merzoug, 2014).

1.3.1. La pluviométrie

La pluviométrie est l'élément climatique le plus important compte-tenu de sa très grande variabilité spatio-temporelle. L'étude de sa variabilité moyenne a été effectuée sur les valeurs présentées dans le tableau ci-dessous pour la période (2009-2018) (O.N.M, 2019).

Tableau 01 : Précipitation moyennes mensuelles de la région de Laghouat en (mm), période (2009-2018).

Année/Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Jul	Aût	Sep	Oct	Nov	Déc
2009-2018	8.74	10.2	7.42	5.23	11.4	7.27	4.03	7.63	26.9	19.1	11.9	6.06
	3				2				8	8	8	

Source : (O.N.M, 2019).

CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODES

La campagne céréalière 2021/2022 est caractérisée par des périodes relativement pluviales en particulier le mois d’Avril. Cela a entraîné un impact favorable sur la culture de blé.

La distribution pluviométrique annuelle dans la région de Laghouat à travers les saisons est assez irrégulière, entraînant ainsi un impact défavorable sur le développement et la croissance des cultures.

1.3.2. Température

La température est l’un des éléments fondamentaux conditionnant l’estimation du déficit d’écoulement et permettant la détermination du caractère climatique d’une région ; c’est aussi un facteur nécessaire à rapport de l’énergie pour les plantes.

Tableau 02 : Température moyennes mensuelles en (°C) de la région de Laghouat, période (2009-2018).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy
M (°C)	14.68	15.35	19.64	24.52	29.52	34.62	39.13	37.5	29.85	26.32	18.12	15.17	25.36
m (°C)	3.04	3.64	6.47	11.05	15.63	20.48	24.61	23.56	19.86	16.15	7.23	3.42	12.94
T.moy. (°C)	8.86	9.49	13.05	17.78	22.57	27.55	31.87	30.53	24.85	21.23	12.67	9.29	19.15

Source : (O.N.M, 2019).

Les températures moyennes mensuelles pour les années (2009-2018) sont maximales au cours de la période de Mai à Septembre (saison chaude) et atteint leur maximum pendant le mois du juillet avec une valeur de (39.13°C). Pour le froid, il débute du mois de novembre vers mars et atteint sa valeur minimale (3.04 °C) en mois de janvier.

1.3.3. Autres facteurs climatiques

L’humidité augmente entre le mois d’octobre jusqu’à le mois de février avec un maximum dans le mois de novembre et janvier avec une valeur de (59 %) et une ‘humidité relative’ faible à moyenne durant tous les autres mois de l’année 2016 (Tableau 03).

CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODES

Tableau 03 : Humidité relative moyenne en (%) de la région de Laghouat, l'année (2018).

Année/Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Jul	Aût	Sep	Oct	Nov	Déc
2018	49	48	42	40	37	24	18	37	43	52	56	61

Source : (O.N.M, 2019).

Les risques de gelées se posent surtout en période hivernale de Novembre à Mars avec une moyenne de 16.9 jours par an et il est enregistré 13 jours en 2018.

Les vents sont de secteur Ouest à Nord-ouest ce qui favorise le déplacement des nuages venant du nord, en période estivale, ce sont les vents chauds et desséchants d'Est et Sud-est qui sont dominants, ils sont modérés ne dépassant pas les (4.6 m/s) enregistré au mois de Mars.

La région est relativement sujette au risque de tempêtes de sable, particulièrement durant le mois d'Avril avec 06 jours au maximum.

Enfin, le total d'insolation est suffisant pour les cultures céréalières dans toute la région de Laghouat, en respectant les caractéristiques variétale des céréales à cultiver «La rusticité, la tardivité, et la précocité », et en terme exacte c'est l'adaptabilité aux différents facteurs édapho-climatiques (O.N.M, 2017).

2. Protocole expérimental

2.1. Le Matériel Végétal

Six variétés de blé dur (*Triticum durum. Desf*) ont été testés, Guemgoum R'Kham Blanc, Vitron, Guemgoum R'Kham Rouge, El Bidi, Dhar Edhib et Siméto.

Variété	Type
Vitron	Variété certifiée
Simeto	Variété certifiée
El Bidi	Variété Paysanne
Guemgoum R'Kham	Variété Paysanne
Dhar Edhib	Variété Paysanne

Les caractéristiques des variétés (Voir les annexes)

CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODES

2.2. L'élaboration de plan d'expérience

L'essai a été réalisé au cours de la campagne agricole 2021-2022. Où le semis est réalisé le 02 Décembre 2021). Le mode de culture est biologique avec une fréquence d'irrigation une seule fois par 15 jours.

Le facteur introduit volontairement en vue d'en examiner leur effet, est le facteur génotype (variété ou lignée). Ce dernier est qualitatif et présente plusieurs variantes ou niveaux. Le facteur génotype présente six (06) variantes.

Le dispositif expérimental utilisé dans cette expérimentation est le bloc aléatoire complet (BAC) avec quatre (04) répétitions.

Le nombre des unités expérimentales sont (24) unités où chaque variété a été semée dans une parcelle élémentaire ayant les dimensions : 1,50 m x 1,20m. Cette dernière a été divisée en 6 lignes espacées de 20 cm les unes des autres et l'espacement entre chaque plante est 10 cm. Chaque parcelle élémentaire est réservée pour une seule variété.

L'élaboration du plan d'expérience a été résumée comme suit :

- ✓ Dispositif en blocs aléatoire complet (BAC) ;
- ✓ Facteurs étudié : variété (génotype)
- ✓ Niveaux de facteur : 6 (V1, V2, V3, V4, V5, V6)
- ✓ Nombre de répétition : 4
- ✓ Type de sol : Argileux

Figure 5 : Le dispositif expérimental

CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODES

2.3. Travail de sol

Après avoir mesuré et tracé la surface de la parcelle dont nous avons besoin, la parcelle de notre expérimentation a été labourée manuellement avec une houe pour labourer la terre, et à l'aide de roseaux nous avons nivelé sol.

2.4. Semis

Le semis a été fait après le traçage des blocs et les unités expérimentales, où chaque bloc comporte 6 unités expérimentales pour les 6 variétés, et l'emplacement des variétés a été choisi au hasard.

Chaque unité expérimentale comporte 90 graines, avec des espacements de 20 cm entre les rangs et 10 cm entre les graines.

Le semis a été fait le 02 décembre 2021.



Figure 6 : le dispositif expérimental le jour de semis

CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODES

2.5. Démarche d'analyse et d'interprétation statistique

L'analyse statistique des résultats a été effectuée à l'aide d'un logiciel STATBOX 7. Le premier test qui nous permet de déterminer les différences entre les moyennes des différents traitements est le test de l'analyse de la variance. Ce test global préalable est indispensable.

La démarche de l'interprétation consiste en premier lieu à comparer chacun des paramètres étudiés entre les différentes variétés. S'il est significatif, on ne peut juger globalement l'effet des seuils, l'effet est non significatif.

Si les différences qui ont été révélées sont significatives, on complète l'analyse par l'étude de la plus petite différence significative (PPDS). Ce test de PPDS nous a permis de classer les moyennes des différents traitements en groupes homogènes, ainsi ressortir les meilleurs traitements.

3. Présentation des paramètres étudiés

3.1. Nombre des talles herbacées par plant

Le tallage herbacé est déterminé par comptage direct de nombre de talles herbacées (à l'exception de maître brin) de stade quatrième feuille jusqu'au stade début gonflement. On compte 08 échantillons par parcelle / génotype / répétition.

3.2. Nombre des talles épi par plante

Le tallage épi est déterminé par comptage direct de nombre de talles épis formées (à l'exception de maître brin). On réalise 06 échantillons par parcelle / génotype / répétitions et on déduit ensuite la moyenne.

3.3. Coefficient de tallage

Nombre de tallage épis / tallage herbacé

3.4. Hauteur à l'épiaison

Elle est mesurée au stade épiaison, du ras du sol jusqu'au sommet de la plante. On compte 06 échantillons par plante / génotype / répétition.

3.5. La longueur de l'épi

A l'aide d'une règle graduée, nous avons procédé à la mesure de la longueur en centimètre de l'épi sans la barbe.

CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODES

3.6. Surface de la feuille étandard

La surface foliaire de la feuille étandard exprimée en cm^2 est définie comme le produit de la longueur totale (L, cm) par la largeur moyenne (I, cm) des feuilles

3.7. Composantes de rendement

3.7.1. Nombre d'épis par mètre carré

Ce paramètre a été évalué à l'aide d'une règle d'un (01) mètre (mètre linéaire) entre deux lignes de semis (au hasard). Compter les plantes de part et d'autre de cette règle. Faire deux (02) comptages parallèles au niveau de chaque parcelle élémentaire (soit quatre 0 4 mètres linéaires par parcelle). Le dénombrement a été effectué après la floraison.

