République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTE : SCIENCES

DEPARTEMENT : SCIENCES AGRONOMIQUES

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par : Mohammed MAICHA

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

FILIERE : SCIENCES AGRONOMIQUES

OPTION : AMELIORATION DES PLANTES

Thème

Contribution à l'étude du comportement agronomique de six variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) dans la wilaya de Laghouat.

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	Qualité
- AIT SALAH Boubakeur	MAA	- Président
- MALLEM Hamida	MCA	- Examinateur
- MOULAI Adel	MAA	- Encadreur

Promotion : Juin 2020


بسم الله الرحمن الرحيم

Remerciements

الحمد لله الذي هدانا لهذا و ما كنا لنهتدي لولا ان هدانا الله

Je témoigne, en premier lieu. Mon énorme gratitude à Monsieur ***Moulai Adel***, pour avoir bien accepté de m'encadrer, pour sa patience et surtout pour tout ce qu'il a apporté directement ou indirectement à ma formation, pour sa gentillesse, ses bons conseils qu'il m'a promulgués.

J'exprime ma reconnaissance à Monsieur ***Ait Saleh Boubekeur***, pour l'honneur qu'il m'a fait en présidant le jury de ce mémoire, aussi pour ses conseils de valeur. Qu'il trouve là, mon profond respect.

Mes sincères remerciements vont à Madame ***Mallem Hamida***, 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 ça générosité.

Je voudrais également exprimer ma gratitude à Monsieur ***Touati Mustapha*** d'avoir mis son exploitation à notre disposition.

Je voudrais exprimer ma reconnaissance à Madame ***Touati Siham***, ainsi que Monsieur ***Benadjila Lazhari*** pour fournir le matériel végétal nécessaire à notre travail.

Un grand merci à Mademoiselle ***Ines Bouderbala*** qui m'a soutenu et dont la patience et la disponibilité n'ont jamais fait défaut.

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

Dédicace

Je dédie cet ouvrage

À la mémoire de mon père

À ma mère ***El Noune***

À ma seconde mère ***Oum El Khir***

À ma grand-mère

À mon frère ***Bachir*** *et ma sœur* ***Nour El Houda***

À toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire

Résumé

Contribution à l'étude du comportement agronomique de six variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) dans la wilaya de Laghouat

L'objectif de la présente étude est de contribuer à l'étude du comportement agronomique de six variétés de blé dur (*Triticum durum Desf.*) dans la wilaya de Laghouat.

Les variétés étudiées ont été semées dans une exploitation agricole dans nord de la ville de Laghouat durant la compagne 2019-2020. Les paramètres étudiés ont été choisis suivant les recommandations de l'UPOV.

L'analyse des caractères liés à la phénologie de blé dur montre qu'on peut classer les variétés en deux groupes : tardifs (la variété Bidi et Gamgeum R'Kham) et précoces (les variétés Vitron, Waha, Amar6 et Sangoub El Tair).

Pour les caractères liés à la production et à l'adaptation, les résultats indiquent que les variétés présentent une variabilité qui se différencie selon le caractère, deux variétés paysannes (Bidi et Gamgeum R'Kham) présentent une variabilité importante par rapport aux autres variétés en termes de longueur des plants (pailles), col de l'épi, l'épi et en nombre de nœuds et en PMG.

Les autres variétés, particulièrement les variétés certifiées présentes des caractères importants en nombre des épis par m² et en nombre des pieds par m².

Mots clé : Blé dur, Laghouat, UPOV, variétés paysannes.

Abstract

Contribution to the study of the agronomic behavior of six varieties of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) In the wilaya of Laghouat.

The objective of this study is Contributing to the study of the agronomic behavior of six varieties of durum wheat (*triticum durum Desf.*) in the wilaya of Laghouat.

The varieties studied were sown on a farm t north of the city of Laghouat during the 2019-2020 campaign, and the parameters studied are chosen according to UPOV recommendations.

Analysis of characters related to the phenology of durum wheat shows that the varieties can be classified into two groups late (the variety Bidi and Gamgeum R'Kham) and early (the varieties Vitron, Waha, Amar6 and Sangoub El Tair).

For characters linked to production and adaptation, the results indicate that the varieties present a variability which is differentiated according to the character, two peasant varieties which are Bidi and Gamgeum R'Kham present a significant variability compared to the other varieties in terms of length of plants, ear neck, ear and in number of nodes and in PMG.

The other varieties, especially the certified varieties, have significant characteristics in terms of the number of ears per m² and the number of plants per m².

Keywords: durum wheat, region of Laghouat, UPOV, farmer varieties.

ملخص

المساهمة في دراسة السلوك الزراعي لستة أصناف من القمح القاسي (*Triticum durum* Desf.) بولاية الأغواط

الهدف من هذه الدراسة هو المساهمة في دراسة الخصائص الفلاحية لستة اصناف من القمح الصلب (*titicum durum desf.*) في ولاية الأغواط.

الأصناف المدروسة تمت زراعتها في مستثمرة تقع شمال مدينة الأغواط خلال الموسم 2019-2020، وتم اختيار المقاييس المدروسة حسب توصيات الUPOV.

يوضح تحليل الخصائص المتعلقة بفينولوجيا القمح القاسي انه يمكن تقسيم الاصناف المدروسة الى مجموعين، متأخرة (الصنف بيدي و قمقوم الرخم) و مبكرة (الاصناف فيترون، واحة، عمار6، سنقوب الطير).

بالنسبة للخصائص المرتبطة بالإنتاج و التكيف، تشير النتائج إلى أن الأصناف تقدم تنوعا متفاوتا حسب الخصائص، يقدم صنفان محليان هما بيدي و قمقوم الرخم تباينا كبيرا مقارنة بالأصناف الأخرى من حيث طول النبتة و الرقبة و الأذن و عدد العقد و وزن الألف حبة.

الأصناف الأخرى خاصتا الأصناف المعتمدة، تبرز خصائص مهمة في عدد السنابل للكل متر مربع و عدد النباتات لكل متر مربع.

الكلمات المفتاحية : القمح الصلب، منطقة الأغواط ، UPOV ، الاصناف المحلية.

Sommaire

Numéro	Titre	Page
	Introduction	1
	Chapitre I : Origine et biologie de blé dur	
1.1	Historique	3
1.2	Classification de blé dur	5
1.3	Morphologie de blé dur	5
1.4	Stades de développement de blé	7
1.4.1	La levée	7
1.4.2	Stade 2-3 feuilles	7
1.4.3	Tallage	7
1.4.4	Montaison	7
1.4.5	Floraison	8
1.4.6	Épiaison	8
1.4.7	Maturation de la graine	8
	Chapitre II : Importance du blé	
2.1	Dans le monde	10
2.2	En Algérie	12
2.3	Consommation en Algérie	14
2.4	Diversité variétale en Algérie	16
2.5	Les variétés paysannes	17
2.6	Production en Algérie	18
2.7	Les zones productrices	18
	Chapitre III : Les besoins édapho-climatiques et agronomique du blé dur	
3.1	Exigence édaphique	19
3.2	Exigence climatique	19
3.2.1	Température	19
3.2.2	Lumière	19
3.3	Besoins d’eau	20
3.4	Date de semis	20

3.5	Travail de sol	20
3.6	Fertilisation	20
3.7	Impact des conditions édapho-climatiques sur les cultures de blé	21
3.7.1	Température	21
3.7.2	Stress hydrique	22
3.7.3	Salinité	22
	Chapitre IV : Matériel et méthodes	
4.1	Présentation de wilaya de Laghouat	23
4.2	Site expérimental	23
4.3	Climat de la zone d'étude	23
4.4	Protocole expérimental	23
4.4.1	Matériel végétal	23
4.4.2	Dispositif expérimental	24
4.4.3	Travail de sol	25
4.4.4	Semis	26
4.4.5	Irrigation	26
4.4.6	Désherbage	27
4.4.7	Récolte	27
4.4.8	Suivie de la culture	27
4.4.9	Paramètres étudiés	27
4.4.10	Analyse des données	28
4.5	Difficultés rencontrées dans le cadre de la pandémie du COVID-9	29
	Chapitre V : Résultats et discutions	
5.1	Mesure de la levée	30
5.1.1	Mesure de la levée aux champs	30
5.1.2	Mesures de la levée au laboratoire	31
5.2	Nombre de pieds levée/m²	32
5.3	Nombre de talles par pied	34
5.4	Nombre d'Epi par/m²	34

5.5	Nombre des épillets fertiles par épi	36
5.6	Nombre des épillets stériles par épi	36
5.7	Hauteur des plantes	38
5.8	Longueur du col de l'épi	39
5.9	Longueur de dernier entre-nœud	40
5.10	Longueur de l'épi	41
5.11	Nombre des grains par épi	43
5.12	Nombre des épillets par épi	44
5.13	Nombre de nœuds	45
5.14	Longueur des épis avec barbes	46
5.15	Longueur des épis sans barbes	48
5.16	Longueur des barbes	49
5.17	PMG	50
5.18	Rendement en grains	52
5.19	Rendement en paille	52
5.20	Durée du cycle	54
5.21	Morphologie de l'épi, l'épillet et la graine des variétés	57
5.21.1	Vitron	57
5.21.2	Waha	59
5.21.3	Amar6	61
5.21.4	Bidi	63
5.21.5	Sangoub El Tair	65
5.21.6	Gamgeum R'Kham	67
	Conclusion	69
	Références bibliographiques	
	Annexes	

Liste des tableaux

Numéro	Titre	Page
Tableau 1.	Classification de blé dur *tritium durum*	5
Tableau 2.	Consommation en Kg par tête de blé dans quelques pays, 1961-2003.	15
Tableau 3.	Bilan céréales en Algérie, 2009	16
Tableau 4.	. Caractéristiques de quelques variétés algériennes	17
Tableau 5.	Les variétés étudiées et leurs origines	24
Tableau 6.	Répartition des variétés sur le dispositif expérimental.	25
Tableau 7.	Les paramètres mesurés	28
Tableau 8.	Taux de germination des variétés étudiées (%).	30
Tableau 9.	Analyse de la variation de la faculté germinative des graines semées.	30
Tableau 10.	Résultats de germination au laboratoire en %	31
Tableau 11.	Tableau d'ANOVA de résultats de germination au laboratoire	31
Tableau 12.	Tableau d'ANOVA des résultats de nombre des pieds par m²	32
Tableau 13.	Tableau de test PPDS au niveau 5% de nombre des pieds par m².	33
Tableau 14.	Tableau d'ANOVA des résultats de nombre des talles par pieds.	34
Tableau 15.	Tableau d'ANOVA des résultats de nombre des épis par m².	35
Tableau 16.	Tableau de test PPDS au niveau 5% de nombre des épis par m².	35
Tableau 17.	Tableau d'ANOVA des résultats de nombre des épillets fertiles par épi.	36
Tableau 18.	Tableau d'ANOVA des résultats de nombre des épillets stériles par épi.	37

Tableau 19.	Tableau de test PPDS au niveau 5% de nombre des épillets stériles par épi.	37
Tableau 20.	Tableau d'ANOVA des résultats de la hauteur des plantes.	38
Tableau 21.	Tableau de test PPDS au niveau 5% de la hauteur des plantes.	38
Tableau 22.	Tableau d'ANOVA des résultats de longueur du col de l'épi.	39
Tableau 23.	Tableau de test PPDS au niveau 5% de la longueur du col de l'épi.	40
Tableau 24.	Tableau d'ANOVA des résultats de longueur de dernier entre-nœud.	40
Tableau 25.	Tableau de test PPDS au niveau 5% de la longueur de dernier entre-nœud.	41
Tableau 26.	Tableau d'ANOVA des résultats de longueur de l'épi.	42
Tableau 27.	Tableau de test PPDS au niveau 5% de la longueur de l'épi.	42
Tableau 28.	Tableau d'ANOVA des résultats de nombre des grains par épi.	43
Tableau 29.	Test de Newman-Keuls au seuil 5% :	43
Tableau 30.	Tableau d'ANOVA des résultats de nombre des épillets par épi.	44
Tableau 31.	Tableau de test PPDS au niveau 5% de nombre des épillets par épi.	45
Tableau 32.	Tableau d'ANOVA des résultats de nombre des nœuds.	45
Tableau 33.	Tableau de test PPDS au niveau 5% de nombre de nœuds.	46

Tableau 34.	Tableau d'ANOVA des résultats de la longueur des épis avec barbes	47
Tableau 35.	Tableau de test PPDS au niveau 5% de longueur des épis avec barbes.	47
Tableau 36.	Tableau d'ANOVA des résultats de la longueur des épis sans barbes.	48
Tableau 37.	Tableau de test PPDS au niveau 5% de longueur des épis sans barbes.	48
Tableau 38.	Tableau d'ANOVA des résultats de la longueur des barbes.	49
Tableau 39.	Tableau de test PPDS au niveau 5% de longueur des barbes.	50
Tableau 40.	Tableau d'ANOVA des résultats de poids de mille grains.	51
Tableau 41.	Tableau de test PPDS au niveau 5% de poids de mille grains.	51
Tableau 42.	Tableau d'ANOVA des résultats de rendement en grains.	52
Tableau 43.	Tableau d'ANOVA des résultats de rendement en paille.	52
Tableau 44.	Tableau de test PPDS au niveau 5% de rendement en paille.	53
Tableau 45.	Caractéristiques de la variété Vitron.	58
Tableau 46.	Caractéristiques de la variété Waha.	60
Tableau 47.	Caractéristiques de la variété Amar6.	62
Tableau 48.	Caractéristiques de la variété Bidi.	64
Tableau 49.	Caractéristiques de la variété Sangoub El Tair.	66
Tableau 50.	Caractéristiques de la variété Gamgeum R'Kha.	68

Liste des figures

Numéro	Titre	page
Figure 1	Taxonomie du blé.	**4**
Figure 2	Structure d'un épi et épillet du blé.	**6**
Figure 3	Le cycle de développement du blé.	**9**
Figure 4	Évolution de production de blé dans le monde entre 1998 et 2018.	**10**
Figure 5	Production de blé par continent en 2018 par pourcentage	**11**
Figure 6	Moyennes de productions des cultures céréalières entre (2000-2009) et entre (2010-2017).	**13**
Figure 7	Carte représente l'intensité de production au niveau national	**14**
Figure 8	Schéma de dispositif expérimental adopté.	**25**
Figure 9	Le dispositif expérimental le jour de semis.	**26**
Figure 10	Évolution des stades phénologique des variétés étudiées	**55**
Figure 11	Morphologie de l'épi, l'épillet et la graine de la variété Vitron.	**57**
Figure 12	Morphologie de l'épi, l'épillet et la graine de la variété Waha.	**59**
Figure 13	Morphologie de l'épi, l'épillet et la graine de la variété Amar6.	**61**
Figure 14	Morphologie de l'épi, l'épillet et la graine de la variété Bidi.	**63**
Figure 15	Morphologie de l'épi, l'épillet et la graine de la variété Sangoub El Tair.	**65**
Figure 16	Morphologie de l'épi, l'épillet et la graine de la variété Gamgeum R'Kham	**67**

Liste des abréviations

% : pour-cent

€ : Euro

°C : Degré Celsius

ADBB : Association Blé Dur Développement

ANOVA : Analysis of variance

APS : Agence Press Service

C M : Carré moyen

CIC : Crédit industriel et commercial

CIMMYT : Centre international d'amélioration du maïs et du blé

Cm : Centimètre

CV : coefficient de variation

DA : Dinar Algérien

DDL : Degré de liberté

DS : Différence significative

ETm : Evapotranspiration maximum

ETo : Evapotranspiration de référence

F obs : F observé

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

Ha : Hectare

ICARDA : Centre international de recherche agricole dans les zones arides

INRA : Institut National de la Recherche Agronomique

ITGC : Institut Technique des Grandes Cultures

K : potassium

Kc : Le coefficient cultural

Kg : Kilogramme

m : mètre

m² : Mètre carré

MADR : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural

MBB : Mohammed Ben Bachir

Mt : Million de tonnes

N : Azote

NS : Non-significative

OCDE : Organisation de Coopération et de Développement Economiques

ONS : Office National des Statistiques

P : Phosphore

PME : Petite ou moyenne entreprise

PROBA : probabilité

Qx : Quintaux

S.C.E : Somme des carrés des écarts

SAU : Superficie agricole utile

T : tonne

UPOV : Union pour la protection des obtentions végétales

Usd : Dollar américain

Var. : Variabilité en pourcentage

Introduction

Introduction

Les grains de céréales constituent depuis toujours la principale ressource alimentaire de l'Homme et des animaux domestiques (Aoues et al., 2017). Les enjeux liés aux céréales sont considérables du fait de leur poids dans l'alimentation de la population, dans l'agriculture et dans l'ensemble de l'économie, et représentent une part très importante des importations.

En ce sens, en janvier 2020, la facture d'importation des produits alimentaires en Algérie a atteint 625,84 millions de dollars américains en janvier 2020 contre 737,66 millions de dollars américains la même période de l'année écoulé, représentant près de 27% de la structure des importations alimentaires, les céréales, semoule et farine ont atteint 167,96 millions de dollars américains (APS, 2020). Selon Ibzain et Kaced (2018) et malgré les améliorations en termes de rendement et de production le volume des importations ne cesse de progresser passant de 75 millions de qx en 2000 à 81 millions de qx en 2010 pour atteindre 138 millions de qx en 2015, en parallèle, la facture alimentaire liée à l'importation des produits céréaliers a suivi la même tendance que le volume des importations passant de 1 milliard de dollars en 2000 à 1,9 en 2010 pour atteindre 3,5 milliards de dollars en 2015.

Selon Hacini (2014) le problème auquel est confrontée l'Algérie, réside notamment dans le fait que le niveau de production céréalière nationale est loin de répondre aux besoins de consommation exprimés. Ce qui fait de l'Algérie un important importateur des céréales.

La production des céréales en Algérie présente une caractéristique fondamentale depuis l'indépendance à travers l'extrême variabilité du volume des récoltes. Cette particularité témoigne d'une maîtrise insuffisante de cette culture et de l'indice des aléas climatiques. Cette production est conduite en extensif et elle est à caractère essentiellement pluvial (Kherch Medjden et Bouchfaa, 2012).

En Algérie, les régions telliennes sont caractérisées par une pluviométrie irrégulière et déficitaire sur 75% des zones de production céréalière, et une insuffisance des ressources hydriques mobilisées. Quant aux zones sahariennes, elles recèlent de fortes potentialités (eau et sol) constituent l'une des alternatives pour améliorer les niveaux de production du blé afin de faire face à la demande croissante en produits céréaliers.

Cependant, cette alternative doit reposer sur une sélection minutieuse de génotypes adaptés aux conditions édapho-climatiques du Sahara. Dans ce contexte, des expérimentations ont permis de produire des céréales résistantes à des conditions climatiques défavorables, avec aussi des valeurs nutritives améliorées. De nombreux chercheurs ont axé leurs travaux notamment sur la sélection des variétés adaptées aux régions à fortes contraintes hydriques, sécheresse, haute température, maladies cryptogamiques liées à une forte hygrométrie soit par une amélioration génétique qui reste sans doute le moyen le plus efficace, soit par une méthode approfondie des différents mécanismes d'adaptation (Derbal, 2015). Le succès de la production de céréales dépend en grande partie, du choix de la variété appropriée.

Ainsi, dans les régions à forte contrainte environnementale (vents chauds, hautes températures…), l'étude des caractères phénologiques et morpho-physiologiques d'adaptation s'avère nécessaire en vue de définir une combinaison de caractères à sélectionner pour améliorer la productivité et le rendement.

La présente étude s'intéresse à l'effet génétique (paramètres phénologiques et morphologiques) sous les conditions climatiques de la zone de Laghouat entre six variétés de blé dur, dont trois locales, afin de répondre à la question suivante :

Parmi les génotypes étudiés, quels sont les plus adaptés et performants sous les conditions édapho-climatiques de la zone d'étude ?

Notre travail s'articule autour de cinq chapitres :

- Le premier chapitre concerne la biologie et l'origine de blé dur ;
- Le deuxième est réservé à l'importance du blé dur en Algérie ;
- Le troisième chapitre traitera des besoins édapho-climatiques et agronomiques du blé dur ;
- Le quatrième chapitre est consacré à la partie Matériels et méthodes ;
- Et le dernier chapitre analysera les résultats et discussions de notre travail.

Chapitre I : Origine et biologie de blé dur

1.1. Historique

Dans la famille des *Poaceae* ou graminées plusieurs céréales qui appartenant au genre *Triticum* sont communément appelées blé. Aussi également le « grain » (caryopse) produit par ces plantes annuelles appelées blé (Ondo, 2014). Il y a 10 000 ans, à la fin de la dernière glaciation, des blés proches de ceux que nous cultivons aujourd'hui poussaient sur les vastes surfaces de Moyen-Orient puis en Égypte (environ 5000 avant J.C.). L'ancêtre de ces blés est l'aegilops, grande céréale à un rang de grains, diploïde à 2n= 14 chromosomes, particulièrement rustiques, mais peu productives. Cette céréale ancienne se rencontre encore au Moyen-Orient (Mberkani, 2012).

La domestication de l'aegilops sert à l'apparition des nouveaux groupes d'espèces de céréales qui sont regroupés en 3 groupes selon leur composition chromosomique :

- **Le groupe diploïde (2n = 28 chromosomes) ou engrain**

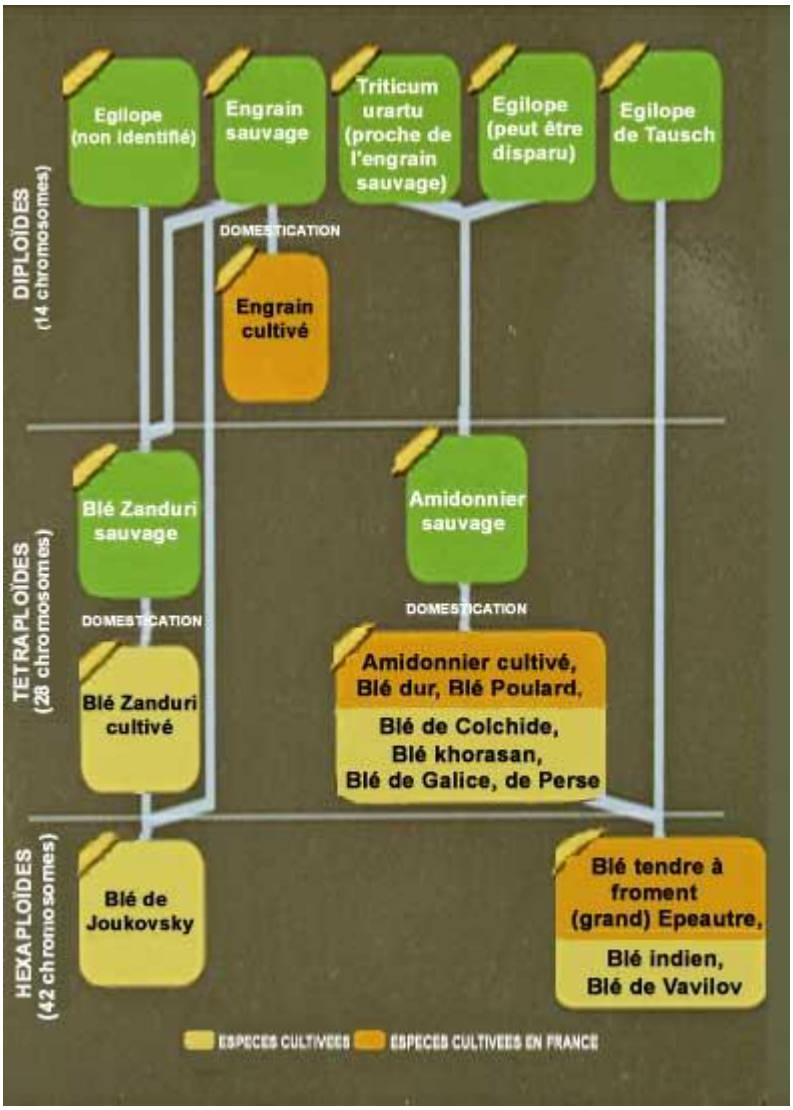
- *Triticum beoticum ;*
- *Triticum monococcum.*

- **Le groupe tétraploïde (2n = 28 chromosomes) ou groupe de *Triticum dicoccum* (amidonnier) on distingue :**

- *Triticum diccocoïdes* ou amidonnier sauvage ;
- *Triticum turgidum* ou blé poulard ;
- *Triticum polonicum* ou blé de Pologne ;
- *Triticum durum* ou blé dur.

- **Le groupe hexaploïde (2n = 42 chromosomes) groupe de *Triticum spelta* ; on distingue :**

- *Triticum vulgare* ou blé tendre ;
- *Triticum compactum* ou blé hérisson. (figure 1)



Source : www.gie-bledur.fr

Figure 1. Taxonomie du blé.

Selon Prevost, 1976 *In* Chemti, 2009, les blés à 28 chromosomes sont des allotétraploïdes possédants les génomes A et B.

Prevost (1976) et Grignac (1978) *In* Chemti (2009), montrant que le blé dur (*Triticum durum)* et le groupe tétraploïde proviendraient de croisement suivi par un doublement des chromosomes entre *Triticum monococcum*, apportant le génome A, et *Eagilops speltoïdes* apportant le génome B.

Selon Monneveux (1991) le blé dur a différencié dans trois différents centres secondaires qui sont, le bassin Méditerranée, le sud de la Russie et le proche Orient. Dans

chaque centre secondaire des groupes de variétés botaniques aux caractéristiques phrénologiques, morphologiques et physiologiques particulières, grâce à cette diversification la sélection a été mise à profit dans la recherche des gènes intéressants tels que la résistance aux basses températures, les gènes qui contrôle la durée du cycle et les gènes qui contrôlant la grosseur et la vitrosité du grain (Figure 1).

1.2.Classification de blé dur

Les céréales appartiennent à la famille des graminées (Poacées), la plupart des céréales sont herbacées, annuelles et monocotylédones. Ce sont le blé, l'orge, l'avoine, le seigle, le maïs, le riz, le millet, le sorgho. Où le blé, l'orge, l'avoine et le seigle appartiennent à la sous-famille des Festucoïdées (Nedjah, 2015).

Tableau 1. Classification de blé dur *Triticum durum.*

Embranchement	Spermaphytes
Sous embranchement	Angiospermes
Classe	Monocotylédones
Ordre	Commélimiflorales
Sous ordre	Poales
Famille	Graminae ou Poaceae;
Sous-famille	Festucoïdées
Genre et espèce	*Triticum durum*

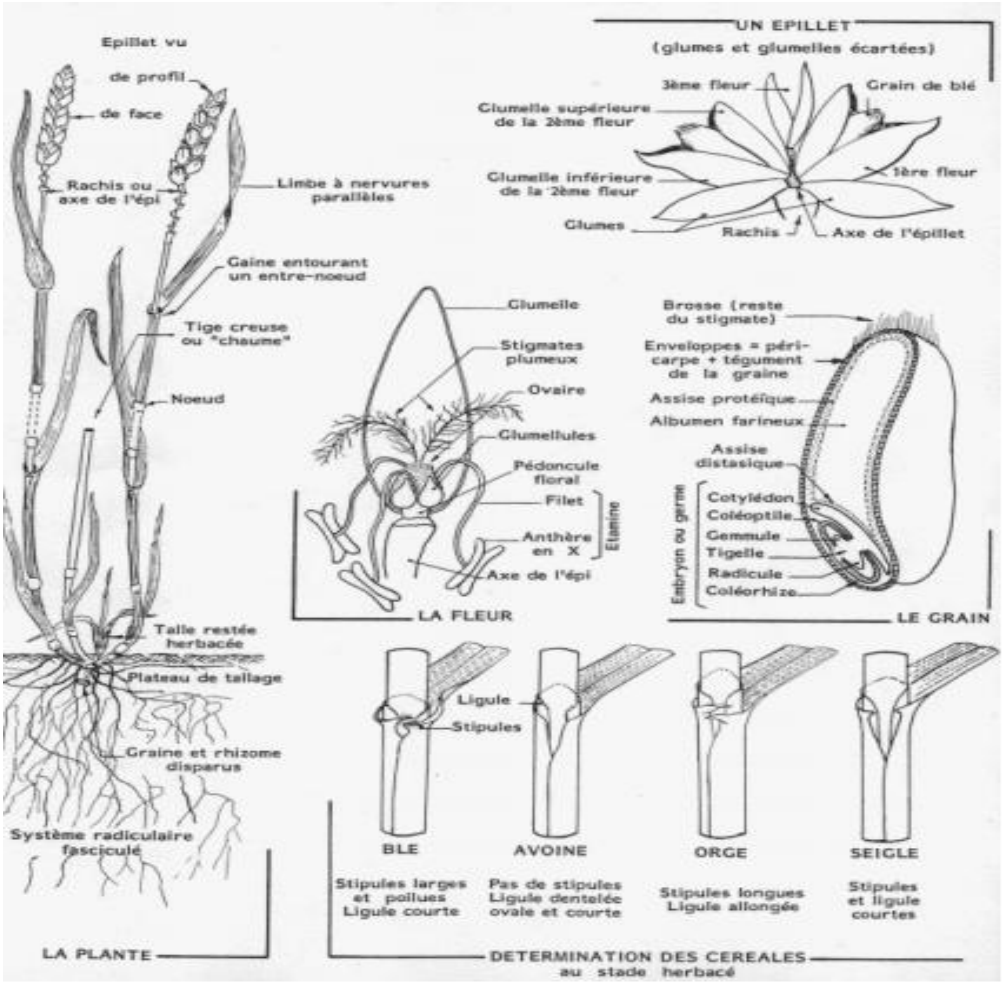
1.3.Morphologie de blé

Le blé est une graminée annuelle de hauteur moyenne son appareil végétatif herbacé composé de :

- **Racines :** le blé dur dispose de deux systèmes radiculaires successifs. Un système racinaire primaire ou séminal fonctionne dès la germination. Il ne se forme en général que de 6 racines séminales (Monneveux, 1992), ainsi que des racines adventives qui se forment plus tard à partir des nœuds à la base de la plante et constituent le système racinaire permanent (Mouelef, 2010).
- **Tige et feuilles :** La tige ne commence vraiment à prendre son caractère de tige qu'au début de la phase végétative, la tige en quelque sorte télescopée à partir d'un massif cellulaire qui forme le plateau de tallage. La tige elle-même ou chaume

s'allonge considérablement à la montaison, et porte 7 ou 8 feuilles rubanées, engainantes sur toute la longueur d'un entre-nœud. Les feuilles ont des nervures parallèles et sont terminées en pointe (Hacini, 2014).

- **Épi :** Il est aussi du bourgeon terminal du plateau de tallage. Lorsque le développement de la tige est terminé, l'épi apparaît enveloppé dans la dernière feuille, et après quelques jours on peut étudier sa structure en détail. C'est l'épiaison. L'épi comporte une tige pleine ou rachis coudée et étranglée à intervalles réguliers et portant alternativement à droite et à gauche un épillet (Badaoui et Gouasmi, 2017).
- **Épillets** : Ne comportent pas de pédoncule il est attaché directement sur le rachis. Les épillets nombreux (jusqu'à vingt-cinq). Ils représentent un petit groupe de fleurs, inséré sur l'axe de l'épi. Il est protégé à sa base par deux glumes (bractées), les fleurs sont protégées par des glumes et des glumelles (Mohamadi et Mostefaoui, 2019).



Source : Soltner (1998)

Figure 2. Morphologie de plante de blé dur.

1.4.Stades de développement de blé

1.4.1. La levée

La germination d'une céréale se traduit par la sortie des racines séminales de la *coléorhize et, à* l'opposé, par la croissance d'une pré feuille, le *coléoptile.* Celui-ci sert de manchon protecteur et perforateur du sol pour *la première feuille* qui sera fonctionnelle et percera le sommet du coléoptile peu après l'apparition de ce dernier au niveau du sol (Moule, 1971).

La réalisation de cette phase est sous la dépendance de deux groupes de facteurs :

I. facteurs intrinsèques. La valeur biologique de la semence, caractérisée par sa faculté et son énergie germinative.
II. facteurs extrinsèques, température et humidité du sol.

1.4.2. Stade 2-3 feuilles

A ce stade est caractérisé par le nombre de feuilles de la plantule. Après la levée, les ébauches foliaires entassées en position alternée de la base jusqu'au tiers médian de l'apex croissant et émergent les unes après les autres selon un rythme régulier (exprimé par degrés jour). À ce stade, le nombre de pieds par m², première composant de l'élaboration de rendement est définitivement établie sauf accident ultérieur (Gate, 1995), voir (figure 3).

1.4.3. Tallage

On peut distinguer pendant cette phase à travers le coléoptile, un filament ou rhizome, termine par un renflement qui va se gonfler de plus en plus pour former le plateau de tallage qui se forme presque au niveau de la surface du sol. Le plateau de tallage s'épaissit et des racines secondaires se développent très vite. Des nouvelles feuilles apparaissent et â chacune correspond l'apparition d'une talle (Fritas, 2012), voir (figure 3).

La place des épillets faite par un simple étranglement sur la partie supérieure du végétal (Fritas, 2012).

1.4.4. Montaison

Le stade montaison qui débute dès que l'épi du maitre brin atteint une longueur de 1 cm, mesuré à partir de la base de la couronne ou plateau de tallage. C'est le stade épi-1cm qui fait suite à l'élongation du premier entre nœuds (Ouanzar, 2012). Les déficits de croissance et d'absorption les plus préjudiciables se situent pendant la deuxième étape de la montaison, soit globalement entre le stade dernière feuille et la floraison, une carence et un déficit de croissance précoce seront donc plus souvent et efficacement compensés pour une variété dont la montaison est plus longue. De même, en situation de forte croissance de départ, il sera possible et bénéfique de reporter une dose d'azote à mi-montaison plus

importante. Notons par ailleurs que les variétés à durée de montaison plus longue ont en moyenne une capacité à produire plus de matière sèche à la fl oraison. Indépendamment de ces caractéristiques liées au rythme de développement, des capacités variétales d'absorption d'azote en situations limitantes interviennent également (Gate, 2007). La phase de montaison se termine une fois l'épi prend sa forme définitive à l'intérieur de la gaine de la feuille étendard qui gonfle, ce qui correspond au stage gonflement (Ouanzar, 2012), voir (figure 3).