Le nombre de plantes (épis) par mètre linéaire est converti en mètre carré selon la formule suivante :

Le nombre d'épis comptés sur placette est égale à $= \text{NE} / \text{R} \times \text{E} \times \text{L}$

Où :

NE : nombre total d'épis comptés sur une placette ;

R : nombre de lignes d'une placette ;

E : écartement entre lignes (en m) ;

L : longueur de la placette (en m).

Le nombre d'épis au m^2 de la placette (si toutes les placettes ont la même surface) est égal à :

Total du NE de toutes les placettes / Nombre de placettes $\times (\text{R} \times \text{E} \times \text{L})$

3.7.2. Nombre d'épillets par épi

Le nombre total d'épillets par épis se mesure au stade formation de grain. Ce nombre est déterminé à partir de 06 échantillons (épis) pris au hasard au niveau de chaque parcelle élémentaire, sur chaque épi nous avons compté le nombre total d'épillets.

CHAPITRE IV

Résultats et discussion

CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISSCUSION

1. Nombre de talles herbacées par plante (TH) :

Les résultats relatif au nombre de talles herbacées sont représentés dans le tableau et illustrés par l'histogramme figure 6.

Tableau 5 : Résultats relatifs au nombre de talles herbacées par plantes.

Variétés	Nom de Variétés	Moy $\pm$ ET	Prob	CV %
V1	Vitron	10 $\pm$ 0.66	0.195 NS	9.03
V2	Simeto	10.8 $\pm$ 0.69		
V3	GR. blanc	11.20 $\pm$ 0.88		
V4	El Bidi	9.75 $\pm$ 0.75		
V5	GR. Roux	9.90 $\pm$ 0.68		
V6	Dhar Edhib	10.90 $\pm$ 1.32		

L'analyse statistique par le biais de l'analyse de la variance a révélé une différence non significative entre les moyennes des différentes variétés (prob 0.195 $\geq$ 0.05).

Donc il n'y a pas d'effet de génotype sur l'expression de nombre de talles herbacées par plante.

D'après ces résultats, on a noté que les variétés V3 (Guemgoum R'kham Blanc), V6 (Dhar Edhib) et V2 (Simeto) ont le nombre élevée de nombre de talles herbacées avec le nombre V3=11.20, V6=10.90, V2=10.80. Alors que les variétés V1 (Vitron), V5 (Guemgoum R'kham Roux), V4 (El Bidi) ont enregistrés un nombre faible de talles herbacées avec le nombre V1=10, V5=9.90, V4=9.75.

Le tallage est un caractère variétal, qui en conditions favorables, pourrait renseigner sur le Potentiel des variétés (Bennaceur et al. ,1997). Le tallage, phénomène caractéristique de la physiologie des graminées, est l'élément fondamental de la productivité. Sa réalisation et la vitesse de celle-ci sont conditionnées par la température, la lumière, le développement racinaire.

Le nombre de talles herbacées varie en fonction de la variété (aptitude génétique) et de la durée et des conditions de croissance au cours de la phase du tallage (Bonfils, 2000).

DJTAR (1988) montre que le nombre de talles par pied est fortement influencé par les doses d'azote, et les densités de semis : plus le semis est clair plus le tallage est important (effet de concurrence entre les plants), la fertilité du sol intervenant également. (JONARD ,1964).

CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISSCUSION

Mais d'après Gâte (1995), l'azote n'accélère pas la vitesse d'émission des talles, cette dernière dépend essentiellement des facteurs strictement climatiques (durée du jour, température, le rayonnement).

Certains auteurs trouvent qu'il est préférable de provoquer un stress hydrique pendant le tallage pour que la plante développe son système racinaire (Monneuvex, 1989).

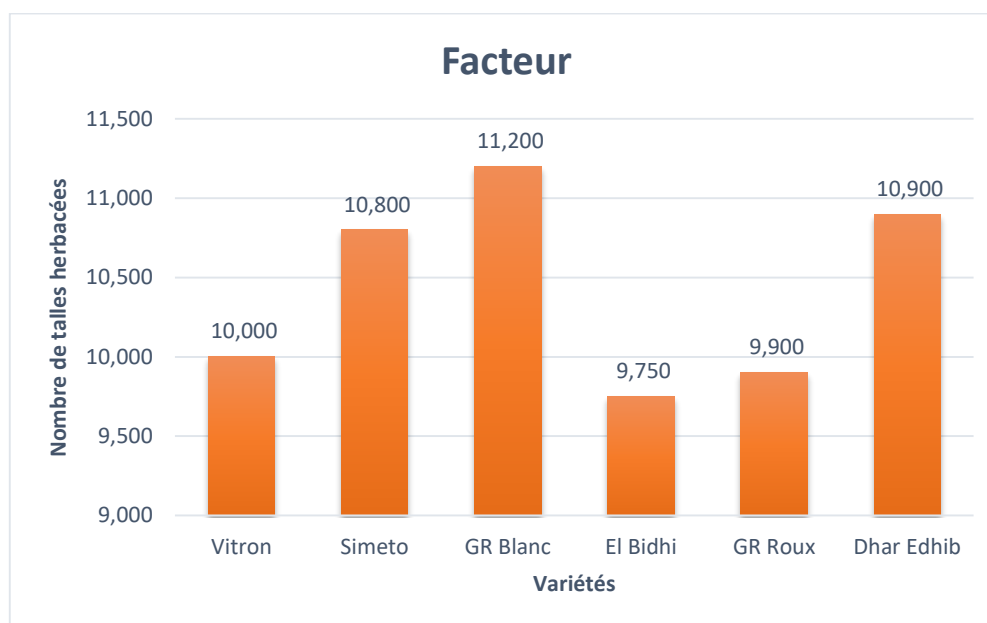


Figure 6 : Représentation graphique de nombre moyenne de talles herbacées des plants en fonction de 6 variétés

CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISSCUSION

2. Nombre de talles épis par plante (TE) :

Les résultats relatifs au nombre de talles épis par plante sont représentés dans le tableau et illustrés par l'histogramme figure 7.

Tableau 6 : Résultats relatifs au nombre de talles épis par plante.

Variétés	Nom des Variétés	Moy $\pm$ ET	GH	Prob	CV %
V2	Simeto	7 $\pm$ 1.43	A	0.041 S	25.55
V1	Vitron	6.20 $\pm$ 0.86	AB		
V6	Dhar Edhib	5.55 $\pm$ 1.49	AB		
V5	GR. Roux	4.78 $\pm$ 0.62	AB		
V4	El Bidi	4.41 $\pm$ 0.63	AB		
V3	GR. Blanc	3.80 $\pm$ 1.82	B		

L'analyse statistique par le biais de l'analyse de la variance a révélé une différence significative entre les moyennes des différentes variétés (prob $0.041 \leq 0.05$).

Donc il y a un effet de génotype sur l'expression de nombre de talles épis par plante.

Le test de Newmans-Keuls nous a permis de classer les variétés en trois groupes homogènes (A, AB, B). Ainsi la variété 2 Simeto a enregistré le nombre de talles épis par plante le plus élevé, classé dans le groupe homogène A avec un nombre de 7 talles épis.

Alors que la variété 3 a enregistré le nombre de talles épis le plus faible avec 3.8 talles épis classé dans le groupe homogène B.

Le nombre de talles herbacées engendre une augmentation du nombre de talles épis, mais aussi une mortalité élevée.

Les talles-épis, elles seront plus ou moins nombreuses selon les conditions régnant à la fin du tallage. Au stade redressement (apex 1 cm) et au cours de la montaison, chez les céréales à paille, le maître-brin qui porte l'apex principal monte le premier. Mais, dans de bonnes conditions de culture, les autres talles suivent avec un très faible décalage de temps, notamment lorsque l'on a pris soin de semer tôt.

Les conditions climatiques (température moyenne et longueur de la durée du jour) sont décisives au stade épi 1 cm (stade qui marque la fin du tallage et le début de la montaison) pour déterminer le peuplement épi; d'où l'importance majeure de la date du semis (Bonfils, 2000).

CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISSCUSION

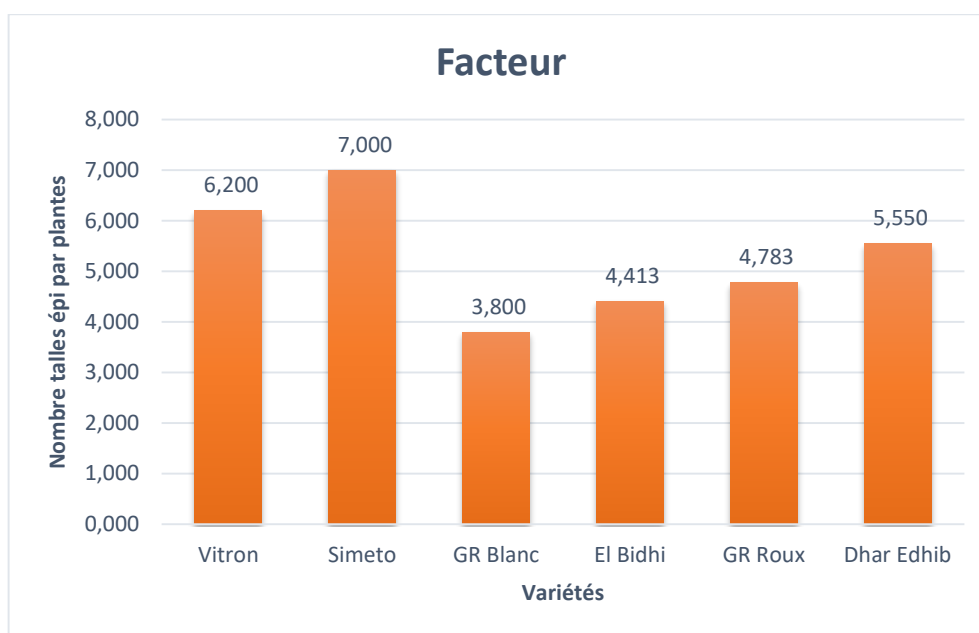


Figure 7 : Représentation graphique de nombre moyenne de talles épis par plante en fonction de 6 variétés

3. Coefficient de tallage (CT) :

Les résultats relatifs au coefficient de tallage représentés dans le tableau 3 et illustrés par l'histogramme figure 8.

Tableau 7 : Résultats relatifs au coefficient de tallages.

Variétés	Nom de variété	Moy ± ET	Prob	CV %
V1	Vitron	0.62± 0.12	0.105 NS	29.66
V2	Simeto	0.65 ± 0.16		
V3	GR. Blanc	0.34 ± 0.18		
V4	El Bidi	0.45 ± 0.06		
V5	GR. Roux	0.48 ± 0.10		
V6	Dhar Edhib	0.52 ± 0.17		

L'analyse statistique par le biais de l'analyse de la variance a révélé une différence non significative entre les moyennes des différentes variétés (prob 0.099 ≤ 0.05).

CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISSCUSION

Donc il n'y a pas d'effet de génotype sur l'expression de coefficient de tallages.

L'importance de tallage herbacé et épi se dirige sur le choix des génotypes dans le cadre de l'amélioration des plantes (Hucl et Backer, 1989; Davidson et Chevalier, 1990).

D'après Chnnafi (1996), certains apports d'eau affectent positivement le rendement et augmentent le nombre des talles. Néanmoins, une irrigation après une période de sécheresse anime le tallage et permet une révision du nombre d'épis par la montée des talles tardives (Debaeke et al., 1996a).

Lorsque les jours se rallongent, le tallage est trop rapidement abrégé par le début de la montaison et, en plus, le blé n'a jamais assez de temps pour accumuler de la matière sèche en réserve. Ceci va accroître la compétition entre les talles et diminuer la fertilité des rares épis qui auront réussi à monter (Bonfils, 2000).

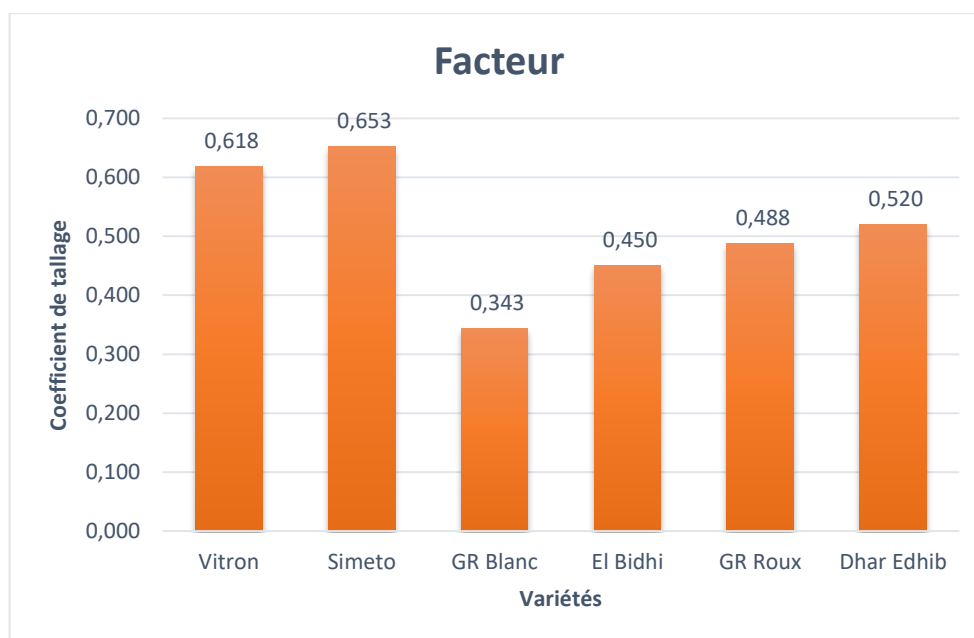


Figure 8 : Représentation graphique de coefficient de tallages moyenne des plants en fonction de 6 variétés

CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISSCUSION

4. Hauteur de l'épiaison (HE) :

Les résultats relatifs à la hauteur de l'épiaison sont représentés dans le tableau 4 et illustré par l'histogramme figure 9.

Tableau 8 : Résultats relatifs à la hauteur de l'épiaison.

Variétés	Nom des Variétés	Moy $\pm$ ET	GH	Prob	CV %
V4	El Bidi	135,85 $\pm$ 3,65	A	0.001 S	11.78
V6	Dhar Edhib	123,15 $\pm$ 14,30	A		
V5	GR. Roux	120,20 $\pm$ 17.52	A		
V3	GR. Blanc	118,80 $\pm$ 16,65	A		
V2	Simeto	91 $\pm$ 5,64	B		
V1	Vitron	84,95 $\pm$ 6,39	B		

L'analyse statistique par le biais de l'analyse de la variance a révélé une différence significative entre les moyennes des différentes variétés (prob $0.001 \leq 0.05$).

Donc il y a un effet de génotype sur l'expression d'hauteur de l'épiaison.

Le test de Newmans-Keuls nous a permis de classer les variétés en deux groupes homogènes (A, B). Ainsi les variétés V4 (El Bidi), V6 (Dhar Edhib), V5 (Guemgoum R'Kham Roux), V3 (Guemgoum R'Kham Blanc) ont enregistré les valeurs les plus élevées, classées dans le groupe homogène A avec les hauteurs moyennes de 135,85 cm (El Bidi), 123,15 cm (Dhar Edhib), 120,20 cm (Guemgoum R'Kham Roux), 118,8 cm (Guemgoum R'Kham Blanc).

Alors que les deux autres variétés V1 (Vitron) et V2 (Simeto) ont enregistré les hauteurs moyennes à l'épiaison les plus faibles classées dans le groupe homogène B avec des valeurs de 91cm et 84,95cm.

La hauteur de la plante apparaît comme un critère de sélection important, (Mekliche ,1983) trouve une liaison positive et significative entre le rendement et la hauteur de la paille : les plantes courtes sont plus productives que les plantes à paille haute. Ceci s'exprime que les premières ont une capacité de tallage importante, chaque talle va s'allonger et mettra une inflorescence et ce qui augmente le peuplement épi, par conséquent, on assiste à un accroissement du rendement.

Il est à noter que la hauteur élevée des pailles constitue un avantage important en favorisant une bonne résistance à la sécheresse, ceci s'expliquerait d'une part : par le fait qu'une

CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISSCUSION

paille haute s'accompagne souvent d'un système racinaire profond ce qui conférerait à la plante une capacité d'extraction de l'eau supérieure (Bagga et al., 1970).

Fisher et Maurer (1978) mentionnent que les blés hauts ont un indice de sensibilité à la contrainte hydrique plus faible comparativement aux blés nains et semi - nains.

La hauteur des plants est une caractéristique variétale, mais l'apport d'azote agit positivement sur la hauteur de la tige en favorisant l'allongement des entre nœuds. L'inconvénient de cette hauteur élevée de paille est le risque de la verse mécanique causée par les vents violents et les pluies torrentielles.

En Algérie, la majorité des variétés cultivées de blé dur sont à paille longue. L'agriculture algérienne a toujours tendance de préférer ces dernières à cause de leur rentabilité en paille, servant pour l'alimentation de bétail.