1.4.5. Floraison

La floraison chez le blé se réalise en moyenne 8 jours après l'épiaison. La température étant le facteur le plus déterminant de la durée entre l'épiaison et la floraison , la précocité de la floraison, représente un facteur très important dans les environnements où les facteurs limitants hydriques et thermiques sont souvent une contrainte pendant la période de remplissage des grains voir (figure 3).

1.4.6. Épiaison

Selon Clement et Prats, (1970) *In* Ait Slimane-Ait Kaki (2008) C'est au cours de cette période que s'achève la formation des organes floraux et que va s'effectuer la fécondation. Le nombre de fleurs fécondées durant cette période critique dépendra de la nutrition azotée et l'évapotranspiration. Elle correspond au maximum de la croissance de la graine qui aura élaboré les trois quarts de la matière sèche totale et dépend étroitement de la nutrition minérale et de transpiration qui influencent le nombre final de grains par épi. (Ait–Slimane-Ait-Kaki, 2008).

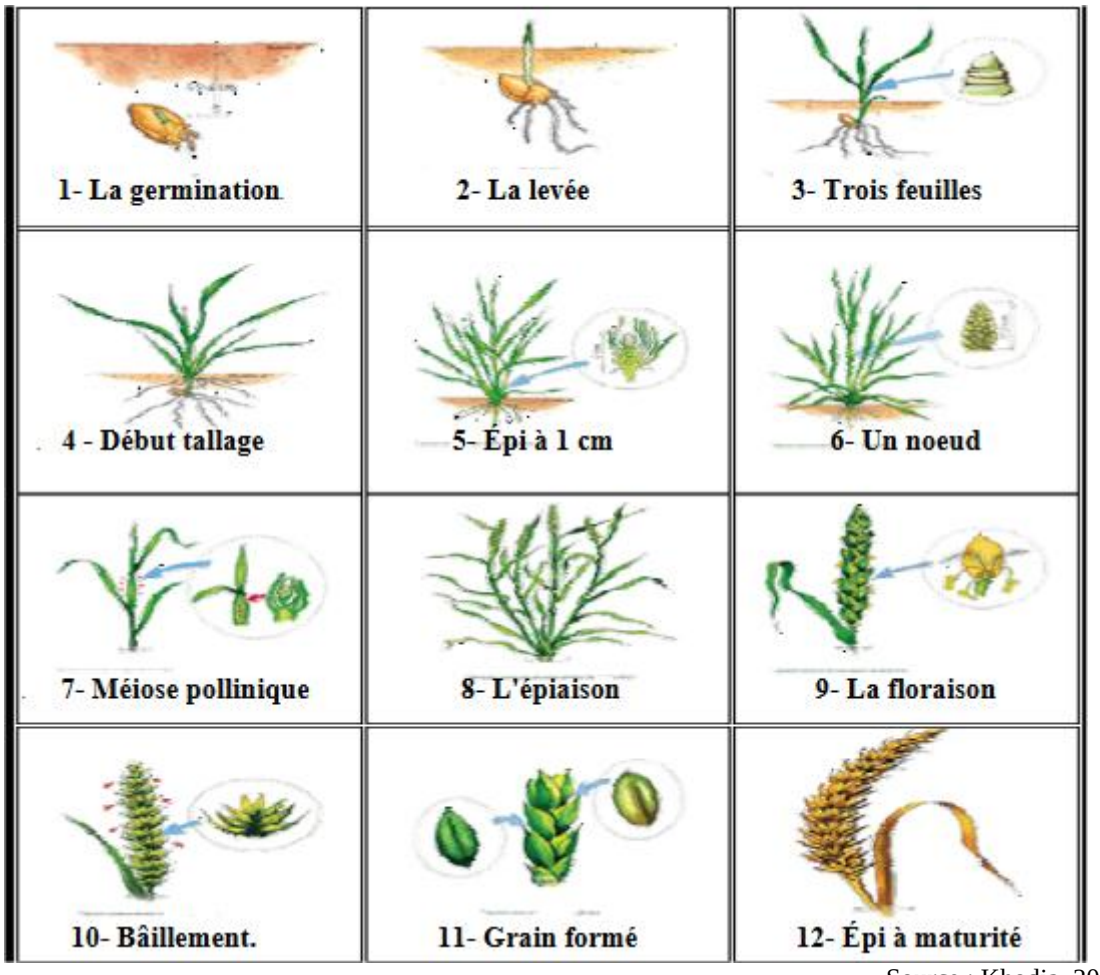
1.4.7. Maturation de la graine

Elle correspond à l'élaboration de la dernière composante constitutive du rendement qui est le poids du grain, suite à la migration des substances glucidiques produites par la feuille étendard et stockées dans le pédoncule de l'épi (Gate, 2003). Elle exige la chaleur et un temps sec, elle se fera sitôt en plusieurs étapes, la maturité laiteuse (le grain contient encore 50% d'humidité et le stockage des protéines touche à sa fin), la maturité physiologique (le grain a perdu en humidité et l'amidon a été constitué), la maturité complète (la teneur en humidité atteint environ 20 %), le grain est mûr et prêt à être récolté, c'est alors la période des moissons (Khodja, 2017), voir (figure 3) .

.

Trois stades sont à différencier pour cet épisode du développement :

- Stade grain laiteux : les enveloppes du grain sont formées. La taille potentielle du grain est déterminée ;
- Stade grain pâteux : le poids de 1000 grains est acquis par suite du remplissage des enveloppes ;
- Grain mûr: obtenu après la dessiccation du grain entre stade laiteux et pâteux. La quantité d'eau continue dans le grain est stable (Morsli, 2010).



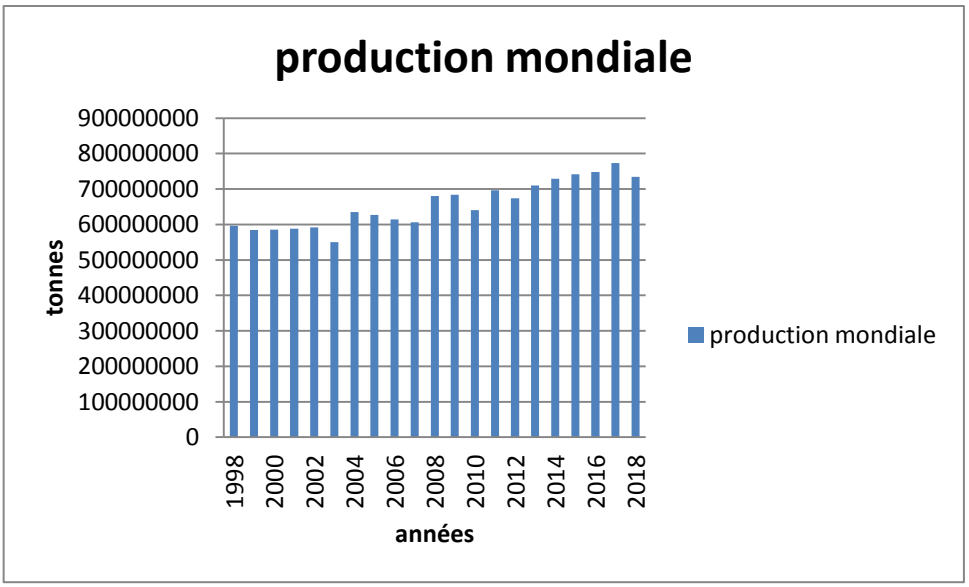
Source : Khodja, 2017.

Figure 3. Le cycle de développement du blé.

Chapitre II : Importance de blé

2.1. Dans le monde

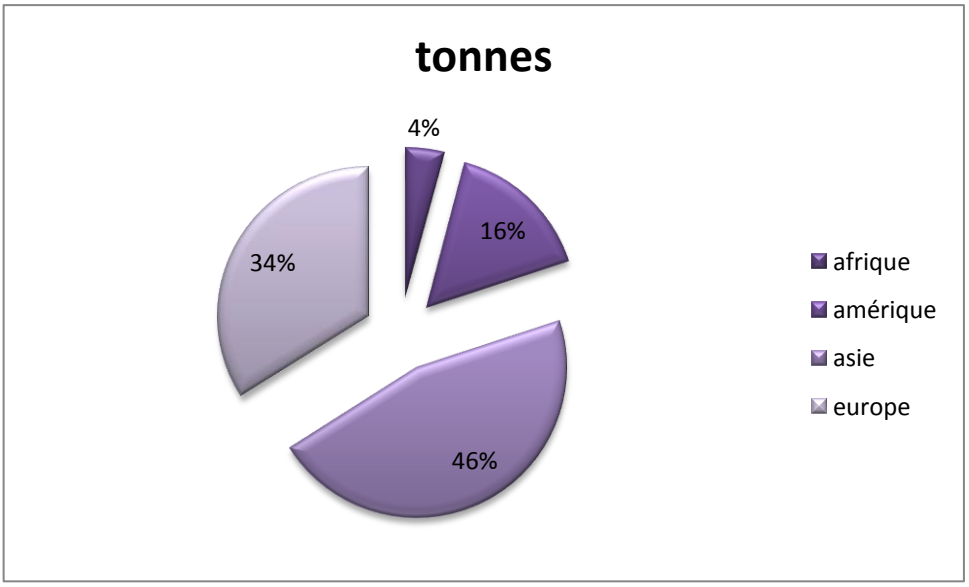
Le blé est la première céréale cultivée au monde. Les superficies cultivées à travers les continents se mesurent en millions d'hectares et les récoltes en millions de tonnes**.** Ces dernières années, l'offre mondiale des céréales principales a dépassé la consommation totale, entraînant une accumulation sensible des stocks et une nette diminution des prix sur les marchés internationaux par rapport à la décennie précédente. Toutefois la production mondiale de céréales devrait diminuer au cours de la campagne 2018, pour la deuxième année consécutive, en raison d'une baisse des récoltes de blé et de céréales secondaires. La production de blé et d'orge a considérablement diminué suite aux mauvaises conditions météorologiques dans l'Union européenne, dans la Fédération de Russie et en Australie (figure 4) (OCDE/FAO, 2019).



Source : FAO, 2018.

Figure 4. Évolution de production de blé dans le monde entre 1998 et 2018.

Malgré que la production a diminué en 2018 (OCDE/FAO, 2019). Malgré ces données, mais l'Afrique n'atteint pas toujours de satisfaire ces besoins en cette matière, elle est classé la dernière en production de blé par 4% de la production mondiale totale derrière l'Asie 46%, l'Europe 36% et l'Amérique par 16% (figure 5).



Source : FAO 2018

Figure 5. Production de blé par continent en 2018 par pourcentage.

La consommation de blé devrait s'accroître de 94Mt par rapport à la période de référence, et être destinée en grande partie à la consommation humaine. On prévoit que la Chine (+21Mt), l'Inde (+12Mt), l'Afrique continentale (+17Mt) et le Moyen-Orient (+9Mt) représenteront plus des deux tiers de l'augmentation de la consommation totale en raison de leurs régimes alimentaires à base de blé et de la croissance démographique. La consommation humaine, qui restera stable (environ deux tiers de la consommation totale), représentera 55% de l'augmentation de la demande totale, la faible progression s'expliquant par la légère baisse de la consommation mondiale par habitant et le rythme modéré de la croissance démographique. La consommation animale devrait elle aussi s'accroître plus modestement (+21Mt) que pendant la période de référence en raison du ralentissement de la production animale mondiale et de la plus grande compétitivité des produits pour l'alimentation animale à base de maïs (OCDE/FAO, 2019).

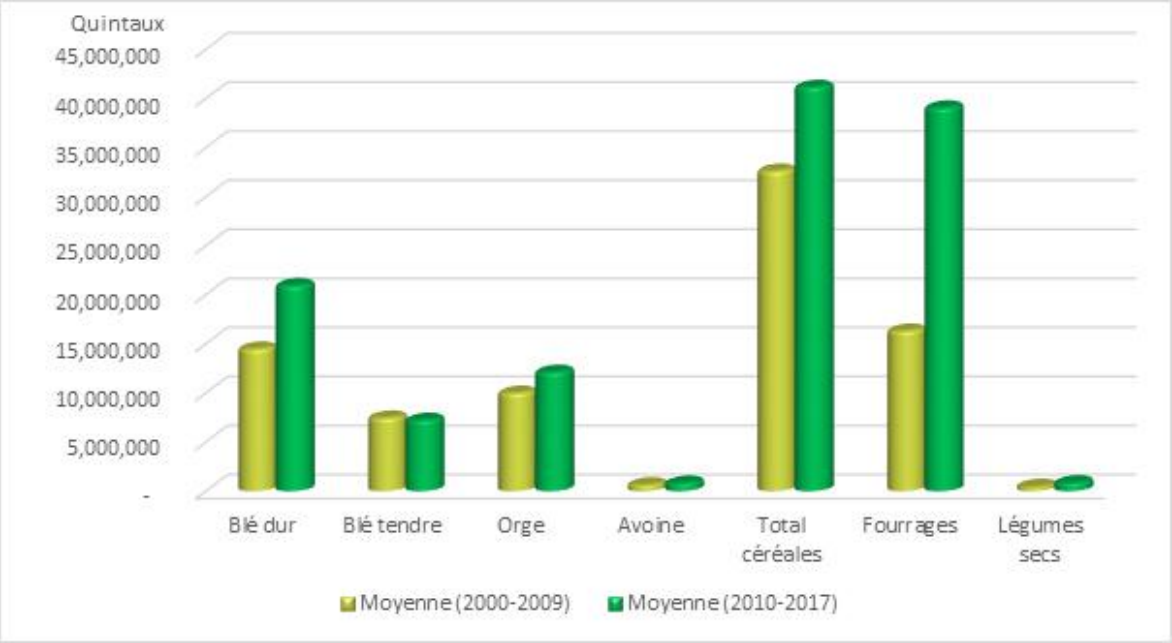
Le CIC a revu légèrement à la hausse son estimation des échanges 2018/19 (+1,1 Mt), dont le niveau demeure cependant en net recul par rapport à celui de la campagne passée (-4,1 Mt). A la tête d'un gros stock initial à la suite d'importants achats en 2017/18, la Turquie est l'un des pays les plus contributeurs au recul des importations, tout comme le Maghreb (Algérie, Maroc), qui a engrangé de bonnes récoltes (Unigrains, 2019).

2.2. En Algérie

Le secteur de céréales se situe au premier ordre des priorités économiques et sociales du pays. Il a occupé une place privilégiée dans les différents plans de développement socio-économiques que l'Algérie a élaborés depuis son accès à l'indépendance. Ceci est dû au rôle que jouent les céréales en tant que produits de première nécessité (Elhadef Elokki, 2015).

Les produits céréaliers occupent une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale. Durant les deux périodes 2000-2009 et 2010-2017, la superficie des céréales occupe en moyenne annuelle 40% de la Superficie Agricole Utile (SAU). La superficie ensemencée en céréales durant la décennie 2000-2009 est évaluée à 3 200 930 ha, desquelles, le blé dur et l'orge occupent la majore partie de cette superficie avec 74% de la sole céréalière totale. Durant la période 2010-2017, cette superficie a atteint en moyenne 3 385 560 ha, en évolution de 6% par rapport à la période précédente (2000-2009). La production réalisée des céréales au cours de la période 2010-2017 est estimée à 41.2 millions de quintaux en moyenne, soit un accroissement de 26% par rapport à la décennie 2000-2009 où la production est estimée en moyenne à 32.6 millions de quintaux. La production est constituée essentiellement du blé dur et de l'orge, qui représentent respectivement 51% et 29% de l'ensemble des productions de céréales en moyenne 2010-2017 (figure 6) (MADR, 2018).

L'industrie de transformation occupe une place « leader » dans le secteur des industries agroalimentaires, en raison des capacités importantes de triturations dont elle dispose ; (+230%) par rapport à la taille du marché domestique, réparties entre les moulins publics (95%) et privés (135%), soit respectivement une capacité de trituration de l'ordre de 19000 et de 27000 T/jour (Djermoun, 2009). L'industrie céréalière privée compte actuellement 253 PME privées qui contrôlent 80% du marché domestique en 2005 (Chehat, 2007 In Djermoun, 2009).