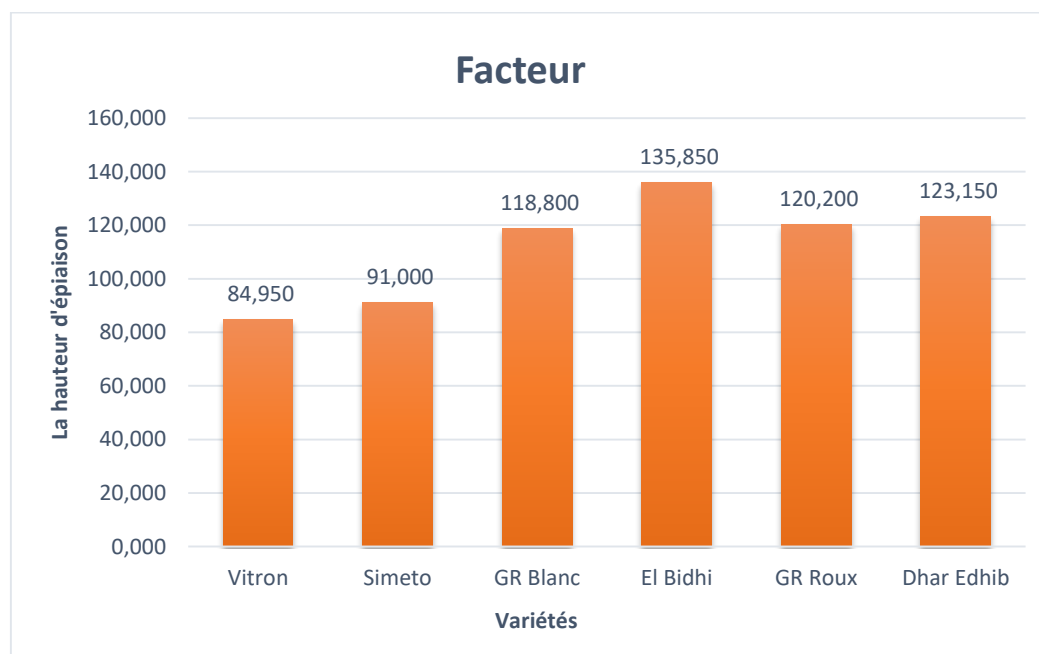


Figure 9 : représentation graphique d'hauteur d'épiaison moyenne par plante en fonction de 6 variétés

CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISSCUSION

5. Longueur de l'épi (LE) :

Les résultats relatifs à la longueur de l'épi sont représentés dans le tableau 5 et illustrés par l'histogramme figure 10.

Tableau 9 : Résultats relatifs à la longueur de l'épi.

Variétés	Nom de variétés	Moy $\pm$ ET	Prob	CV %
V1	Vitron	8,46 $\pm$ 1,80	0,75 NS	47,91
V2	Simeto	13,42 $\pm$ 9,70		
V3	GR. Blanc	9,73 $\pm$ 2,54		
V4	El Bidi	9,08 $\pm$ 2,83		
V5	GR. Roux	10,79 $\pm$ 1,86		
V6	Dhar Edhib	9,53 $\pm$ 1,85		

L'analyse statistique par le biais de l'analyse de la variance a révélé une différence non significative entre les moyennes des différentes variétés (prob 0.75 $\geq$ 0.05).

Donc il n'y a pas d'effet de génotype sur l'expression de nombre de longueur d'épis.

La longueur de l'épi est une caractéristique variétale peu influencée par les variations du milieu plus précisément, elle est fonction de quantité d'eau réservé durant le cycle végétatif (Jonard, 1964).

D'après Nachit (1992), cité par Benmimoune (1994), l'épi court contribue à la limitation des pertes en eau, ce qui concorde avec les variétés V1, V3, V4, V5 et V6.

Delecolle et Gurnad (1980), détermine une corrélation positive liant le rendement grain à la longueur de l'épi, l'épi assure une activité photosynthétique importante au cours du remplissage du grain et sa contribution à la photosynthèse de la plante serait comprise entre 13 et 76% (Biscope et al. ,1975). En cas de déficit hydrique, la photosynthèse de l'épi participe relativement plus au remplissage que la feuille étendard (Bammoun, 1997).

Les caractéristiques de l'épi (épi court) contribuent également à une limitation des pertes en eau (Febrero et al, 1990).

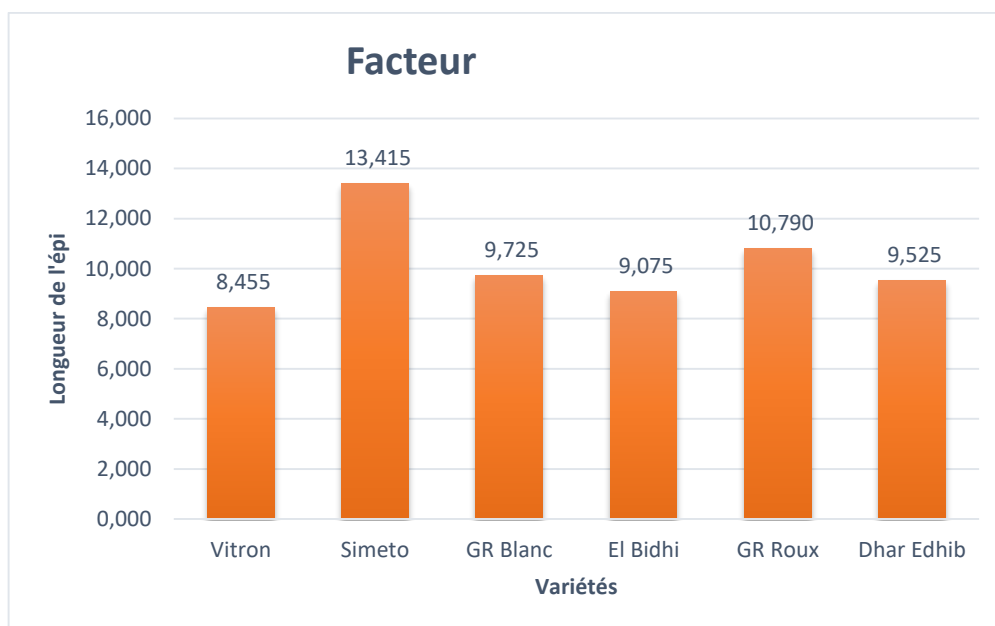


Figure 10 : Représentation graphique de longueur d'épi moyenne des plants en fonction de 6 variétés

6. Nombre d'épillets par épis (NEE) :

Les résultats relatif au nombre d'épillets/épis sont représentés dans le tableau 6 et illustrés par l'histogramme figure 11.

Tableau 10: Résultats relatifs au nombre d'épillets par épis.

Variétés	Nom de variété	Moy ± ET	Prob	CV %
V1	Vitron	19,85 ± 1,80	0,47 NS	10,71
V2	Simeto	19,38± 9,70		
V3	GR. Blanc	20,35± 2,54		
V4	El Bidi	21,95 ± 2,83		
V5	GR. Roux	21,88 ± 1,86		
V6	Dhar Edhib	21,38 ± 1,85		

L'analyse statistique par le biais de l'analyse de la variance a révélé une différence non significative entre les moyennes des différentes variétés (prob 0.47 $\geq$ 0.05).

Donc il n'y a pas d'effet de génotype sur l'expression de nombre d'épillets/épis.

Le nombre d'épillet est surtout fonction de la somme des températures entre les stades début tallage et l'épi à 1cm ainsi que la durée du jour. Cette composante est sous le contrôle de l'alimentation en eau de la plante et la photopériode.

CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISSCUSION

GATE (1995) souligne que le nombre d'épillets atteint le stade B2 (proche du stade épi 1cm) dépend simultanément de la durée de la formation des ébauches.

Jardat (1986), note que le nombre élevé d'épillets par épi est associé à une épiaison tardive.

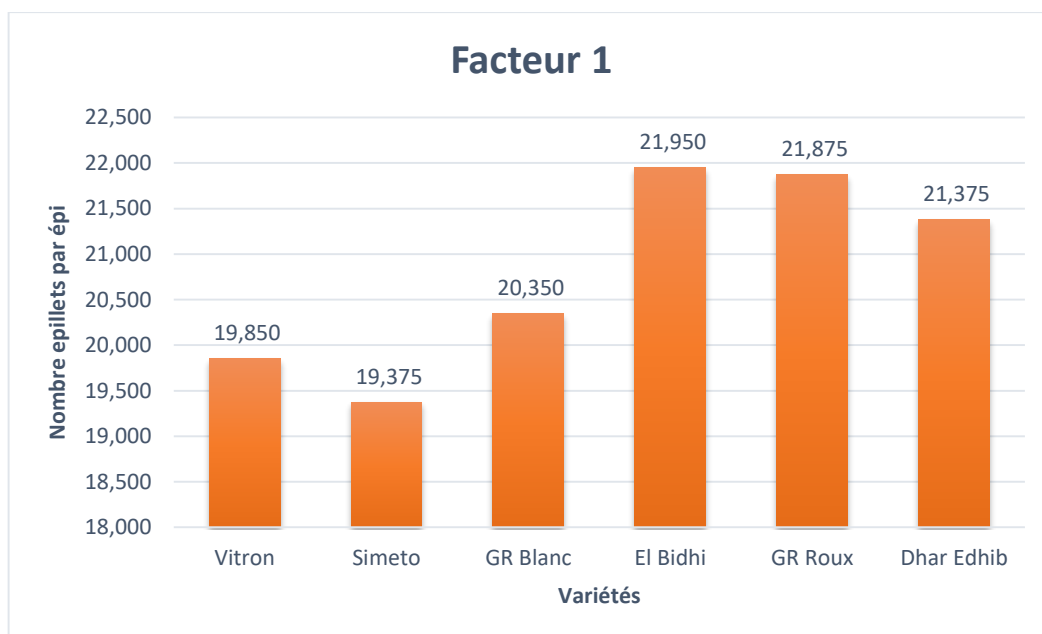


Figure 11 : Représentation graphique de nombre d'épillets/épi moyenne des plants en fonction de 6 variétés

7. Surface de la feuille étendard

Les résultats relatifs à la surface de feuille sont représentés dans le tableau 7 et illustrés par l'histogramme figure 12.

Tableau 11 : Résultats relatifs à la surface de la feuille étendard (cm).

Variétés	Nom de Variétés	Moy $\pm$ ET	Prob	CV %
V1	Vitron	52,53 $\pm$ 24,36	0,32 NS	31,59
V2	Simeto	35,15 $\pm$ 6,57		
V3	GR. Blanc	45,57 $\pm$ 2,69		
V4	El Bidi	39,11 $\pm$ 15,02		
V5	GR. Roux	51,81 $\pm$ 2,66		
V6	Dhar Edhib	35,93 $\pm$ 7,87		

CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISSCUSION

L'analyse statistique par le biais de l'analyse de la variance a révélé une différence non significative entre les moyennes des différentes variétés ($\text{prob } 0.32 \geq 0.05$).

Donc il n'y a pas d'effet de génotype sur l'expression de surface de feuille.

La feuille étendard joue un rôle primordial dans le remplissage du grain.

D'après Planchon (1973) in Auriau (1978) l'assimilation nette potentielle de la dernière feuille dépend : de sa surface foliaire, du nombre de stomates, de la teneur en chlorophylle, et de l'âge de la feuille.

La durée de vie de la feuille étendard estimée par l'évolution de sa surface verte apparaît comme un révélateur du niveau de fonctionnement de l'appareil photosynthétique en présence de déficit hydrique (Austin, 1987 ; Clarke, 1987 ; Monneveux, 1991) in Kehali (1997).

Selon Boyer (1970) et Hsiao (1973) in Ghattouche (1990), lors du déficit hydrique, la plante réagit par la diminution de la biomasse aérienne, en particulier la surface de sa dernière feuille. Cette diminution est considérée comme une réaction de résistance moyenne ou d'adaptation au manque d'eau (Blum, 1996).

L'activité photosynthétique globale de la dernière feuille pendant la phase floraison - maturité conditionne en grande partie le rendement des céréales (Thorne, 1966 in Auriau, 1978). L'autre type d'adaptation foliaire développé par les plantes face à un manque d'eau est l'enroulement des feuilles.

Chez le blé, l'enroulement foliaire chez certaines variétés résistantes peut être considéré comme un indicateur de perte de turgescence en même temps qu'un caractère d'évitement de la déshydratation (Amokrane et al., 2002).

O'toole et al., (1980) montrent que l'enroulement des feuilles entraîne une diminution de 40 à 60 % de la transpiration.

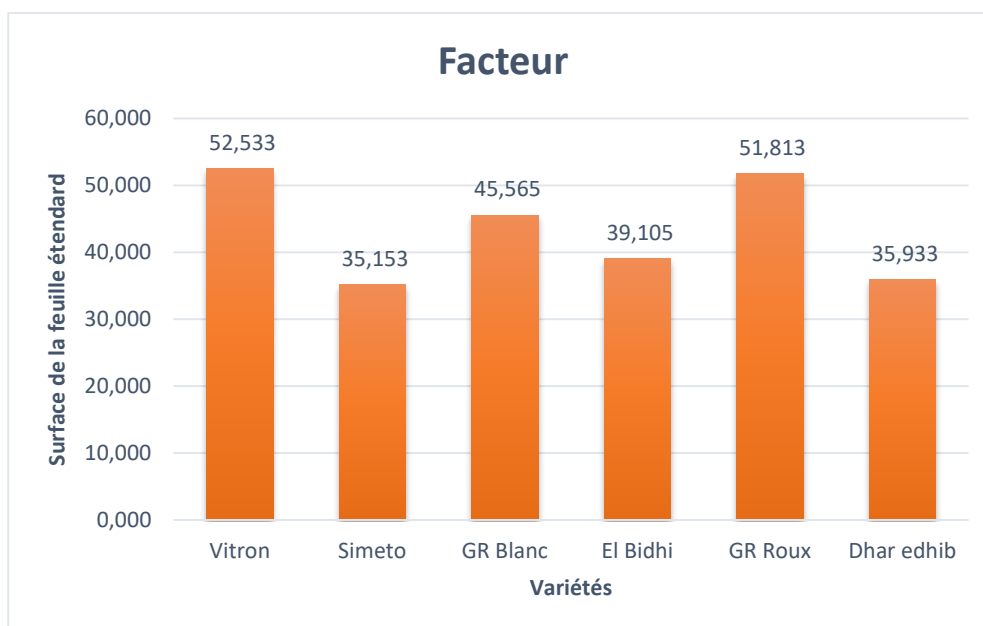


Figure 12 : Représentation graphique de surface de feuille moyenne des plants en fonction de 6 variétés

8. Nombre d'épis par mètre carré (NEMC) :

Les résultats relatif au nombre d'épis par m² sont représentés dans le tableau et illustré par l'histogramme figure 13.

Tableau 12 : Résultats relatifs au nombre d'épis par m²

Variétés	Nom des Variétés	Moy ± ET	GH	Prob	CV %
V2	Simeto	116 ± 11,28	A	0.0000 S	18,69
V1	Vitron	107 ± 20,32	A		
V6	Dhar Edhib	73,50 ± 6,99	B		
V4	El Bidi	61,13 ± 9,44	B		
V3	GR. Blanc	58,25 ± 10,24	B		
V5	GR. Roux	51,25 ± 16,61	B		

L'analyse statistique par le biais de l'analyse de la variance a révélé une différence significative entre les moyennes des différentes variétés (prob 0.00 ≤ 0.05).

Donc il y a un effet de génotype sur l'expression de nombre d'épi par m²

Le test de Newmans-Keuls nous a permet de classer les variétés en deux groupes homogènes (A, B). Ainsi les variétés V2 (Simeto), V1 (Vitron), ont enregistré les valeurs les plus élevé, classés dans le groupe homogène A avec les nombres 116 d'épis par m² moyennes pour (Simeto) et 107 d'épis par m² pour (Vitron).

CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISSCUSION

Alors que pour les variétés paysannes V6 (Dhar Edhib), V4 (El Bidi), V3 (Guemgoum R'kham Blanc), V5 (Guemgoum R'kham Roux) ont enregistré les nombres d'épis moyennes par m² les plus faibles classé dans le groupe homogène B avec des valeurs de V6 = 73,50 d'épi par m², V4 = 61,13 d'épi par m², V3 = 58,25 d'épi par m², V5 = 51,25 d'épi par m².

Le nombre d'épis au m² est un caractère adaptatif qui peut être utilisé en sélection pour choisir les meilleurs génotypes pour le rendement en grains. Ce dernier déterminé par le comptage du nombre d'épis sur 1 mètre linéaire prélevés aléatoirement de chaque parcelle du bloc.

Selon Kiraouani (2019) et Zair (1994), le nombre d'épis par mètre carré dépend en premier lieu du facteur génétique, de la densité de semis, de la puissance du tallage, elle-même conditionnée par la nutrition azotée, et l'alimentation hydrique de la plante pendant la période de tallage.

De son côté Couvreur (1985), indique que le nombre d'épis/m² est lié à l'état de la végétation à la sortie de l'hiver (nombre des plants et état de tallage).

D'après Belaid (1986), ce caractère est influencé par les caractéristiques variétales, le peuplement, l'azote, l'eau disponible dans le sol, ainsi que la régression au tallage épi et tallage herbacé.

Les travaux de Jonard & Koller (1951) cite par Combe et Picard (1994) ont mis en évidence l'existence de "compensations" d'un faible nombre de plantes par une augmentation du nombre d'épis par plante et des composantes du rendement suivantes.

Le nombre d'épis est particulièrement affecté par la nutrition du peuplement au début de la montaison (Meynard 1985a, Gonzalez-Montaner et al. ,1987 cite par Combe et Piccard (1994)).

Bendjemaa (1977) note que l'augmentation du nombre d'épis, produit par unité de surface, se traduit par une diminution de leur fertilité.

Selon Gate et al. , (1992), Le nombre d'épis subira une forte diminution si le déficit hydrique intervient durant la phase de montée des épis.