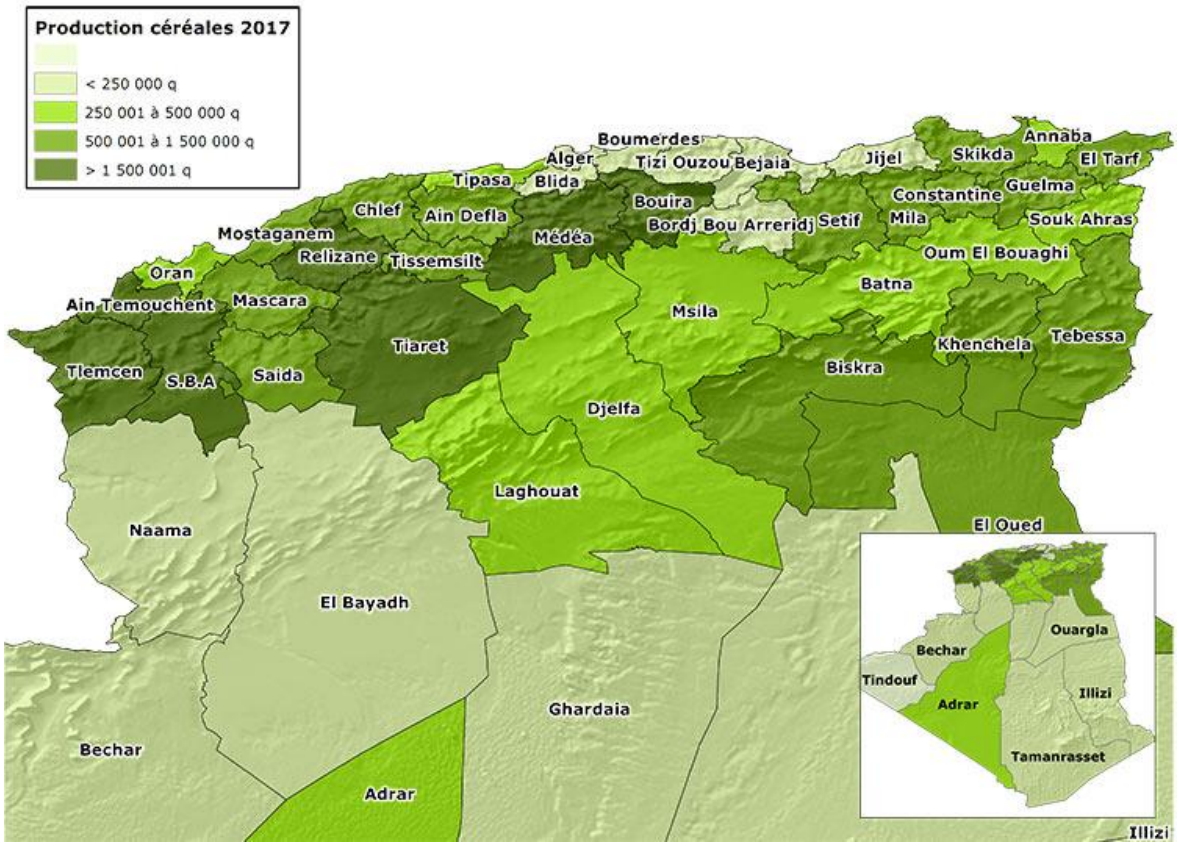


Source : MADR, 2017

Figure 6. Moyennes de productions des cultures céréalières entre (2000-2009) et entre (2010-2017).

Selon les données de ministère d'agriculture et développement rural, la production de blé dur est classée dans la 2eme place après les cultures fourragères. Mais selon les données de la FAO la production nationale ne représente que 1% de la production mondiale en matière de blé. (FAO, 2017)

Au niveau national la wilaya de Laghouat est classée parmi les wilayas de production moyenne qui produire entre 250 000 à 500 000 Qx, voir (figure 7).



Source : MADR, 2017

Figure 7. Carte représente l'intensité de production au niveau national

2.3. Consommation en Algérie

La filière céréales revêt une importance capitale en Algérie. En effet et comme dans la plupart pays méditerranéens, les céréales constituent la base du modèle de consommation alimentaire. 54% des apports énergétiques et 62% des apports protéiques journaliers provenaient de ces produits en 2003 et le blé représentait 88% des céréales consommées. Ainsi l'Algérie se situe au premier rang mondial pour la consommation de blé par tête d'habitant avec plus de 200 Kg en 2003 devant l'Égypte (131 Kg) et la France (98 Kg) (Tableau 2) (Kellou, 2008, et Djaouti, 2010).

Tableau 2. Consommation en Kg par tête de blé dans quelques pays, 1961-2003.

	1961	1970	1980	1990	2000	2003	Var. 1961-2003
Algérie	110	120	182	193	190	201	82%
Tunisie	146	153	195	205	202	194	33%
Maroc	130	129	153	180	172	179	38%
Italie	162	176	173	149	150	152	-6%
Égypte	79	87	125	148	136	131	65%
France	126	97	96	92	97	98	-22%
Monde	55	57	65	70	68	67	22%

Source: FAOSTAT, 2005 in Kellou, 2008.

On comprend, à travers ces chiffres, que le blé et ses dérivés basiques destinés à l'alimentation humaine (pain et semoule) constituent des produits qualifiés de stratégiques et font en conséquence l'objet d'une politique gouvernementale attentive. À travers les données disponibles actuellement, les consommateurs algériens apparaissent particulièrement diversifiés. Répartis sur une large échelle de revenus, ils sont soumis à des influences culturelles contradictoires, ils peuvent être attachés aux traditions (consommation préparée d'une manière traditionnelle) ou plus au moins tentés par les signes de modernité (restauration de masse et consommation de produits issus de l'industrie alimentaire) (Maamri, 2011).

Les Algériens consacrent une part importante de leur budget à l'alimentation : 42% en moyenne en 2011 (contre 35% en Tunisie en 2005 et 17% en France en 2011). Comme dans tous les pays, cette part de l'alimentation régresse dans le temps en Algérie (45% en 2000) et on relève de notables différences entre les classes aisées (28%) et pauvres (54%), en 2011. Cette année-là, les dépenses alimentaires ont atteint 1875 milliards DA, soit environ 18 milliards € (ONS, 2013), ce qui représente 48 650 DA (486 €) par habitant. Les produits à base de céréales représentaient, en 2000, 25% des dépenses alimentaires des ménages. Le blé dur demeure la base de l'alimentation en Algérie (semoule, principalement, et pâtes) (Tableau 3) (Rastoin et Benabderrazik, 2014).

Tableau 3. Bilan céréales en Algérie, 2009

Produit	Milliers de tonnes									Disponibilité alimentaire (kg/Personne/an)
	Production	importations	Variation de stock	Exportations	Disponibilité intérieure	Aliments pour animaux	Semences	Pertes	Alimentation	
Blé	2 953	5 757	-500	37	8 173	225	153	607	6 988	200
Maïs	1	2 019	–	–	2 020	1 400	–	140	480	14
Orge	2 203	131	-850	1	1 484	718	92	139	501	14
Avoine	96	–	–	–	96	83	8	5	–	–
Riz (éq. Blanchi)	–	74	–	–	74	1	–	–	73	2
Céréales (total)	5 253	7 986	-1 350	38	11 852	2 430	253	890	8 044	230

Source : FAOSTAT, 2013 in Rastoin et Benabderrazik, 2014.

2.4. Diversité variétale en Algérie

Superficie emblavée au niveau national. 3.443.277 ha contre 3.376.415 ha lors de la campagne écoulée. Répartition par espèces. Blé dur : 42%. Blé tendre : 18%. Orge : 38%. Avoine : 2% dont programme de production de semences: 164.660 ha pour 26 variétés, où les blés durs et les orges occupent 80% de la sole céréalière nationale (Belaid, 2015). Le (tableau 4) regroupe les variétés les plus répondues en Algérie.

Tableau 4. Caractéristiques de quelques variétés algériennes

Nom	Pedigree	Croisement
Bidi 17	Sélection locale	INRA Algérie
Chen's	Ichwa'S'/Bit 'S'CD 26406	CIMMYT-ICARDA
Gta dur	Crane/4/PolonicumPI185309//T.glutin en/2* Tc60/3/Gll	CIMMYT-ICARDA
Hedba3	Sélection locale	INRA Algérie
MMB	Sélection locale	INRA Algérie
Simeto	Capeiti8/Valvona	Italie
Mexicali	GdoVz 469/3/Jo"S"/61.130.Lds/Stk"S"CM470	CIMMYT
Vitron	Turkey77/3/Jori/Anhinga//Flamingo	CIMMYT
Waha	Plc/Ruff//Gta's/3/Rolette CM 17904	CIMMYT
Cirta	KB214-0KB-20KB-OKB-OKB-1KB-0KB	ITGC, FDPS, Khroub, Algérie
Ofanto	Appulo/Adamello	Italy
Bousselam	Heider/Martes/Huevos de Oro. ICD-414	CIMMYT-ICARDA
Megress	Ofanto/Waha//MBB	ITGC, ARS, Setif, Algeria
Amar06	ID94.0920-C-OAP.7AP	CIMMYT-ICARDA

Source : Kirouani et al, 2019

2.5. Les variétés paysannes

Le terme de semences paysannes, relatif aux semences d'origine végétale renvoie à tout ou partie d'organe végétal (graine, tubercule, bouture…) qui est destiné à la reproduction. Les semences paysannes sont issues de populations végétales gérées par les agriculteurs, sélectionnées, triées et conservées avant d'être semées, d'où leur qualificatif "paysanne". La sélection est l'effet conjoint de la sélection réalisée par l'agriculteur et la sélection naturelle qui survient dans ses champs. Les semences paysannes permettent donc la reproduction des variétés "paysannes" (ou variétés populations). Ces semences sont la rencontre entre l'entité biologique et le savoir paysan qui lui est associé : l'agriculteur sait ainsi comment les utiliser et ce qu'il peut en attendre. Elles ne sont pas nécessairement locales et peuvent être issues d'échanges entre agriculteurs plus ou moins éloignés géographiquement (Dubrulle et al, 2018). Semences paysannes (ou variétés locales) : Ce

sont des semences sélectionnées par les paysans (souvent par sélection massale), adaptées à leurs terroirs, à leurs modes de production et présentant des caractéristiques qualitatives jugées intéressantes par les transformateurs ou transformatrices locales et les consommateurs.

Les variétés paysannes locales (dont celles homogénéisées en station de recherche dans les années 30 comme les blés durs Hedba a 3 et Bidi 17) ont, sur de nombreux aspects, montré leur supériorité par rapport à ces introductions externes qui n'ont obtenu des résultats satisfaisants que les années favorables et dans des situations bien spécifiques (sols les plus profonds et localisation des parcelles en dehors des couloirs de gel et de sirocco). Ces variétés locales ont des noms de régions (par exemple, Oued Zenati blé dur) ou de personne (comme Mohamed Ben Bachir en blé dur) (Beauval, 2017), (tableau 4) et plusieurs d'autres ne sont pas encore sélectionnés et certifiés.

2.6. Production en Algérie

Le ministre de l'Agriculture, du Développement rural et de la Pêche, Cherif Omari a indiqué que l'Algérie n'importera pas le blé dur cette année, rappelant que le pays consacre depuis l'indépendance un budget important à l'importation du blé tendre et de la poudre de lait, pour un volume global estimé, ces dernières années, à plus de 7 millions de tonnes (www.aps.dz, 2019).

2.7. Les zones productrices

Selon (Loucif, 2015) les principales régions de production en Algérie sont :

- La zone des **plaines telliennes** dont la pluviométrie est comprise entre 350 et 500 mm, mais avec une distribution irrégulière (Constantine, Bouira, Médéa, Tlemen, Mila, Souk Ahras, Aïn Defla, Chlef, Aïn Tmouchent, Relizane et Sidi Bel-Abbès).
- La zone des **hauts plateaux** caractérisée par une faible pluviométrie (200-350mm): Sétif, Saïda, Oum El-Bouaghi, Bordj bou Arréridj, Tiaret, Tissemssilt.
- La zone de la **région littorale et sub-littorale** : Centre-Est du pays à pluviométrie supérieure à 600 mm (Tipaza, Skikda, Guelma, El Taref, Béjaïa, Tizi ouzou et Annaba).
- Les régions **sahariennes** avec les périmètres irrigués et les cultures oasiennes.

Chapitre III : Les besoins édapho-climatiques et agronomique du blé dur

3.1. Exigence édaphique

D'après Soltner (2000) les sols du type argilo-calcaire ou limoneuse à limono-argileux conviennent bien aux racines fasciculées du blé en assurant une grande surface de contact. Et selon (Benkrinah et al., 2018) 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.

3.2. Exigence climatique

3.2.1. Température

Selon Simon et al., 1989 in Makedhi et Sali (2016), la température conditionne à tout moment la physiologie du blé. La température à partir de laquelle un blé germe et pousse est de 0°C; cependant l'optimum se situe entre 20 et 22°C et entre ces deux extrêmes, une température élevée sera favorable au développement et à la croissance.

D'après Mekhlouf et al., (2001) les exigences en température pour les stades de développement suivants :

- Stade levée: la somme des températures =120°C
- Stade tallage : la somme des températures =450°C
- Stade plein tallage: la somme des températures =500°C
- Stade épi 1cm : la somme des températures =600°C

3.2.2. Lumière

Le blé est une plante de pleine lumière. Le tallage herbacé s'achève pour une valeur précise du photopériodisme valable suivant les variétés. L'écartement des lignes aux semailles permet de placer le blé dans des conditions d'éclairement optimales, garantissant un bon tallage (Clement et Prats, 1970). La lumière est un paramètre climatique indispensable qui agit directement sur le bon fonctionnement de la photosynthèse et le comportement du blé (Benkrinah et al., 2018).

Les densités de semis pratiquées engendrent une compétition pour la lumière au sein du peuplement végétal. Les effets de cette compétition sont inéluctables quand la culture amorce la phase montaison (Gate, 1997).

3.3. Besoins d'eau

Les besoins d'eau (ETm) correspondant à de bons rendements sont de 450 à 650 mm selon le climat et la longueur de cycle végétatif. Le coefficient cultural (kc) qui met en rapport l'évapotranspiration maximum (ETm) avec l'évapotranspiration de référence (ETo) est le suivant : 0.3-0.4 pendant le stade initial (15 à 20 jours); 0.7-0.8 pendant le stade de développement (25 à 30 jours); 1.05-1.2 pendant le stade intermédiaire (50 à 65 jours); 0.65-0.7 pendant le stade final (30 à 40 jours) et 0.2-0.25à la récolte (Doorenbos et al, 1987).

3.4. Date de semis

Selon ITGC, 2011 il faut attention aux risques climatiques :

- Les gelées tardives au printemps, elles peuvent provoquer la coulure des fleurs. Ne pas semer trop tôt les variétés précoces ;
- La sécheresse (surtout le sirocco) provoque l'échaudage des grains. Ne pas semer trop tard les variétés tardives.

La date de semis conseillée pour les régions semi-arides Algériennes s'étale de la mi-novembre à mi-décembre (ITGC, 2006).

3.5. Travail de sol

Les séquences de travail du sol à adopter doivent être fonction du précèdent cultural. Différentes recommandations en matière de travail du sol pour la préparation du lit de semence du blé sont avancées par les auteurs dans ce sens. Il est recommandé de tasser légèrement le lit de semence avec le rouleau, surtout lorsque le profil est sec en surface pour améliorer le contact des graines avec la terre (Alismail et Kherous, 2017).

3.6. Fertilisation

La fertilisation est raisonnée sur le principe de la restitution au sol des quantités d'éléments (NPK) fertilisants prélevés par les récoltes. Le blé a besoin de ces trois éléments essentiels et le rôle de chaque élément sur le plan de blé est le suivant (Hacini, 2014).

a. L'azote (N) :C'est un facteur déterminant du rendement :

- Il permet la multiplication et l'élongation des feuilles et des tiges ;
- Il a pour rôle d'augmentation de la masse végétative

b. Phosphore(P) :C'est un facteur de croissance qui favorise le développement des racines en cours de végétation :

- C'est un facteur de précocité qui favorise la maturation ;
- Il accroît la résistance au froid et aux maladies.
- C'est un facteur de qualité.

c. Potassium(K) :

- Il régule les fonctions vitales de la croissance végétale ;
- Il est nécessaire à l'efficacité de la fumure azotée ;
- Il permet une économie d'eau dans les tissus de la plante ;
- Il assure une meilleure résistance contre la verse et contre les maladies.

La maîtrise de la fertilisation azotée et minérale ainsi que l'utilisation des techniques appropriées, contribuent à une qualité supérieure des blés produits, et ce afin de permettre au grain l'élaboration de sa vitrosité (Benbelkacemet al., 1995)

Le blé dur a besoin de 46 à 70 unités par hectare d'azote (ITGC 2016) in (Alismail et Kherous, 2017). Et d'après (ITGC, 2006) les doses conseillées pour le blé dur sont:46 unités par hectare de phosphore et de potasse.

3.7. impact des conditions édapho-climatiques sur la culture de blé

3.7.1. Température

L'activité physiologique du blé est maximale à 25 °C ; des températures de 28 à 32°C sont considérées comme stressantes. Les hautes températures, au-dessus de 30°C affectent le poids final du grain en réduisant la durée de remplissage du grain (Mazouz, 2006), aussi selon (Kara et Zerguine, 2016) montrent que la température optimale pour le développement et le remplissage du grain varie de 12 à 15 C° pour de nombreux génotypes de céréale à paille. Ils observent une diminution de 3 à 5 % du poids du grain pour chaque degré d'augmentation de la température à partir de la base des 12 à 15 C°. Dans l'écart des moyennes de températures de 12 à 15 C°, une réduction de la durée de remplissage est compensée par une augmentation du taux de remplissage, avec pour effet peu de variation du poids moyen du grain.

Les fortes températures provoquent une levée trop rapide et parfois un déséquilibre entre la partie aérienne et la partie souterraine : Les températures entre 25 et 32 °C défavorisent l'allongement racinaire l'optimum se situe entre 5 et 12 °C (Mekhlouf et al., 2001). Au-delà de 32°C, on peut observer des dommages irréversibles pouvant aller jusqu'à la destruction de l'organe ou de la plante (Belhacen et al., 1996).