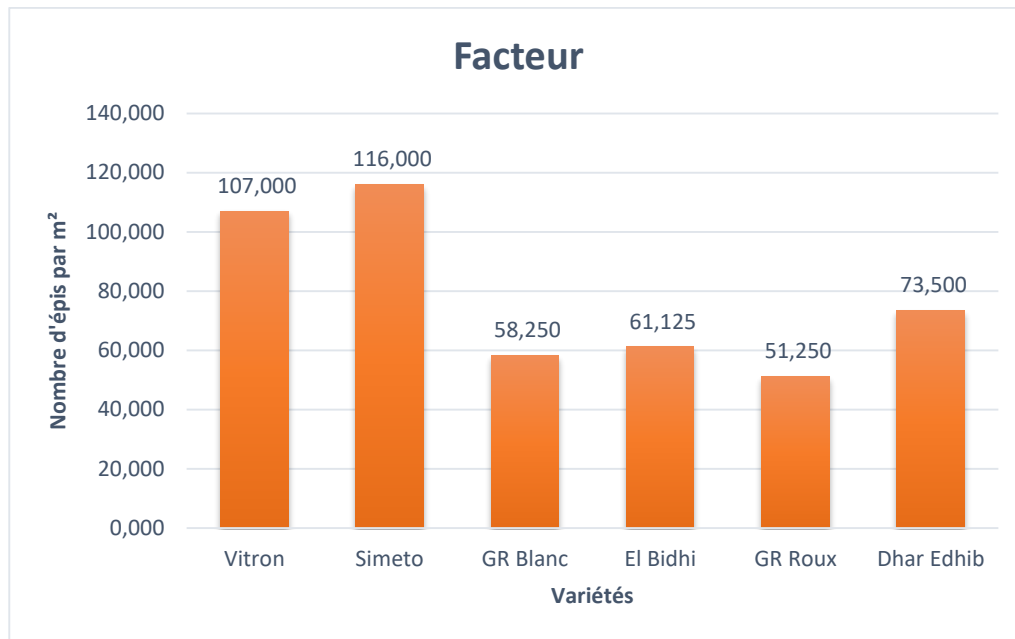


Figure 13 : Représentation graphique de nombre moyenne d'épi par m² en fonction de 6 variétés

Conclusion

CONCLUSION

Ce travail de recherche s'est intéressé à la valorisation de la diversité variétale ainsi que l'identification des potentialités génétiques par les paramètres phénotypiques et morphologiques de six populations du blé dur dans un milieu aride. Le but de cet essai est donc d'identifier et de sélectionner des variétés de blé qui se caractérisent par une bonne adaptation et une stabilité de rendement.

La première étape d'analyse de performances de six variétés de blé dur pendant cette année d'essai dans une ferme située dans la région de Hamda de la wilaya de Laghouat a permis de faire une distinction et un classement en fonction de chaque paramètre.

Cette première étape d'analyse indique l'existence d'une grande diversité de réponse au niveau de site d'étude. Parmi les paramètres étudiés, nous n'avons pu enregistrer que huit, se rapportant à l'aspect génétique à savoir le nombre de talles herbacées, le nombre de talles épis, coefficient de tallage, hauteur de l'épi, la longueur d'épi, nombre d'épillets par épi, le nombre d'épis par m² cela s'explique par la présence de l'effet génétique sur l'expression de ces caractères.

Les résultats ont montré que toutes les populations ont un nombre moyen de talles herbacées élevée entre 11.20 et 9.75 talles, ceci indique que toutes les populations ont une bonne faculté germinative, une bonne densité de semis et sont exposées à une bonne irrigation durant ce censé stade.

Pour le nombre de talles épi, les variétés paysannes ont enregistré un nombre plus faible par rapport aux variétés inscrites au catalogue officiel des variétés (Vitron, Simeto). Cela concerne les caractéristiques technologiques de ces variétés. Aussi pour le coefficient de tallage, le nombre d'épis par mètre carré plus élevé pour les variétés Vitron et Simeto avec un nombre moyen de 116 d'épis pour Simeto et 107 d'épis pour Vitron et pour le nombre d'épillets par épi, les variétés Vitron et Simeto ont un nombre faible par rapport aux variétés paysannes, à cause d'un stress biotique est l'attaque des oiseaux qui diminue le nombre d'épillets par épi de ces variétés, cette diminution a causé un décalage de notre statistique. Les variétés améliorées sont plus stables et productives que les paysannes.

Donc, à partir des données de tous les paramètres, on peut dire qu'il n'y a pas une grande différence entre les six variétés, c'est-à-dire que toutes les variétés peuvent s'adapter aux conditions de milieu locale.

Suite à nos investigations (ITGC et CNCC), on découvre que les variétés Guemgoum R'kham et El Bidi sont inscrites au catalogue officiel, mais aucune information sur la variété Dhar Edhib pour l'instant (peut-être sous une autre appellation).

CONCLUSION

Il est recommandé de faire analyse technologique du grain et d'autres paramètres avant de choisir et de sélectionner les variétés qui répondent mieux aux contraintes de milieu.

Il serait judicieux de mettre plus de moyens pour une recherche agronomique efficace, afin de mettre à la disposition de nos agriculteurs un matériel végétale performant et productif.

Ce n'est que le jour où l'on connaîtra avec précision le matériel végétal existant que l'on pourra préconiser une gamme de variétés adaptées aux conditions de milieu aride en respectant l'environnement. On pourra ainsi affirmer que nos rendements ne sont en fonction que des variétés à l'environnement et pas de l'adaptation de l'environnement aux variétés.

L'utilisation des variétés anciennes, dont les variétés paysannes, constitue une piste intéressante pour renouer l'attachement de l'agriculteur à sa terre d'une part et d'autre part assurer à l'activité agricole en général et la céréaliculture en particulier, l'aspect résilient vis à vis le contexte des changements climatiques globaux et auxquels s'ajoutent les stratégies nationales de sécurité alimentaires .

Références bibliographie

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Abbassene F. Bouzerzour H & Hachemi L., 1997. Phénologie Et Production De Blé Dur (*Triticum Durum* Desf) En Zone Semi- Aride d'altitude. Annales Agronomique De l'ina, Alger N° 18 : 24-36.

Alasadi, L. (2019). Etude Du Potentiel De Production De Quelques Lignées De Blé Dur *Triticum Durum* En Zone Sub-Littorale. Thèse Doc. Université M'Hamed Bougara-Boumerdes. P41.

Ammari, N. (2017). Contribution A l'étude Du Comportement Phéno-Morphologique De Quelques Variétés De Blé Dur (*Triticum Durum*) Cultivées Dans La Wilaya De Laghouat, Mem, Université Amar Thelidji, Laghouat, P43, P49.

Auriau P. Doussinault G. Jahier J. Leconte C. Pierre J. Pluchard P. Rousset M. Saur L. Et Trottet M., (1992). Le Blé Tendre. In : Amélioration Des Espèces Végétales Cultivées. Objectifs Et Critères De Sélection. Ed. A. Gallais Et H. Bannerot- INRA. Paris. 770p.

Austin, R.B. (1999). Yield Of Wheat In The United Kingdom: Recent Advances And Prospects. CropScience 39: 1604-1610.

Bagga et al., (1970). Comparison Of Responses Of Some Indian And Semi Dwarf Mexican Wheat To Irrigated Cultivation Indian J, Agrisci, 40: P421-427.

Bammoun, 1997. Contribution a l'étude de quelques caractères morpho- physiologiques, biochimiques et moléculaires chez des variétés de blé dur (*triticum turgidum* ssp *durum*.) Pour l'étude de la tolérance a la sécheresse dans la région des hauts plateaux de l'ouest algérien. Thèse de magister, pp 1-33.

Belaid D, 1986. Aspect De La Céréaliculture Algérienne, Edition OPU, Alger, 207p.

Belmiali, R. (2016). Etude Phéno-Morphologique De 08 Variétés De Blé Dur Testées Dans La Région De Laghouat. Mém Master. Université Amar Thelidji. Laghouat. P15-16.

Bendjemaa O, (1977). Contribution A l'étude De l'élaboration De Rendement De Quelques Variétés De Blé Dur Fonction Des Conditions De Semis Dans Les Condition Ecologiques De La Station d'elkhroub.