Les effets des basses températures hivernales se manifestent par la destruction totale ou partielle d'organes végétatifs, notamment au cours de la phase de montaison. Le gel tardif constitue une autre contrainte pour les céréales des zones d'altitude, l'avènement de ce dernier coïncide généralement avec le stade méiose-épiaison. Il stérilise le grain de pollen et détruit l'ovaire naissant (Benchina et Bendjeddou, 2015) .

3.7.2. stress hydrique

Un stress hydrique se manifeste par une perte de turgescence causée par un manque d'eau. Les pertes d'eau de la plante par transpiration dépassent largement la quantité d'eau absorbée (Kramer, 1969). Selon son intensité et la période d'apparition, le stress hydrique peut réduire ou inhiber la formation d'une ou plusieurs composantes du rendement (Mazouz, 2006).

Selon Nemmar (1983) In Ait-Slimane Ait Kaki (2008) au cours de la germination, un certain taux d'humidité est nécessaire pour assurer une bonne levée qui est le premier élément de la densité de peuplement et par conséquent du rendement final. Un déficit hydrique survenant au stade montaison affecte deux composantes du rendement ; le nombre d'épis par mètre carré et le nombre de graines par épi, et éventuellement des conséquences indirectes sur le poids de 1000 grains.

3.7.3. Salinité

Selon Mass et Poss (1989) la salinité, inhibe la germination par son effet osmotique où elle affecte tous les processus de germination suite à la baisse du potentiel hydrique autour des graines, ce qui rend l'eau inaccessible à cette dernière pour la réhydratation et la reprise de la vie active de l'embryon.

Selon Soltner (1980) la tolérance optimale à la salinité chez le blé se situe dans une gamme comprise entre 6 á 8

Plusieurs études rapportent que l'effet de la salinité se manifeste par une réduction de la croissance qui fait suite à une réduction de la photosynthèse causée par l'effet osmotique de la salinité (perturbation de l'alimentation hydrique et minérale), et la perte de la turgescence, chez le blé, la partie racinaire est plus affectée par la salinité que la partie aérienne. Sous

l'effet de la salinité, le blé réduit son système racinaire au profit de la partie aérienne pour maintenir l'activité photosynthétique (Bahloul et Kaad, 2017).

Chapitre IV : matériel et méthodes

4.1. Présentation de la wilaya de Laghouat

Sur une superficie totale de 2 673 293 ha et une superficie agricole utilisée de 57 350 ha, la wilaya de Laghouat s'étale de L'Atlas saharien (monts de Djebel Amour) aux steppes sahariennes, elle est caractérisée par un contraste entre la région nord et sud :

- Partie Nord : faisant partie de l'Atlas saharien et constituée par les monts du djebel Amour dont les altitudes variées, entre 800 et 1720m, qui assure un climat semi-aride dans la région nord e la wilaya ;Partie sud : elle correspond aux piémonts bas de l'Atlas saharien et à la vallée de l'Oued Djedi Oued Atar, appelée communément « zone de dayas » formée pratiquement d'un plateau plus ou ondulés, elle a un climat sec (DSA Laghouat).

La ville chef-lieu de wilaya porte le même nom Laghouat où est située notre site d'expérimentation est dans la partie sud de la wilaya, et est située (33° 48' N, 02° 53 'E) à 370 km au sud d'Alger sur la route nationale N°1 en direction du grand Sud, par cette position elle constitue la porte centrale du Sahara. La région de Laghouat est localisée dans une région de transition sur plusieurs plans. Physique, avec le passage entre les structures plissées de la chaîne Atlasique et les hamadas et le socle saharien. Climatique ensuite entre les hautes steppes arides et les espaces sahariens (Houyou, 2015).

4.2. Site expérimental

Le site expérimental est situé au niveau de l'exploitation agricole de Monsieur TOUATI Mustapha, dans le quartier El Ghouatine nord de la ville de Laghouat, au cours de la campagne 2019/2020.

4.3. Climat de la zone d'étude

En raison de problèmes administratifs hors de notre portée, nous n'avons pas été en mesure de fournir les données météorologiques nécessaires.

4.4.Protocole expérimental

4.4.1. Matériel végétal

Notre étude a porté sur six de blé dur (*Triticum durum*) dont trois variétés certifiées, et trois paysannes, qui sont Amar6, Waha, Vitron, Guemgoum R'khem, Sangoub el Tair, Bidi (tableau 5).

Tableau 5. Les variétés étudiées et leurs origines

Variété	Type	Origine
Vitron	Variété certifiée	CIMMYT
Amar6	Variété certifiée	CIMMYT-ICARDA
Waha	Variété certifiée	CIMMYT
Guemgoum R'khem	Variété paysanne	Association agricole
Sangoub el Tair	Variété paysanne	Association agricole
Bidi	Variété paysanne	Association agricole

4.4.2. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental qu'on a adopté dans ce travail est le dispositif de blocs aléatoire complet.

Sur chaque uinité de dispositif on semer une variété, et on a fait trois répétitions pour chaque variété, chaque répétition est dans un bloc.

Les dimensions de chaque dispositif sont :

- Longueur parcelle : 1.20 m
- Largeur parcelle : 1.00 m

Chaque parcelle comprend 60 graines selon les normes suivantes :

- Distance entre lignes : 20 cm
- Distance entre graines : 10 cm
- Total : 6 lignes, 10 graines/ligne, 60 graines/parcelle

L'espace entre les parcelles dans le bloc est 30 cm, et l'espace entre les blocs est 50 cm (figure 9).

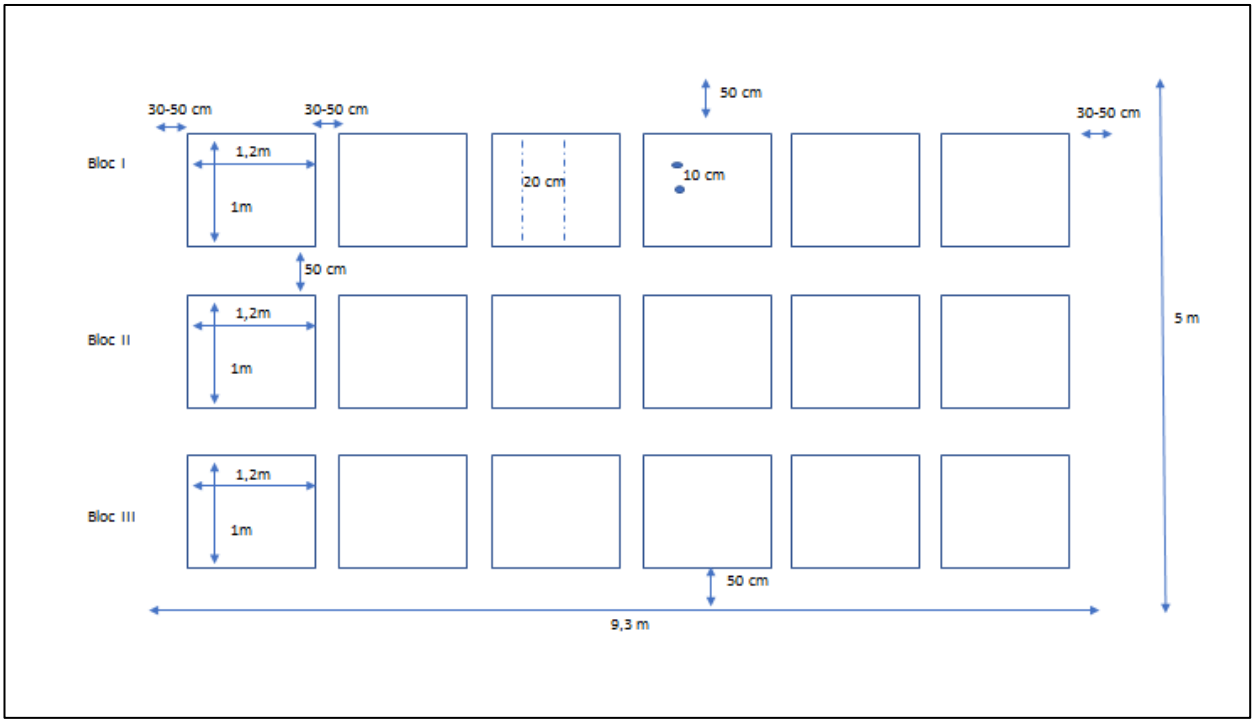


Figure 8. Schéma de dispositif expérimental adopté.

Le tableau 6 représente la répartition des variétés sur les blocs et les parcelles.

Tableau 6. Répartition des variétés sur le dispositif expérimental.

Bloc I	Bidi	Geumgoum R'kham	Sangoub el Tair	Vitron	Waha	Amar6
Bloc II	Waha	Sangoub el Tair	Bidi	Amar6	Vitron	Geumgoum R'kham
Bloc III	Vitron	Bidi	Waha	Sangoub el Tair	Geumgoum R'kham	Amar6

4.4.3. **Travail de sol**

Après la mesure et le traçage de la surface de la parcelle qu'on besoin avec un mètre ruban et un fil et piquets, le travail de sol de la parcelle de notre expérimentation a était fait manuellement à l'aide d'une houe pour labourer le sol, et à l'aide d'un râteau on a nivelé le sol.

4.4.4. Semis

Le semis a été fait après le traçage des blocs et les unités epérimentales, 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 60 graines, avec des espacements de 20 cm entre les rangs et 10 cm entre les graines.

Le semis a été fait le 26 décembre 2019.



Figure 9. Le dispositif expérimental le jour de semis.

4.4.5. Irrigation

L'irrigation des blocs dans le site d'expérimentation été réalisé par la méthode de submersion communément dite « El Sagia », et les parcelles ont été arrosées une fois par semaine dans la période d'hiver et le début de printemps, et dès le mois de mai l'arrosage été deux fois par semaine.

4.4.6. Désherbage

Le désherbage et l'épuration des parcelles cultivée été fait manuellement une fois l'avance des adventices remarqué.

4.4.7. Récolte

Après la maturation de blé, l'opération de récolte était faite à l'aide d'un sécateur d'une manière où on a récupéré toute la partie aérienne de plante.

Les plants et graines de chaque unité epérimentale ont été récupérés à part dans un sac avec une étiquette comporte le numéro de bloc et le nom de variété.

Les variétés Vitron, Waha, Amar6 et Sangoub El Tair ont été récoltés le 09 mai 2020, et les variétés Bidi et Gamgeum R'Kham ont été récoltés le 6 juin 2020.

4.4.8. Suivie de la culture

Le suivi de culture été une fois par semaine, et dans chaque visite de site on prend les remarques générales sur les blocs et les parcelles, et le stade de développement de chaque variété et chaque répétition plus les mesures qu'on prend sur terrain telles que la taux de germination et le nombre de talles par pied.

4.4.9. Paramètres étudiés

Le but de l'analyse de ces paramètres est d'identifier et caractériser les génotypes étudiés sur la base des recommandations de l'UPOV, elles consistent en une série de mesures et de notations des différents caractères phéno-morphologiques et indiqués par l'UPOV (UPOV, 2012) pour le blé dur voir (Annexe).

Les paramètres qu'on a étudiés dans ce travail sont présentés dans le tableau suivant (tableau 7).

Tableau 7. Les paramètres mesurés

N°	Mesures
01	Nombre de plantes levées/m²
02	Nombre de talles/pied
03	Date de tallage
04	Stade Montaison
05	Stade épiaison
06	Nombre d'épis/m²
07	Nombre d'épillets fertiles/épis
08	Nombre d'épillets stériles/épis
09	Hauteur de la plante à maturité
10	Date de floraison
11	Longueur du col de l'épi
12	Longueur du dernier entre-nœud
13	Longueur de l'épi
14	Nombre de graine par/épis
15	Nombre d'épillets par épi
16	Compacité de l'épi
17	Nombre de nœuds
18	Longueur des épis avec barbe
19	Longueur des épis sans barbe
20	PMG
21	Longueur des barbes
22	Maturité
23	Rendement/parcelle
24	Durée du cycle
25	Mesures « Fiche UPOV 2012 » Blé dur

4.4.10. Analyse de données

L'analyse des données récoltées a été faite à l'aide de logiciel *Statbox végétal* par l'analyse de variance (expression souvent abrégée par le terme anglais ANOVA : *Analysis Of Variance*) qui est une technique statistique permettant de comparer les moyennes de plus de deux populations. Son but est en fait de procéder à une sorte de généralisation de la comparaison des moyennes ou de la comparaison des pourcentages lorsqu'il y a plus de deux valeurs à comparer. Il s'agit aussi de l'équivalent, pour des variables qualitatives de la régression linéaire.

Tous les donné traité par ANOVA à $\alpha = 5\%$.

4.5. Difficultés rencontrées dans le cadre de la pandémie du COVID-9

Depuis l'arrêt des activités et l'accès à l'université le 17 mars 2020, le présent travail a été impacté à différents niveaux.

a. Accès aux ressources documentaires à la bibliothèque de l'université

Bien qu'il existe de nombreux ouvrages et articles sur internet et la base de données SNDL, mais rien ne remplace les ouvrages de référence sur le blé, disponible à la bibliothèque, et non sur internet. De plus, la synthèse documentaire des travaux antérieurs de Master sur le comportement agronomique de variétés de blé à Laghouat n'a pas pu se réaliser en raison de la fermeture de la bibliothèque.

b. Accès aux laboratoires et analyse de certains paramètres du sol

Nous avons réalisé un échantillonnage du sol au niveau du site expérimental pour en étudier l'influence sur le comportement agronomique des variétés étudiées. Nous avons sélectionné les paramètres suivants qui pouvaient être des variables explicatives de certains comportements : granulométrie, matière organique, pH du sol, conductivité électrique et taux de calcaire. Malheureusement, la fermeture du laboratoire du département a rendu impossible l'étude du sol.

c. Accès aux informations liées aux relevés climatiques

Au côté de l'analyse du sol, l'analyse climatique couvrant le cycle de développement du blé est importante. Notre étude devrait analyser l'impact de la pluviométrie (précipitation quotidienne) et des températures (température atmosphérique quotidienne) sur le comportement agronomique des variétés étudiées. Cette fois-ci c'est les instructions du nouveau directeur de l'antenne de l'Office Nationale de la Météorologie (ONM) à Laghouat qui refuse catégoriquement de communiquer ces données aux étudiants de Master.

d. Impossibilité de réaliser certaines mesures

L'absence de lieu de stockage et de lieu frigorifique a rendu impossible la mesure de certains paramètres telle que la surface de la feuille étendard par exemple.

Chapitre V : Résultats et discussions

Analyses et discussions des résultats obtenus

5.1. Mesure de la levée

5.1.1. Mesure de la levée aux champs

Le premier paramètre mesuré est **la levée des graines** semées ce qui devrait nous permettre de calculer la faculté germinative des différentes variétés semées et d'identifier le taux de lever par variété. Pour ce faire, nous avons procédé au comptage des plants levés par mètre carré, et ce pour l'ensemble des parcelles semées.

Les résultats du comptage de la faculté germinative exprimés en pourcentage (%) sont donnés dans le tableau 8 suivant :

Tableau 8. Taux de germination des variétés étudiées (%).

Variétés	Répétition 1	Répétition 2	Répétition 3	Moyenne
Bidi	98,33	100	91,67	**96,66**
Geumgoum El R'Kham	71,67	80	78,33	76,66
Sangoub El Tair	63,33	78,33	88,33	76,66
Vitron	80	80	76,67	78,89
Amar6	78,33	76,67	80	78,33

Les résultats du tableau 8, ont été traités par le logiciel statistique (*Statbox végétal*), et nous avons obtenu l'analyse de la variance (ANOVA) à $\alpha = 5\%$, présentée dans le tableau 9 suivant :

Tableau 9. Analyse de la variation de la faculté germinative des graines semées.

	S.C.E	DDL	C.M.	F obs	PROBA	Coefficient de variation
Variation totale	1461,078	17	85,946			
Variation factorielle	125,930	5	25,186	**0,206**	**0,951**	**13,435 %**
Variation blocs	114,841	2	57,420	**0,471**	**0,642**	
Variation résiduelle	1220,308	10	122,031			

Le tableau 9 montre **qu'il n'existe pas de différence significative (NS)** pour le taux de levée entre les variétés, puisque F= 0.206 à α = 0.05. La faculté germinative est statistiquement la même pour les six variétés étudiées. Le CV de l'essai (13,43%) est inférieur à 30% ce qui indique une bonne précision de l'essai, donc des données obtenues.

Ce même résultat est également obtenu pour la variation Blocs. En effet, **il n'existe pas de différences significatives entre les blocs (NS),** F=0.642 à α=0.05. Les blocs sont homogènes et le facteur non contrôlé (pente) n'a pas influencé notre expérimentation.

5.1.2. Mesure de la levée au laboratoire

Pour confirmer les résultats de levée aux champs, nous avons réalisé un test relatif à la faculté germinative au laboratoire. La méthodologie a été expliquée dans la partie « Matériel et méthodes ».

Tableau 10. Résultats de germination au laboratoire en (%).