Bengedouar, A, Ayed, N. (2019). Etude Du Comportement Variétale De Sept Variétés De Blé (*Triticum*) Et Orge (*Hordeum*) Cultivé Au Champ : Stade Epiaison. Mém. Université De Frères Mentouri. Constantine. P9-10.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bennaceur et al., 1997.** Potentialités de production de quelques variétés de blé dur (*Triticum drums Desf*) au Maghreb, Rev Sci Technol Univ. Constantine, n ° 8 p 69-74
- Bennaceur M., Chorfi M., Rahmoune C., eljaafri S et Opaul R, 1997.** Potentialités de production de quelques variétés de blé dur (*Triticum drums Desf.*) Au Maghreb. Rev Sci Technol Univ. Constantine, n°8: p 69-74.
- Bensalem M. Acevedo E. Et Srivastava J., 1991.** La sélection des céréales dans les zones arides. Revu. Sécheresse 1 (2) : 17-20.
- Blum A, 1996.** Crop responses to drought and the interpretation of adaptation. Plant Growth Regulation, 20:135-148.
- Blum, A., and Pnuel, Y., (1990).** Physiological attributes associated with drought resistance of wheat cultivation in a Mediterranean environment. Aust. J. Agril. Res. 41: 799-810.
- Bonfils M, 2000.** Culture de blé d'hiver dans le respect de la plante et du sol. Ed Las
- Bonnefoy M, Moynier J-L (2014) .** Besoins en eau des céréales. Colloque au champ-Irrigation-le Magneraud, Arvalis, France.
- Bouffenaar et al, 2006.** Guide des principales variétés de céréales à paille en Algérie (blé dur, blé tendre, orge et avoine), ITGC, Alger, 154p.
- Bousalhih, B. (2015).**Déterminisme génétique de l'indice de récolte et de certains caractères morphologiques et agronomiques chez le blé dur (*Triticum durum Desf.*) Dans les conditions du haut Chéllif, Mag, Ecole national supérieur agronomique, El-Harrach-Alger, P25.
- Chehili, F. Boudour, L. Bouchtab, K. (2017).**Etude de la variabilité agronomique et biochimique des quatre génotypes d'une variété de blé dur cultivé en Algérie (*Triticum Durum Desf.*), Article scientifique, Européen Scientifique Journal, Vol 13, Université de Frères Mentouri, Constantine, P410.
- Chennafi, 1996.** Optimisation de l'appoint d'eau aux différents stades végétatifs sur trois variétés de blé dur : cas des hautes plaines staufiennes. Thèse Magister, INRA, El Harrach. 62 p.
- Chetmi, D. (2009).** Etude comparative de quelques variétés de blé dur (*Triticum durum Desf*) et analyse diallèle de leurs hybrides F1. Magister. P14, P20.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Clarke, 1987. Effect of leaf rolling in leaf water loss in *Triticum* spp. *Can J Plant Sci* 66: 885-891.

CNCC, 2015. Centre Nationale De Contrôle Et De Certifiée de Plantes et de Semences.

Combe L., 1981. Effet du gaz carbonique et de la culture en climat artificiel sur la croissance et le rendement d'un blé d'hiver. *Revu. Agro*, 177-186.

Combe L., Piccard D, 1994. Élaboration du rendement des principales cultures annuelles. INRA, Paris 32, 36p.

Couvreur F, 1985. Formation du rendement du blé et risque climatiques.

Davidson et Chevalier, 1990. Pre-anthesis tiller mortality in spring wheat *Crop Sciences*; 30: 832-6.

Debaeke P., Casals M. Et Puech J. 1996a. Elaboration du blé d'hiver en condition de déficit hydrique. II, Epis phase-blé, 16. 25-46 p.

Djiair H, 1988. Influence de la densité des semis en relation avec la fertilisation azotée sur une variété de blé tendre dans la région de Boira.

DPAT, 2013. Direction de Planification et de l'Aménagement du Territoire, 2008, Monographie de la wilaya de Laghouat, service Aménagement du territoire, Laghouat, p 168.

El hadef el okki, L. (2015). Valeurs d'appréciation de la qualité technologique et biochimique des nouvelles obtentions variétales de blé dur en Algérie. *Mag. Université de Ferhat Abbas Setif* 1. P04.

FAO, OCDE, (2020). Les perspectives agricoles de l'ocde et de la FAO 2020-2029. P140.

FAO, OCDE, (2021). Les perspectives agricoles de l'ocde et de la FAO 2021-2030. P140.

Fischer R.A ET Maurer R, 1978. Drought resistance in spring resistance, wheat cultivar. I. Grain yield responses. *Aust, J, Agric, RES*, 29: p 105-912.

Gallais, A. (2009). Hétérosis et variétés hybrides en amélioration des plantes, Quae, Nancy (France), P95, P219

Gallais, A. (2013). De la domestication à la transgénèse (Evolution des outils pour l'amélioration des plantes), Quae, Nancy (France), P9, P50-51.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Garinac, P. (1978).** Blé dur : monographie succincte, Article, Ecole National Supérieure Agronomique de Montpellier, France ; P95-96.
- Gate P., 1995.** Ecophysiologie du blé. Ed. Lavoisier. Paris. 429p.
- Gate P., Bouthier A. Et Moynier J.L., 1992.** La tolérance des variétés à la sécheresse : Une réalité à valoriser. Persp. Agric., 169. Gonzalez-Montaner et al., 1987.
- Gate P., Brain P., Colnenne J. Et Briffeaux G., 1990.** Pour les céréales à paille à chaque variété son époque de semis. Persp. Agric. 148 : 20-27
- Gate Ph. Et Masse J., 1990.** La maturation. I.T.C.F. Service Plante- Climat. 10p.
- Gate Ph. Et Masse J., 1990.** La maturation. I.T.C.F. Service Plante- Climat. 10p.
- Gate, 1997.** Ecophysiologie du blé, préface de Tony Fischer, 103p.
- Hucl P, Baker RJ. (1989).** Tillering patterns of spring wheat genotypes grown in a semi-arid environment. Can J Plant Sci 1989; 69: 71-9 JONARD, 1964.
- Johnson D.A. Richards R.A. ET Turner N.C., 1983. Yield,** gas exchange and surface reflectance near- isogenic wheat lines differing in glaucousness. Crop. Sci, 23, 318-325
- Jonard p, 1964.** Etude comparative de la croissance de deux variétés de blé tendre. Annal de l'amélioration des plantes. P101-130.
- Kiraouani et al., (2019).** Caractérisation de quelques variétés Algériennes de blé dur (*Triticum turgidum* L. Var. Durum) par le biais des marqueurs phénotypiques. J. Appl. Biosci.
- Kirouani et al., J. Appl. Biosci. (2019).** Caractérisation de quelques variétés Algériennes de blé dur (*Triticum turgidum* L. Var. Durum) par le biais des marqueurs phénotypiques 14464 Journal of Applied Biosciences 142: 14464 – 14477, ISSN 1997-5902
- Kolai, M. (2008).** Climat et dysfonctionnement des agro systèmes céréaliers cas des wilayas Sétif et Bordj Bou Arreridj, Mag, Institut national agronomique, El Harrach-Alger, P15.
- Loucif, L. (2015).** Etude du comportement variétale de blé dur (*Triticum durum* Desf.) Vis-à-vis du nématode à kystes (*Tetoderidae*) dans la région de Batna en vue de l'amélioration de cette culture. Mag. Université de. P08

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Mazouzi, L (2006).** Etude de la contribution phéno-morphologiques dans l'adaptation du blé dur (*Triticum durum* Desf.) Dans l'étage bioclimatique semi-aride, Mag, Université Hadj Lakhdar, Batna, Page 15.
- Mebarki, S. Mouna, H. (2020).** Etude de la stabilité du rendement de quelques variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) En milieu semi-aride. Mém Master. P05
- Mekliche A., 1983.** Contribution à l'établissement de la fertilisation azotée du blé d'hiver dans le haut Chélif. Mémoire de magistère. I.N.A. Alger .81p
- Mekliche H.L, 1983.** Etude agronomique, analyses diallèles et cytogénétique de quatre variétés de blé Tender cultivées en Algérie. Thèse de Magister. I.N.A. El-
- Merdas, S. (2012).** Caractérisation cytogénétique et morpho-physiologique de quelques génotypes de blés sahariens, Mag, Ecole national supérieur d'agronomie, El-Harrach-Alger, P27-28.
- Merzoug S, 2014.** La mise en valeur des terres et la problématique de l'eau agricole dans les régions arides - cas de wilaya de Laghouat. Mémoire d'ingénieur en production et amélioration des plantes Université Amar-Thelidji - Laghouat. P 76
- Meyer, S. Reeb, C. Bosdeveix, R. (2008).** Botanique (Biologie et physiologie végétales), Maloine, Paris, P416-417.
- Monneveux Ph, et Nemmar M, (1986).** Contribution à l'étude de la résistance à la sécheresse chez le blé tendre (*Triticum aestivum*) et chez le blé dur (*Triticum durum* Desf). Etude de l'accumulation de la proline au cours du cycle de développement Agronomie, 6(6). P583-590.
- Monneveux P. 1991.** Quelles stratégies pour l'amélioration génétique de la tolérance au déficit hydrique des céréales d'hiver. In : l'amélioration des plantes pour l'adaptation au milieu arides. (Éd). Au pelf-Uref.J. Euro txt.L. Paris : 165 -186 p.
- Moule, 1980.** Bulletin FAO d'irrigation et de drainage N° 35. « La mécanisation de l'irrigation par aspersion », pp91-92.
- Nass H.G., 1973.** Determination of characters for yield, selection in spring wheat. Can. J. Plant. Sci. 53, 755-762.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Nedjah, I. (2015).** Changements physiologiques chez des plantes Blé dur (*Triticum durum* Desf.) Exposées à une pollution par un métal lourd (plomb). Thèse doc. Université Badji Mokhtar. Annaba. P987.
- O.N.M, 2019.** Office Nationale de Météorologie. Donnée météorologique de wilaya de Laghouat.
- Ouared, R.(2016).** Etude de la variabilité de doses d'apports d'azote aux stades : tallage et début floraison sur deux variétés de blé dur (Boussalem, Simeto) dans les conditions agropédologiques de la région de Tiaret, Mém, Université de Abdelhamid Ben Badis, Mostaganem, P03.P27
- Righi. A, Righi. K, Boungab. K, Mokabli. A. (2019).** Étude de l'infestation des céréales par les nématodes à kyste « *Heterodera* spp.» et distribution des espèces en cause dans l'Ouest de l'Algérie. Article de recherche. Université de Mascara. P02.
- Rouabah, N. Gouadjelia, I. (2021).** Etude toxiques d'un fongicide (*Tébuconazole*) sur la biologie et le comportement du blé dur (*Triticum durum* Desf.). Mém Master. P02-03
- Sila A. 2012.** Durabilité des systèmes de production en zone aride: cas du système d'élevage dans la Wilaya de Laghouat, Mémoire d'ingénieur: Université Amar Thelidji-Laghouat. 112 p.
- Smadhi, D. Semiani, M. Et al, (2006).** Cartographie de la céréaliculture pluviale dans les régions de hauts plateaux de l'est algérien, Article, Vol 13, Algérie, P07.
- Soltner D, 2005.** Les grandes productions végétales, Phytotechnie spéciale. 20ème édition. Collection sciences et technique agricoles. Paris, France, 472 pages.
- Soltner D., 1988.** Les bases de la production végétale. Ed. Collec. Sci et Tech. Agri., Paris, 566 p.
- Soltner D., 2000.** Phytotechnie générale : les bases de la production végétales. Tome 1 : le sol et son amélioration. Sciences et techniques agricoles, 22ième édition, 467p.
- Vidal, T. (2017).** Intérêt de la diversité architecturale des plantes cultivées pour limiter la progression épidémique de maladies foliaires à dispersion pluviale : cas de la septoriose au sein d'associations variétales de blé. Thèse doc. Paris, P36.
- Yousfi, K. (2011).** Etude agronomique et analyses diallèle de six variétés de blé dur