Variétés	Répétition 1	Répétition 2	Répétition 3	Moyenne
Bidi	95,83	100	100	**98,61**
Geumoum El R'Kham	83,33	87,50	95,83	88,89
Sangoub El Tair	91,67	66,67	87,50	81,95
Vitron	100	95,83	95,83	97,22
Waha	95,83	83,33	100	93,05
Amar6	95,83	79,17	100	91,67

Les résultats obtenus dans le tableau 10 ont été analysés par le logiciel *Statbox végétal* et nous avons obtenu le tableau de l'analyse de la variance (ANOVA) à α = 5% suivant :

Tableau 11. Tableau d'ANOVA de résultats de germination au laboratoire.

	S.C.E	DDL	C.M.	F obs	PROBA	Coefficient de variation
Variation totale	1404,988	17	82,646			
Variation factorielle	548,580	5	109,716	**1,537**	**0,250**	**9,193 %**
Variation résiduelle	856,407	12	71,367			

Le tableau 11 montre que **F=1.537 à α=0.05,** ce qui signifie **qu'il n'existe pas de différence significative entre les différents taux de la faculté germinative (NS)**. Les différentes variétés testées ont statistiquement le même taux de germination. Ce résultat est concordant avec l'essai réalisé aux champs. On peut conclure que la levée est la même chez les 6 variétés étudiées, et il n'y a pas de différences entre elles. Là aussi, le CV de l'essai (9,19%) est inférieur à 30% ce qui indique une bonne précision de l'essai, donc des données obtenues.

Selon Nedjah (2015), la germination est régulée par des ***caractéristiques génotypiques***, mais aussi par les ***conditions liées au milieu***, dans la mesure où la faculté germinative est influencée par la période de dormance, qui est variable d'un milieu à l'autre. Ce processus dépend d'interactions complexes entre les ***mécanismes physiologiques*** internes à la plante et les conditions ***climatiques*** qui sont la température, l'oxygène et l'humidité.

Puisque les conditions du milieu sont les mêmes pour les six variétés, le seul paramètre explicatif (variable explicative) est le ***facteur génotypique***, ce qui signifie que les variétés étudiées présentent le même potentiel sur le plan génétique conditionnant la faculté germinative.

5.2.Nombre de Pieds levés/m²

Après la levée des plants, nous avons procédé à la mesure du nombre des pieds levés/m², après la récolte des données sur terrain, nous avons traité ces derniers par le logiciel statistique (*Statbox végétal*), et nous avons obtenu l'analyse de la variance (ANOVA) à α = 5%, présentée dans le tableau 12 suivant.

Tableau 12. Tableau d'ANOVA des résultats de nombre des pieds par m².

	S.C.E	DDL	C.M.	F obs	PROBA	Coefficient de variation
Variation totale	341,111	17	20,065			
Variation factorielle	205,111	5	41,022	**3,449**	**0,045**	
Variation blocs	24,778	2	12,389	**1,175**	**0,349**	**8,20 %**
Variation résiduelle	111,222	10	11,122			

Le tableau 12 montre que F=3.449 à α=0.05 pour la variation factorielle, cela signifie **qu'il existe une différence significative du nombre des pieds/m² entre les variétés (DS).** Le CV de l'essai (8,20%) indique une bonne précision de l'essai, donc des données obtenues.

Nous procédons maintenant à l'analyse de la différence entre les traitements. Nous avons procéder à la comparaison multiple des moyennes, plus particulièrement l'analyse de la Plus Petite Différence significative (PPDS), appelée aussi Test de Newmans et Keuls, au niveau de confiance α=5%, ce qui révèle l'existence de deux groupes homogènes, présentés dans le tableau 13 suivant.

Tableau 13. Tableau de test PPDS au niveau 5% de nombre des pieds par m².

Id	Modalité	Moyenne	Groupes homogènes	
2	Waha	39,333	A	
4	Bidi	36,000	A	B
1	Vitron	34,333	A	B
3	Amar6	33,667	A	B
5	Sangoub El Tair	33,000	A	B
6	Gamgeum R'Kham	30,333		B

Le tableau 13 montre que les résultats se divisent en trois groupes homogènes A,AB et B, où la variété Waha est seule à être classé dans le groupe A, est considéré de ce faite, la variété ayant le plus de nombres de pieds/m², puis on remarque que les variétés Bidi, Vitron, Amar 6 et Sangoub El Tair appartiennent au groupes AB et sont classés par ordre décroissant. Enfin, la variété Gamgeum R'kham est classée dans le groupe B avec le plus faible nombre de pieds/m².

Bien qu'il n'existe pas une différence entre les 6 variétés en termes de faculté germinative, les variétés présentent une différence significative en nombres des pieds/m². Nous pouvons expliquer cela par le potentiel génétique, propre à chaque variété et plus spécifiquement le facteur génétique, car ce paramètre montre les variétés qui résistent aux conditions climatiques de la région d'étude et le passage de la levée à un pied.

5.3.Nombres de talles par pied

Après le calcul de nombre des talles par pied pour 10 échantillons (pieds) par parcelle, les résultats ont été traités par le logiciel statistique (*Statbox végétal*), et nous avons obtenu l'analyse de la variance (ANOVA) à α = 5%, présentée dans le tableau 14 suivant.

Tableau 14. Tableau d'ANOVA des résultats de nombre des talles par pieds.

	S.C.E	DDL	C.M.	F obs	PROBA	Coefficient de variation
Variation totale	24,445	17	1,438			
Variation factorielle	15,645	5	3,129	**4,743**	**0,018**	
Variation blocs	2,203	2	1,102	**1,670**	**0,236**	**12,592 %**
Variation résiduelle	6,597	10	0,660			

Le tableau 14 montre que F = 4.743 à α = 0.05, c'est-à-dire que le test **est non-significatif (NS).** Il n'existe pas de différence significative entre les variétés en ce qui concerne le nombre des talles par pieds, le CV de l'essai (12,592%) est inférieur à 30% ce qui indique une bonne précision de l'essai, donc des données obtenues.

Lorsque les conditions climatiques sur les variétés sont les mêmes, alors on peut conclure qu'il n'y a pas d'effet génétique sur l'expression de caractère étudié, parce qu'il n'y a pas une différence statiquement significative entre les variétés pour ce caractère sous les conditions climatiques de la zone d'étude.

5.4.Nombre d'Épis par m²

Après la mesure de nombre des pieds/m² nous avons mesuré le nombre des épis/m², ensuite les données ont été traitées par le logiciel statistique (*Statbox végétal*), et nous avons obtenu l'analyse de la variance (ANOVA) à α = 5%, présentée dans le tableau 15 suivant.

Tableau 15. Tableau d'ANOVA des résultats de nombre des épis par m².

	S.C.E	DDL	C.M.	F obs	PROBA	Coefficient de variation
Variation totale	12033,778	17	707,869			
Variation factorielle	6003,778	5	1200,756	**5,802**	**0,009**	**10,64 %**
Variation blocs	3960,444	2	1980,222	**9,658**	**0,005**	
Variation résiduelle	2069,556	10	206,956			

L'analyse de la variance du tableau 15 montre une **différence hautement significative** pour ce paramètre (F=5.802 à α=0.05).

Le CV de l'essai (10,64%) indique une bonne précision de l'essai, donc des données obtenues, bien que la ligne « variations blocs » montre une variation des blocs. Gouet et Phillippeau (2002) estiment toutefois que l'essai n'est pas réalisé pour tester d'éventuelles différences entre blocs. Aussi, l'expérimentateur ne retiendra surtout que l'ordre de grandeur de la Probabilité (ou de F calculé) pour savoir si le contrôle de l'hétérogénéité par les blocs s'est avéré efficace ou non. Dans notre cas précis, F calculé est de 4.1 (lu à partir de la table de Fisher Snedocor à α=0.05). Les deux auteurs affirment que F blocs supérieurs à 1 satisfera l'expérimentateur.

Les résultats confrontés par la comparaison des moyennes réalisée par le test de Newman et Keuls à 5% révèlent l'existence de deux groupes distincts. Les résultats sont consignés dans le tableau 16.

Tableau 16. Tableau de test PPDS au niveau 5% de nombre des épis par m².

Id	Modalité	Moyenne	Groupes homogènes	
2	Waha	167,000	**A**	
1	Vitron	141,333	A	B
5	Sangoub El Tair	138,000	A	B
4	Bidi	130,667	A	B
3	Amar6	128,000	A	B
6	Gamgeum R'Kham	105,667		**B**

Selon le tableau 16, la variété Waha est classée seule en groupe A en tête des variétés. Ensuite, on trouve les variétés Vitron, Sangoub El Tair, Bidi et Amar6 classé en groupe A

B par ordre décroissant. Enfin, la variété Gamgeum R'Kham est classée en dernière position comme la variété la plus faible en nombres des épis/m².

Les conditions environnementales affectent de la même manière les 6 variétés, la seule source de différence est le **facteur génétique**, c'est-à-dire les variétés qui présentent le meilleur résultat en nombre des épis par parcelle sous les conditions climatiques de la zone d'étude sont la variété Waha, et la variété qui présente le nombre le plus faible est la variété Gamgeum R'Kham.

5.5.Nombre des épillets fertiles par épi

Pour le nombre des épillets fertiles et stériles par épi été calculer par 5 échantillons (épis) par parcelle, et on a calculé le nombre des épillets fertile et stérile, ensuite les résultats pour les épillets fertiles ont été traités par le logiciel statistique (*Statbox végétal*), et nous avons obtenu l'analyse de la variance (ANOVA) à α = 5%, présentée dans le tableau 17 suivant.

Tableau 17. Tableau d'ANOVA des résultats de nombre des épillets fertiles par épi.

	S.C.E	DDL	C.M.	F obs	PROBA	Coefficient de variation
Variation totale	360,624	17	21,213			
Variation factorielle	156,544	5	31,309	**2,389**	**0,113**	**6,39 %**
Variation blocs	73,018	2	36,509	**2,786**	**0,108**	
Variation résiduelle	131,062	10	13,106			

Le tableau 17 montre que F = 2.389 à α = 0.05, le test est **non significatif** (NS), ce qui signifie qu'il n'existe pas de différence significative entre les 6 variétés en nombre des épillets fertiles, le CV de l'essai (6,39%) est inférieur à 30% ce qui indique une bonne précision de l'essai, donc des données obtenues.

5.6.Nombre des épillets stériles par épi

Les résultats de nombre des épillets stériles sont aussi traités par le logiciel statistique (*Statbox végétal*), et nous avons obtenu l'analyse de la variance (ANOVA) à α = 5%, présentée dans le tableau 18 suivant.

Tableau 18. Tableau d'ANOVA des résultats de nombre des épillets stériles par épi.

	S.C.E	DDL	C.M.	F obs	PROBA	Coefficient de variation
Variation totale	30,998	17	1,823			
Variation factorielle	25,851	5	5,170	10,433	0,001	**16,717 %**
Variation blocs	0,191	2	0,096	0,193	0,829	
Variation résiduelle	4,956	10	0,496			

Le tableau 18 montre que F =10.433 à α = 0.05, cela signifie **qu'il existe une différence significative** du nombre des épillets stériles par épi entre les variétés. Quant à la variation blocs, elle est non significatif ce qui témoigne de l'homogénéité des blocs, le CV de l'essai (16,717%) est inférieur à 30% ce qui indique une bonne précision de l'essai, donc des données obtenues.

Pour montrer la différence entre les variétés en nombre des épillets stériles par épi, nous avons appliqué la comparaison multiple des moyennes avec la méthode de la PPDS, les résultats de test sont présentés dans le tableau 19 suivant.

Tableau 19. Tableau de test PPDS au niveau 5% de nombre des épillets stériles par épi.

Id	Modalité	Moyenne	Groupes homogènes
6	Gamgeum R'kham	6,733	A
3	Amar6	4,200	B
4	Bidi	4,000	B
5	Sangoub El Tair	3,867	B
1	Vitron	3,533	B
2	Waha	2,933	B

D'après le tableau 19, on remarque que les variétés étudiées se divisent en deux groupes homogènes A et B pour le caractère de nombre des épillets stériles, où le groupe A contient seulement la variété Gamgeum R'Kham, c'est-à-dire que c'est la variété qui comporte le plus d' épillets stériles par épi, puis il y a le groupe B qui comporte les autres variétés par ordre de la variété avec le nombre le plus élevé qui est la variété Amar6 vers la variété avec le nombre des épillets stérile le plus faible qui est la variété Waha, cette différence entre les variétés peut être liée à l'effet génétique qui gère les besoins climatiques des variétés et qui ce peut diffère d'une variété à une autre.

5.7.Hauteur des plantes

Pour la hauteur des plantes nous avons mesuré la hauteur pour 10 échantillons de chaque parcelle, puis les résultats ont été traités par le logiciel statistique (*Statbox végétal*), et nous avons obtenu l'analyse de la variance (ANOVA) à α = 5%, présentée dans le tableau 20 suivant.

Tableau 20. Tableau d'ANOVA des résultats de la hauteur des plantes.

	S.C.E	DDL	C.M.	F obs	PROBA	Coefficient de variation
Variation totale	21247,685	17	1249,864			
Variation factorielle	21132,685	5	4226,537	431,323	0,000	**2,698 %**
Variation blocs	17,010	2	8,505	0,868	0,452	
Variation résiduelle	97,990	10	9,799			

Le tableau 20 montre que F = 431.323 à α = 0.05, cela signifie **qu'il existe une différence significative** de la hauteur entre les variétés, le CV de l'essai (2,698%) est inférieur à 30% ce qui indique une bonne précision de l'essai, donc des données obtenues.

Pour identifier la différence entre les variétés, nous avons appliqué la comparaison multiple des moyennes avec la méthode de la PPDS, les résultats sont présentés dans le tableau 21 suivant.

Tableau 21. Tableau de test PPDS au niveau 5% de la hauteur des plantes.

Id	Modalité	Moyenne	Groupes homogènes		
4	Bidi	170,567	A		
6	Gamgeum R'kham	157,667		B	
2	Waha	93,867			C
5	Sangoub el Tair	93,033			C
1	Vitron	92,833			C
3	Amar6	88,133			C

Le tableau 21 montre la différence entre les variétés étudiées en hauteur des plantes, où les variétés se divisent en 3 groupes homogènes A, B et C. Nous trouvons dans le groupe A uniquement la variété Bidi, ce qui exprime une haute importance de cette variété (paille haute). Dans le groupe B est classé la variété Gamgeum R'Kham, ensuite en 3e groupe C, nous trouvons les 4 autres variétés ayant les longueurs les plus faibles (paille courte), la paille longue est recherché dans la région de Laghouat par ce que la région est une zone

pastorale connue par l'élevage ovin à grande échelle, et les éleveurs de la région ont besoin de la paille pour l'alimentation ovine, mais les variétés à haute paille présentent un inconvénient majeur : risque de verse si la saison de maturation croise la saison des vents violents dans la région.

Lorsque toutes les variétés sont soumises aux mêmes conditions climatiques qui sont les conditions de la région de Laghouat, les résultats présentés dans le tableau 21 sont les résultats de l'epression de facteur génétique, où les variétés étudiées présentent des différences génétiques importantes entre eux, cela signifie une richesse en matière de caractères génétiques au sein des variétés étudiées.

5.8.Longueur du col de l'épi

Les mesures de longueur du col de l'épi ont été faites pour 10 échantillons de chaque parcelle, ensuite les résultats ont été traités par le logiciel statistique (*Statbox végétal*), et nous avons obtenu l'analyse de la variance (ANOVA) à α = 5%, présentée dans le tableau 22 suivant.

Tableau 22. Tableau d'ANOVA des résultats de longueur du col de l'épi.

	S.C.E	DDL	C.M.	F obs	PROBA	Coefficient de variation
Variation totale	15977,785	17	939,870			
Variation factorielle	15862,492	5	3172,498	294,340	0,000	**3,4 %**
Variation blocs	7,510	2	3,755	0,348	0,718	
Variation résiduelle	107,783	10	10,778			

Le tableau 22 montre que F = 294.340 à α = 0.05, cela signifie **qu'il existe une différence significative** de la longueur du col de l'épi entre les variétés, le CV de l'essai (3,4%) est inférieur à 30% ce qui indique une bonne précision de l'essai, donc des données obtenues.

Pour montrer la différence entre les variétés, nous avons appliqué la comparaison multiple des moyennes avec la méthode de la PPDS, les résultats sont présentés dans le tableau 23 suivant.

Tableau 23. Tableau de test PPDS au niveau 5% de la longueur du col de l'épi.

Id	Modalité	Moyenne	Groupes homogènes		
4	Bidi	145,700	A		
6	Gamgeum R'kham	129,967		B	
2	Waha	81,733			C
5	Sangoub El Tair	75,300			C
1	Vitron	74,500			C
3	Amar6	72,100			C

Selon les résultats de la comparaison multiple des moyennes avec la méthode de la PPDS, les variétés se divisent en 3 groupes A, B et C en longueur du col de l'épi, où en groupe A on trouve la variété Bidi, ensuite en groupe B la variété Gamgeum R'Kham, et en 3e groupe les autres variétés classées par ordre de la variété avec la longueur de col de l'épi la plus forte qui est la variété Waha vers la plus faible qui est Amar6.