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Zahour, A. (1992). Eléments d'amélioration génétique des plantes, Actes, Rabat (Maroc), P90-92

Zair M, 1994. L'irrigation d'appoint et fertilisation azotée de blé dur Céréaliculture.

Annexes

ANNEXES



El Bidhi

	Caractéristiques morphologiques
Epi	Blanc, fusiforme, compact, court et à barbes noires divergentes
Paille	Haut, plaine et rigide
Grain	jaune terme, assez gros et peu allongé
	Caractéristiques Culturelles
Cycle végétatif	Semi-tardif
Tallage	Faible
	Caractéristiques Technologiques
PMG	Elevée

ANNEXES



Guemgoum R'kham Blanc



Guemgoum R'kham roux

	Caractéristiques morphologiques
Epi	Blanc, compact, pyramidal à barbes noires
Paille	Haut, creuse
Grain	Blanc ambré, forme allongé
	Caractéristiques Culturelles
Cycle végétatif	tardif
Tallage	Faible
	Caractéristiques Technologiques
PMG	Elevée

ANNEXES



Variété Vitron

	Caractéristiques morphologiques
Epi	Blanc, compact
Paille	Courte, demi-pleine
Grain	Moyen, clair
	Caractéristiques Culturelles
Cycle végétatif	précoce
Tallage	Fort
	Caractéristiques Technologiques
PMG	Elevée

ANNEXES



Variété Simeto

	Caractéristiques morphologiques
Epi	Blanc
Paille	Courte, Peut épaisse
Grain	Moyenne, Claire
	Caractéristiques Culturelles
Cycle végétatif	Court
Tallage	Fort
	Caractéristiques Technologiques
PMG	Elevée

ANNEXES



Dhar Edhib

(Elle n'est pas connue)

ANNEXES

Nombre talles herbacées : Analyse de la variance

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
Var TOTALE	25,545	23	1,111		
Var. FACTEUR 1	7,515	5	1,503	1,698	0,195
Var. BLOCS	4,752	3	1,584	1,789	0,192
VAR.RESIDUELLE 1	13,278	15	0,885		

Donnée pour des regroupements d'essais :

var	Moyenne	Résiduelle	DDL	Nb Blocs
1 (V1)	10,000	0,885	15	4
2 (V2)	10,800			
3 (V3)	11,200			
4 (V4)	9,750			
5 (V5)	9,900			
6 (V6)	10,900			

Nombre talles épis : Analyse de la variance

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
Var TOTALE	65,901	23	2,865		
Var. FACTEUR 1	28,270	5	5,654	3,093	0,041
Var. BLOCS	10,210	3	3,403	1,862	0,179
VAR.RESIDUELLE 1	27,422	15	1,828		

Groupe homogènes

Id	Modalité	Moyenne	Groupes homogènes
2	V2	7,000	A
1	V1	6,200	A B
6	V6	5,550	A B
5	V5	4,783	A B
4	V4	4,413	A B
3	V3	3,800	B

Données pour des regroupements d'essais :

var	Moyenne	Résiduelle	DDL	Nb Blocs
1 (V1)	6,200	1,828	15	4
2 (V2)	7,000			
3 (V3)	3,800			
4 (V4)	4,413			
5 (V5)	4,783			
6 (V6)	5,550			

ANNEXES

Coefficient de tallages : Analyse de la variance

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
Var TOTALE	0,692	23	0,030		
Var. FACTEUR 1	0,256	5	0,051	2,226	0,105
Var. BLOCS	0,090	3	0,030	1,305	0,310
VAR.RESIDUELLE 1	0,346	15	0,023		

Données pour des regroupements d'essais :

var	Moyenne	Résiduelle	DDL	Nb Blocs
1 (V1)	0,618	0,023	15	4
2 (V2)	0,653			
3 (V3)	0,343			
4 (V4)	0,450			
5 (V5)	0,488			
6 (V6)	0,520			

Hauteur de l'épi : Analyse de la variance

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
Var TOTALE	12417,825	23	539,905		
Var. FACTEUR 1	7914,775	5	1582,955	9,048	0,000
Var. BLOCS	1878,805	3	626,268	3,580	0,039
VAR.RESIDUELLE 1	2624,245	15	174,950		

Groupe homogène

Id	Modalité	Moyenne	Groupes homogènes
4	V4	135,850	A
6	V6	123,150	A
5	V5	120,200	A
3	V3	118,800	A
2	V2	91,000	B
1	V1	84,950	B

Données pour des regroupements d'essais

var	Moyenne	Résiduelle	DDL	Nb Blocs
1 (V1)	84,950	174,950	15	4
2 (V2)	91,000			
3 (V3)	118,800			
4 (V4)	135,850			
5 (V5)	120,200			
6 (V6)	123,150			

ANNEXES

La longueur d'épis : Analyse de la variance

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
Var TOTALE	520,563	23	22,633		
Var. FACTEUR 1	62,674	5	12,535	0,529	0,753
Var. BLOCS	102,163	3	34,054	1,436	0,271
VAR.RESIDUELLE 1	355,726	15	23,715		

Données des regroupements d'essais

var	Moyenne	Résiduelle	DDL	Nb Blocs
1 (V1)	8,455	23,715	15	4
2 (V2)	13,415			
3 (V3)	9,725			
4 (V4)	9,075			
5 (V5)	10,790			
6 (V6)	9,525			

Nombre d'épillets par épi : Analyse de la variance

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
VarTOTALE	130,110	23	5,657		
Var.FACTEUR 1	23,777	5	4,755	0,959	0,474
Var.BLOCS	31,971	3	10,657	2,150	0,136
VAR.RESIDUELLE 1	74,361	15	4,957		

Données des regroupements d'essais

var	Moyenne	Résiduelle	DDL	Nb Blocs
1 (V1)	19,850	4,957	15	4
2 (V2)	19,375			
3 (V3)	20,350			
4 (V4)	21,950			
5 (V5)	21,875			
6 (V6)	21,375			

Surface de feuille : Analyse de la variance

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
Var TOTALE	5541,837	23	240,949		
Var. FACTEUR 1	1204,307	5	240,861	1,284	0,322
Var. BLOCS	1523,431	3	507,810	2,707	0,082
VAR.RESIDUELLE 1	2814,099	15	187,607		

ANNEXES

Données pour des regroupements d'essais

var	Moyenne	Résiduelle	DDL	Nb Blocs
1 (V1)	52,533	187,607	15	4
2 (V2)	35,153			
3 (V3)	45,565			
4 (V4)	39,105			
5 (V5)	51,813			
6 (V6)	35,933			

Nombre d'épis par m² : Analyse de la variance

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
Var TOTALE	18769,740	23	816,076		
Var. FACTEUR 1	14782,052	5	2956,410	13,959	0,000
Var. BLOCS	810,865	3	270,288	1,276	0,319
VAR.RESIDUELLE 1	3176,823	15	211,788		

Données des regroupements d'essais

variétés	Moyenne	Résiduelle	DDL	Nb Blocs
1 (v1)	107,000	211,788	15	4
2 (v2)	116,000			
3 (v3)	58,250			
4 (v4)	61,125			
5 (v5)	51,250			
6 (v6)	73,500			

ANNEXES

Les adventices (palntes m ssicoles)



ANNEXES

Les pertes causée par les oiseaux



Les pucerons noir