Cette différence entre les variétés en longueur du col de l'épi est justifiée par l'expression des facteurs génétiques des différents génotypes étudiés sous les conditions environnementales de la région d'étude, où la variété présente cette différence qui signifié la différence génétique entre eux et la différence en termes de besoins climatiques.

5.9.Longueur de dernier entre-nœud

Pour la longueur de dernier entre-nœud on a prend les mesures pour 10 échantillons pour chaque parcelle, et les résultats des mesures ont été traitées par le logiciel statistique (*Statbox végétal*), et nous avons obtenu l'analyse de la variance (ANOVA) à α = 5%, présentée dans le tableau 24 suivant.

Tableau 24. Tableau d'ANOVA des résultats de longueur de dernier entre-nœud.

	S.C.E	DDL	C.M.	F obs	PROBA	Coefficient de variation
Variation totale	1526,563	17	89,798			
Variation factorielle	1452,136	5	290,427	43,318	0,000	**6,279 %**
Variation blocs	7,381	2	3,691	0,550	0,597	
Variation résiduelle	67,046	10	6,705			

Le tableau 24 montre que F = 43.318 à α = 0.05, cela signifie **qu'il existe une différence significative** de la longueur de dernier entre-nœud entre les variétés, le CV de

l'essai (6,279%) est inférieur à 30% ce qui indique une bonne précision de l'essai, donc des données obtenues.

Pour l'analyse multiple des moyennes, nous avons utilisé la méthode de la PPDS, les résultats sont présentés dans le tableau 25 suivant.

Tableau 25. Tableau de test PPDS au niveau 5% de la longueur de dernier entre-nœud.

Id	Modalité	Moyenne	Groupes homogènes	
6	Gamgeum R'kham	53,967	A	
4	Bidi	53,800	A	
2	Waha	36,333		B
3	Amar6	35,467		B
1	Vitron	34,200		B
5	Sangoub El Tair	33,667		B

Les résultats de tableau 25 montrent que les variétés étudiées se divisent en deux groupes homogènes A et B en longueur de dernier entre-nœud, où la variété Gamgeum R'Kham puis Bidi sont classées en groupe A comme les variétés les plus fortes en longueur de dernier entre-nœud, ensuite les autres variétés sont classées en groupe B par ordre de la variété la plus forte en longueur de dernier nœud qui la variété Waha, vers la variété la plus faible qui est la variété Amar6.

Les variétés étudiées présentent ces différences entre eux sous les conditions climatiques de la zone de Laghouat, qui signifié une différence génétique entre les variétés en termes de facteur génétique et besoins climatiques, par ce que ces résultats peuvent être différents sous d'autres conditions climatiques et dans d'autres régions.

5.10. Longueur de l'épi

Pour la longueur de l'épi nous avons mesuré la langueur pour 10 épis de chaque parcelle qui sont été prélevés où hasard, et ensuite on a traité les résultats par le logiciel statistique (*Statbox végétal*), et nous avons obtenu l'analyse de la variance (ANOVA) à $\alpha = 5\%$, présentée dans le tableau 26 suivant.

Tableau 26. Tableau d'ANOVA des résultats de longueur de l'épi.

	S.C.E	DDL	C.M.	F obs	PROBA/F théo	Coefficient de variation
Variation totale	516,785	17	30,399			
Variation factorielle	507,518	5	101,504	182,124	0,000	**3,609 %**
Variation blocs	3,693	2	1,847	3,313	0,078	
Variation résiduelle	5,573	10	0,557			

Le tableau 26 montre que F = 182.124 à α = 0.05, cela signifie **qu'il existe une différence significative** de la longueur de l'épi entre les variétés, le CV de l'essai (3,609%) est inférieur à 30% ce qui indique une bonne précision de l'essai, donc des données obtenues.

Pour montrer la différence entre les variétés, nous avons fait la comparaison multiple des moyennes avec la méthode de la PPDS, les résultats sont présentés dans le tableau 27 suivant.

Tableau 27. Tableau de test PPDS au niveau 5% de la longueur de l'épi.

Id	Modalité	Moyenne	Groupes homogènes		
6	Gamgeum R'Kham	29,067	A		
4	Bidi	26,867	A		
1	Vitron	18,633		B	
5	Sangoub El Tair	17,800		B	
2	Waha	16,800		B	C
3	Amar6	14,933			C

Les résultats dans le tableau 27 montrent que les variétés étudiées se divisent en 4 groupes homogènes A, B, BC et C en longueur de l'épi, où le groupe A comprend la variété Gamgeum R'Kham puis la variété Waha comme les variétés avec les épis les plus longs, ensuite le groupe B qui comporte les variétés avec une longueur d'épi moyenne qui sont par ordre Vitron et Sangoum El Tair, où la variété Waha est classée dans le groupe BC, et en groupe C il y a la variété Amar6 qui est classée en dernière position comme la variété avec les épis les plus courtes.

La différence présentée par les variétés étudiées indique une différence du caractère génétique. Cette différence est liée au facteur génétique, alors cette différence est liée à une différence génétique entre les variétés qui détermine les besoins climatiques des

variétés, car ce résultat peut changer en fonction de la zone c'est-à-dire si on change les conditions climatiques.

5.11. Nombre des grains par épi

Pour la mesure de nombre des grains par épi et nombre des épillets par épi nous avons prend un échantillon de 5 épis de chaque parcelle et on a mesuré le nombre des épillets et grains pour chaque épi de l'échantillon, puis les résultats de mesure ont été traités par le logiciel statistique (*Statbox végétal*), et nous avons obtenu l'analyse de la variance (ANOVA) à $\alpha = 5\%$, présentée dans les tableaux 28 et 30 suivants.

Tableau 28. Tableau d'ANOVA des résultats de nombre des grains par épi.

	S.C.E	DDL	C.M.	F obs	PROBA/F théo	Coefficient de variation
Variation totale	980,758	17	57,692			
Variation factorielle	629,984	5	125,997	4,150	0,027	**10,053 %**
Variation blocs	47,164	2	23,582	0,777	0,489	
Variation résiduelle	303,609	10	30,361			

Le tableau 28 montre que F = 4.150 à $\alpha = 0.05$, cela signifie qu'**il existe une différence significative** de nombre des grains par épi entre les variétés, le CV de l'essai (10,053%) est inférieur à 30% ce qui indique une bonne précision de l'essai, donc des données obtenues.

L'analyse multiple des moyennes avec la méthode de la PPDS pour ce paramètre était significative alors nous avons prend le test de Newman-Keuls au seuil 5%, et les résultats sont présentés dans le tableau 29 suivant.

Tableau 29. Test de Newman-Keuls au seuil 5% :

Id	Modalité	Moyenne	Groupes homogènes	
4	Bidi	65,933	A	
3	Amar6	59,400	A	B
5	Sangoub El Tair	51,533	A	B
1	Vitron	51,467	A	B
2	Waha	51,267	A	B
6	Gamgeum R'Kham	49,267		B

Selon le tableau 29 montre que les variétés étudiées se divisent en trois groupes homogènes A, AB et B, où la variété Bidi est classée seulement en groupe A comme la meilleure variété en nombre des grains par épi, puis on trouve les variétés Amar6, Sangoub

El Tair, Vitron et waha classe par ordre de la variété la plus forte en nombre de grains par épi vers la plus faible en groupe AB, et la variété Gamgeum R'Kham est classé en dernier seulement en groupe B comme la variété la plus faible en nombre de grains par épi.

Les résultats de tableau 29 nous donnent une idée sur les variétés qui présentes le nombre des grains par épi le plus élevé, qui est un caractère très important parmi les caractères de production des variétés et joue un rôle important dans la détermination de productivité des variétés, la différence présentée dans le tableau 28 est liée à l'expression de facteur génétique cette différence est liée aux caractères génétiques qui gère l'expression de ce caractère, alors ce résultat nous donne une idée sur les variétés qui présentent le meilleur nombre de grains par épi sous les conditions climatiques de la région de Laghouat, mais il faut signalé que les résultats présentés ne sont pas standard pour toutes les conditions climatiques.

5.12. Nombre des épillets par épi

Le tableau 30 suivant représente les résultats de l'analyse de la variance (ANOVA) à α = 5% pour le nombre des épillets par épi.

Tableau 30. Tableau d'ANOVA des résultats de nombre des épillets par épi.

	S.C.E	DDL	C.M.	F obs	PROBA/F théo	Coefficient de variation
Variation totale	748,151	17	44,009			
Variation factorielle	514,604	5	102,921	5,665	0,010	**7,149 %**
Variation blocs	51,858	2	25,929	1,427	0,285	
Variation résiduelle	181,689	10	18,169			

Le tableau 30 montre que F = 5.665 à α = 0.05, cela signifie qu'**il existe une différence significative** de nombre des épillets par épi entre les variétés, le CV de l'essai (7,149%) est inférieur à 30% ce qui indique une bonne précision de l'essai, donc des données obtenues.

Pour bien comprendre la différence entre les variétés étudiées en nombre des épillets par épi nous avons appliqué l'analyse multiple des moyennes avec la méthode de la PPDS, les résultats de l'analyse sont présentés dans le tableau 31 suivant.

Tableau 31. Tableau de test PPDS au niveau 5% de nombre des épillets par épi.

Id	Modalité	Moyenne	Groupes homogènes	
4	Bidi	70,067	A	
3	Amar6	62,800	A	B
2	Waha	57,733	A	B
6	Gamgeum R'Kham	56,867	A	B
5	Sangoub El Tair	55,800		B
1	Vitron	54,467		B

Le tableau 31 montre que les variétés appartiennent aux deux groupes homogènes A et B en nombre des épillets par épi, où la variété Bidi est en tête de groupe A comme la variété la plus forte en nombre des épillets par épi, puis les variétés Amar6, Waha et Gamgeum R'Kham sont classés en groupe AB par ordre de la plus forte vers la plus faible, puis les variétés Sangoub El Tair et Vitron sont classés en dernier en groupe B seulement comme les deux variétés les plus faibles en nombre des épillets par épi.

Cette différence est liée en premier lieu au facteur génétiques des variétés étudiées, car les conditions climatiques étaient les mêmes sur toutes les variétés étudiées, aussi peut-être les variétés étudiées présentent ce résultat sous les conditions de la région de Laghouat uniquement.

5.13. Nombre de nœuds

Avec un échantillon de 10 pieds de chaque parcelle nous avons mesuré le nombre de nœuds par plante, puis on a traité les résultats par le logiciel statistique (*Statbox végétal*), et nous avons obtenu l'analyse de la variance (ANOVA) à $\alpha = 5\%$, présentée dans le tableau 32 suivant.

Tableau 32. Tableau d'ANOVA des résultats de nombre des nœuds.

	S.C.E	DDL	C.M.	F obs	PROBA/F théo	Coefficient de variation
Variation totale	14,611	17	0,859			
Variation factorielle	13,758	5	2,752	48,652	0,000	**5,145 %**
Variation blocs	0,288	2	0,144	2,544	0,127	
Variation résiduelle	0,566	10	0,057			

Le tableau 32 montre que F = 48.652 à $\alpha = 0.05$, cela signifie **qu'il existe une différence significative** de nombre des nœuds entre les variétés, le CV de l'essai (5,145

%) est inférieur à 30% ce qui indique une bonne précision de l'essai, donc des données obtenues.

Pour montrer la différence entre les variétés avec l'analyse multiple des moyennes, nous avons utilisé la méthode de la PPDS, les résultats sont présentés dans le tableau 33 suivant.

Tableau 33. Tableau de test PPDS au niveau 5% de nombre de nœuds.

Id	Modalité	Moyenne	Groupes homogènes		
4	Bidi	6,067	A		
6	Gamgeum R'kham	5,433	A		
5	Sangoub El Tair	4,600		B	
1	Vitron	4,067		B	C
3	Amar6	4,033		B	C
2	Waha	3,533			C

Le tableau 33 montre que les résultats se divisent en 4 groupes homogènes A, B, BC et C, où les variétés Bidi et Gamgeum R'Kham sont classés en groupe A comme les variétés les plus fortes en nombre des nœuds, puis la variété Sangoub El Tair est classée seulement en groupe B, ensuite il y a les variétés Virton et Amar6 qui sont classés en groupe BC, et en fin il y a la variété Waha qui est classée seulement en dernier de groupe C comme la variété la plus faible en nombre de nœuds.

La différence importante présentée par les variétés en nombre de nœuds nous donne une idée sur la différence et la richesse entre les variétés en caractères génétiques par ce qu'ils ont été sous les mêmes conditions climatiques, et le seul facteur responsable de cette différence est les génotypes des variétés et son interaction avec l'environnement de la région de Laghouat.

5.14. Longueur des épis avec barbes

Pour la longueur des épis avec et sans barbes et la longueur des barbes et la longueur des barbes on prend un échantillon de 10 épis de chaque parcelle et on a mesuré la longueur des épis avec et sans barbe et la longueur des barbes à la fois, ensuite les résultats de chaque paramètre ont été traités par le logiciel statistique (*Statbox végétal*), et nous avons obtenu l'analyse de la variance (ANOVA) à $\alpha = 5\%$, présentée dans les tableaux 34, 36 et 38 suivants.

Tableau 34. Tableau d'ANOVA des résultats de la longueur des épis avec barbes.

	S.C.E	DDL	C.M.	F obs	PROBA/F théo	Coefficient de variation
Variation totale	497,158	17	29,245			
Variation factorielle	486,691	5	97,338	133,972	0,000	**4,081 %**
Variation blocs	3,201	2	1,601	2,203	0,160	
Variation résiduelle	7,266	10	0,727			

Le tableau 34 montre que F =133.972 à α = 0.05, cela signifie **qu'il existe une différence significative** de la longueur des épis avec barbes entre les variétés, le CV de l'essai (4,081%) est inférieur à 30% ce qui indique une bonne précision de l'essai, donc des données obtenues.

Pour montrer la différence entre les variétés en longueur des épis avec barbes, nous avons appliqué la comparaison multiple des moyennes avec la méthode de la PPDS, les résultats sont présentés dans le tableau 35 suivant.

Tableau 35. Tableau de test PPDS au niveau 5% de longueur des épis avec barbes.

Id	Modalité	Moyenne	Groupes homogènes		
6	Gamgeum R'kham	29,233	A		
4	Bidi	26,867	A		
1	Vitron	18,867		B	
5	Sangoub El Tair	17,867		B	C
2	Waha	16,800		B	C
3	Amar6	15,700			C

Le tableau 35 montre que les résultats se divisent en 4 groupes homogènes A, B, BC et C, où la variété Gamgeum R'Kham puis la variété Bidi sont classées en groupes A comme les variétés les plus longues avec barbes, puis la variété Vitron est classée seulement en groupe B, ensuite les variétés Sangoub El Tair et Waha sont classées en groupe BC, et la variété Amar6 est classée en dernier seulement en groupe C comme la variété la plus faible en longueur des épis avec barbes.

Les résultats présentés par les variétés étudiées en longueur des épis avec barbes présentent une différence importante entre eux, cette différence est liée aux génotypes des variétés étudiés, car la longueur de l'épi avec barbe de chaque variété est l'expression phénotypique de facteur génétique et pour notre étude les conditions environnementales

été les mêmes alors la différence entre les génotypes des variétés étudiées est le responsable de cette différence, qui signifie une richesse en caractère génétique au sein des variétés étudiées.

5.15. Longueur des épis sans barbes

Le tableau 36 suivant représente les résultats de l'analyse de la variance (ANOVA) à α = 5% pour la longueur des épis sans barbes.

Tableau 36. Tableau d'ANOVA des résultats de la longueur des épis sans barbes.

	S.C.E	DDL	C.M.	F obs	PROBA/ F théo	Coefficient de variation
Variation totale	28,398	17	1,670			**6,607 %**
Variation factorielle	24,871	5	4,974	15,813	0,000	
Variation blocs	0,381	2	0,191	0,606	0,569	
Variation résiduelle	3,146	10	0,315			

Le tableau 36 montre que F = 15.813 à α = 0.05, cela signifie **qu'il existe une différence significative** de la longueur des épis sans barbes entre les variétés, le CV de l'essai (6,607%) est inférieur à 30% ce qui indique une bonne précision de l'essai, donc des données obtenues.

Pour comprendre la différence entre les variétés, nous avons appliqué la comparaison multiple des moyennes avec la méthode de la PPDS. Les résultats sont présentés dans le tableau 37 suivant.

Tableau 37. Tableau de test PPDS au niveau 5% de longueur des épis sans barbes.

Id	Modalité	Moyenne	Groupes homogènes
4	Bidi	10,200	A
6	Gamgeum R'kham	10,033	A
1	Vitron	8,100	B
2	Waha	7,700	B
3	Amar6	7,600	B
5	Sangoub El Tair	7,300	B

Le tableau 37 montre que les résultats de comparaison multiple des moyennes de la longueur des épis sans barbe se divisent en deux groupes homogènes A et B, où la variété Bidi puis Gamgeum R'Kham sont classées en groupe A comme les variétés les plus fortes en longueur des épis sans barbes, puis les variétés Vitron, Waha, Amar6 et Sangoub El Tair sont classés en groupe B par ordre du plus élevé au plus faible en longueur des épis sans barbes.

5.16. Longueur des barbes

Le tableau 38 suivant représente les résultats de l'analyse de la variance (ANOVA) à α = 5% pour la longueur des épis sans barbes.

Tableau 38. Tableau d'ANOVA des résultats de la longueur des barbes.

	S.C.E	DDL	C.M.	F obs	PROBA/F théo	Coefficient de variation
Variation totale	298,956	17	17,586			
Variation factorielle	292,236	5	58,447	136,382	0,000	**5,354 %**
Variation blocs	2,434	2	1,217	2,840	0,104	
Variation résiduelle	4,286	10	0,429			

Le tableau 38 montre que F =136.382 à α = 0.05, cela signifie **qu'il existe une différence significative** de la longueur des barbes entre les variétés, le CV de l'essai (5,354%) est inférieur à 30% ce qui indique une bonne précision de l'essai, donc des données obtenues.

Pour montrer la différence entre les variétés en longueur des barbes, nous avons appliqué la comparaison multiple des moyennes avec la méthode de la PPDS. Les résultats sont présentés dans le tableau 39 suivant.

Tableau 39. Tableau de test PPDS au niveau 5% de longueur des barbes.

Id	Modalité	Moyenne	Groupes homogènes			
6	Gamgeum R'kham	19,033	A			
4	Bidi	16,333		B		
5	Sangoub El Tair	10,533			C	
1	Vitron	10,433			C	
2	Waha	9,067			C	D
3	Amar6	7,967				D

Le tableau 39 montre que les résultats de la longueur des barbes des variétés étudiées se divisent en 5 groupes homogènes A, B, C, CD et D, où la variété Gamgeum R'Kham est classée en groupe A comme la variété la plus forte en longueur des barbes, puis la variété Bidi est classé seulement en groupe B, ensuite en groupe C comporte la variété Sangoub El Tair puis Vitron et ensuite la variété Waha est classée en groupe CD, et la variété Amar6 est classée en dernier seulement en groupe D comme la variété la plus faible en longueur des barbes.

Les résultats présentés par les variétés en longueur des barbes comportent la différence la plus importante parmi les paramètres étudiés, car les variétés se divisent en 4 groupes homogènes, cette différence phénotypique est le résultat de l'expression de facteur génétique, et qui signifié la différence importante entre les variétés en termes des caractères génétiques.

5.17. Poids de Mille Grains (PMG)

Après la récupération des grains nous avons mesuré le PMG (poids de mille grains), par un échantillon de 1000 grains de chaque parcelle à l'aide d'une balance de précision au niveau de laboratoire de l'université, puis les résultats ont été traités par le logiciel statistique (*Statbox végétal*), et nous avons obtenu l'analyse de la variance (ANOVA) à α = 5%, présentée dans le tableau 40 suivant.

Tableau 40. Tableau d'ANOVA des résultats de poids de mille grains.

	S.C.E	DDL	C.M.	F obs	PROBA/F théo	Coefficient de variation
Variation totale	2391,684	17	140,687			
Variation factorielle	2120,863	5	424,173	20,174	0,000	**8,015 %**
Variation blocs	60,560	2	30,280	1,440	0,282	
Variation résiduelle	210,262	10	21,026			

Le tableau 40 montre que F = 20.174 à α = 0.05, cela signifie **qu'il existe une différence significative** de poids de mille grains entre les variétés, le CV de l'essai (8,015%) est inférieur à 30% ce qui indique une bonne précision de l'essai, donc des données obtenues.

Pour montrer la différence entre les variétés en poids de mille grains, nous avons appliqué la comparaison multiple des moyennes avec la méthode de la PPDS, les résultats sont présentés dans le tableau 41 suivant.

Tableau 41. Tableau de test PPDS au niveau 5% de poids de mille grains.

Id	Modalité	Moyenne	Groupes homogènes	
6	Gamgeum R'kham	79,540	A	
4	Bidi	61,373		B
3	Amar6	53,413		B
5	Sangoub El Tair	51,333		B
2	Waha	49,283		B
1	Vitron	48,310		B

Le tableau 41 montre que les résultats de poids de mille grains se divisent en deux groupes A et B, où la variété Gamgeum R'Kham est classée en groupe A seulement comme la variété la plus forte en poids de mille grains, puis les autres variétés sont classées en groupe B par ordre décroissant comme suit ;

Bidi, Amar6, Sangoub El Tair, Waha et Vitron.

Cette différence est liée aux besoins climatiques et environnementaux des variétés étudiées, ces besoins qui sont contrôlés par les génotypes des variétés étudiés, et ce résultat comme les autres paramètres est l'expression phénotypique de facteur génétique, et cette expression n'est pas standard pour les variétés étudiées (dépendante des conditions climatiques).

5.18. Rendement des grains

Après la récolte et la récupération des grains et de la paille de blé, le rendement de chaque parcelle en grains et en paille a été pesé, puis les résultats ont été traités par le logiciel statistique (*Statbox végétal*), et nous avons obtenu l'analyse de la variance (ANOVA) à α = 5%, présentée dans les tableaux 42 et 43 suivants.

Tableau 42. Tableau d'ANOVA des résultats de rendement en grains.

	S.C.E	DDL	C.M.	F obs	PROBA/F théo	Coefficient de variation
Variation totale	204754,000	17	12044,353			
Variation factorielle	63109,333	5	12621,867	1,008	0,462	**23,871 %**
Variation blocs	16480,333	2	8240,167	0,658	0,543	
Variation résiduelle	125164,333	10	12516,433			

Le tableau 42 montre que F = 1.008 à α = 0.05, qui signifie **qu'il n'existe pas une différence significative** entre les variétés en rendement en grains, le CV de l'essai (23.871 %) est inférieur à 30% ce qui indique une bonne précision de l'essai, donc des données obtenues.

5.19. Rendement en paille

Le tableau 43 suivant représente les résultats de l'analyse de la variance (ANOVA) à α = 5% pour le rendement en paille.

Tableau 43. Tableau d'ANOVA des résultats de rendement en paille.

	S.C.E	DDL	C.M.	F obs	PROBA/F théo	Coefficient de variation
Variation totale	1406755,778	17	82750,340			
Variation factorielle	1186872,444	5	237374,489	16,832	0,000	**18,329 %**
Variation blocs	78860,444	2	39430,222	2,796	0,107	
Variation résiduelle	141022,889	10	14102,289			

Le tableau 43 montre que F =16.832 à α = 0.05, cela signifie **qu'il existe une différence significative** de rendement en paille entre les variétés, le CV de l'essai

(18,329%) est inférieur à 30% ce qui indique une bonne précision de l'essai, donc des données obtenues.

Pour montrer la différence entre les variétés, nous avons appliqué la comparaison multiple des moyennes avec la méthode de la PPDS, les résultats sont présentés dans le tableau 44 suivant.

Tableau 44. Tableau de test PPDS au niveau 5% de rendement en paille.

Id	Modalité	Moyenne	Groupes homogènes		
4	Bidi	1094,333	A		
6	Gamgeum R'kham	880,667	A	B	
2	Waha	617,000		B	C
5	Sangoub El Tair	455,333			C
3	Amar6	430,667			C
1	Vitron	409,333			C

Le tableau 44 montre que les résultats de rendement en paille pour les variétés étudiées se divisent en 4 groupes homogènes A, AB, BC et C, où la variété Bidi est la meilleure variété en rendement en paille qui est classée en groupe A seulement, puis la variété Gamgeum R'Kham est classée en groupe AB, ensuite il y a la variété Waha classée en groupe BC, puis les variétés Sangoube El Tair, Amar6 et Vitron sont classés par ordre de la meilleure vers la plus faible en rendement en paille en groupe C.

Le rendement en paille est un caractère très importante dans région de Laghouat, car la région est connue par l'élevage ovin à grande échelle, et la paille rentre dans l'alimentation ovin alors c'est important pour les agriculteurs d'avoir des variétés de blé avec un rendement important en paille, les variétés étudiées présentent une différence importante en se caractère, cette différence est liée aux besoins environnementaux des variétés qui sont déterminés par le génotype de chaque variété, c'est-à-dire les résultats présentés en tableau 44 présente la différence génétique des variétés étudiées sous les conditions environnementales de la région de Laghouat, et on mention chaque fois les conditions environnementales de la région, car l'expression phénotypique de génotype peut toujours changer selon les conditions environnementales et la zone de culture.

5.20. Durée du cycle

Le schéma de figure 11 représente la différence de stades de développement entre les variétés étudiées, où l'on remarque qu'il n'existe pas de différence au stade de germination et la levée représenté.

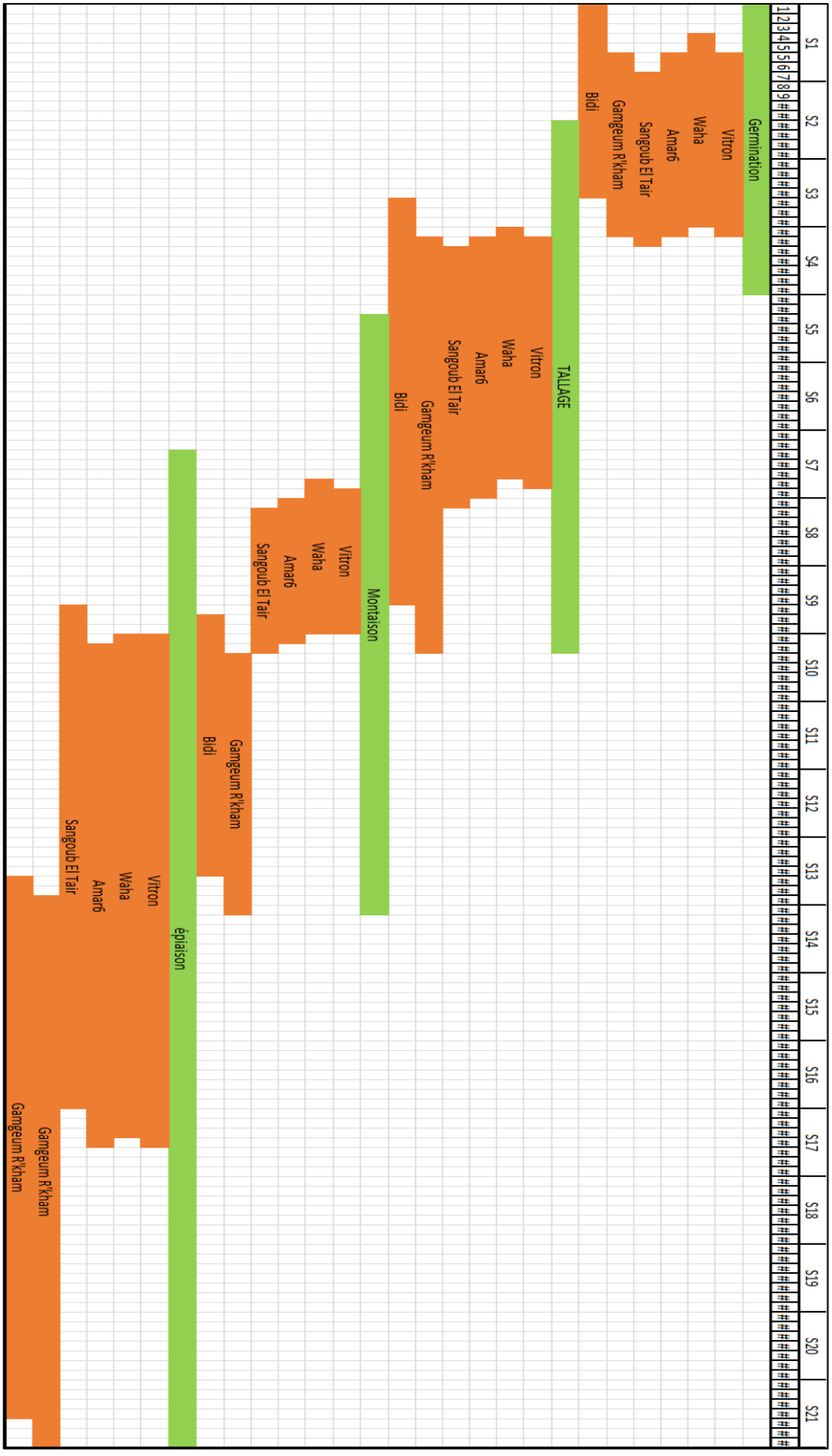


Figure 10. Évolution des stades phénologiques des variétés étudiées

L'analyse de la durée de cycle et les stades de développement des variétés étudiées révèle que les variétés présentent la même durée de germination et de développement, jusqu'au stade épiaison. Là où les variétés Vitron, Sangoub El Tair, Waha et Amar6 atteignent le stade épiaison après 88 jours et le stade de maturation et récolte après 113 jours.

Les variétés Bidi et Gamgeum R'Kham atteignent le stade épiaison après 109 jours (+21 jours) et le stade maturation et de récolte après 151 jours (+38 jours).

Lorsque les conditions climatiques sont pareilles pour toutes les variétés, alors la source de différence dans la durée de cycle est génétique, on peut dire alors que les variétés Bidi et Gamgeum R'kham sont des variétés tardives et les autres sont des variétés précoces sous les conditions climatiques de la région de Laghouat, par ce que les besoins climatiques et l'expression phénotypique de génotype peuvent toujours changer selon les conditions environnementales (sol et climat)de la zone de culture (voir figure 11).

5.21. Morphologie de l'épi, l'épillet et la graine des variétés

5.21.1. Vitron



Figure 11. Morphologie de l'épi, l'épillet et la graine de la variété Vitron.

Tableau 45. Caractéristiques de la variété Vitron.

Caractéristiques morphologiques	
Épi	blanc, compact.
Paille	courte, demi-pleine.
Grain	moyen, clair.
Caractéristiques culturales	
Cycle végétatif	précoce.
Tallage	fort.
Caractéristiques technologiques	
PMG	PMG : élevée.

5.21.2. Waha



Figure 12. Morphologie de l'épi, l'épillet et la graine de la variété Waha.

Tableau 46. Caractéristiques de la variété Waha.

Caractéristiques morphologiques	
Épi	blanc, compact, à barbes noires.
Paille	courte, demi-pleine.
Grain	moyen, clair ambré à roux.
Caractéristiques culturales	
Cycle végétatif	précoce.
Tallage	fort.
Caractéristiques technologiques	
PMG	PMG : élevée.

5.21.3. Amar6



Figure 13. Morphologie de l'épi, l'épillet et la graine de la variété Amar6.

Tableau 47. Caractéristiques de la variété Amar6.

Caractéristiques morphologiques	
Épi	blanc, compact.
Paille	courte, demi-creuse à pleine.
Grain	moyen, clair.
Caractéristiques culturales	
Cycle végétatif	précoce.
Tallage	fort.
Caractéristiques technologiques	
PMG	élevée.

5.21.4. Bidi



Figure 14. Morphologie de l'épi, l'épillet et la graine de la variété Bidi.

Tableau 48. Caractéristiques de la variété Bidi.

Caractéristiques morphologiques	
Épi	compact, long, noir et à barbes noires.
Paille	très haute, demi-creuse.
Grain	roux, allongé.
Caractéristiques culturales	
Cycle végétatif	tardif.
Tallage	fort.
Caractéristiques technologiques	
PMG	élevée.

5.21.5. Sangoub El Tair



Figure 15. Morphologie de l'épi, l'épillet et la graine de la variété Sangoub El Tair.

Tableau 49. Caractéristiques de la variété Sangoub El Tair.

Caractéristiques morphologiques	
Épi	compact, blanc et à barbes noires.
Paille	courte, pleine à demi creuse.
Grain	ambré, moyen.
Caractéristiques culturales	
Cycle végétatif	précoce.
Tallage	fort.
Caractéristiques technologiques	
PMG	élevée.

5.21.6. Gamgeum R'Kham



Figure 16. Morphologie de l'épi, l'épillet et la graine de la variété Gamgeum R'Kham.

Tableau 50. Caractéristiques de la variété Gamgeum R'Kham.

Caractéristiques morphologiques	
Épi	compact, long, à barbes noires.
Paille	très haute, demi-pleine.
Grain	jaune terne, allongé.
Caractéristiques culturales	
Cycle végétatif	tardif.
Tallage	fort.
Caractéristiques technologiques	
PMG	très élevée.

Conclusion

Conclusion

Le but de la présente étude était l'étude du comportement agronomique de six variétés de blé dur *(triticum durum desf.)* dans la wilaya de Laghouat, où les conditions de l'essai étaient les mêmes sur toutes les variétés afin d'étudier l'effet génétique présentée par les variétés étudiées sous les conditions climatiques de la zone de Laghouat.

Les variétés étudiées présentent une différence statiquement significative pour la majorité des paramètres étudiés, sauf pour la levée, le nombre de talles par pied, le nombre des épillets fertiles par épi et le rendement en grains où il n'existe pas une différence statiquement significative entre les variétés étudiées.

Selon les résultats de notre étude, les variétés Bidi et Gamgeum R'Kham qui sont des variétés paysannes présentent des caractères génétiques très intéressants, ces caractéristiques sont : la longueur des épis, la longueur des plants, la longueur du col, la longueur de dernier entre-nœud, le nombre des nœuds, le PMG et le rendement en paille. De plus, la variété Bidi est classé la deuxième variété en nombre des pieds/m² au contraire la variété Gamgeum R'Kham est classée la dernière dans ce paramètre, aussi cette dernière est classée en première position en nombre des épillets stériles par épi avec une moyenne de 6.7 épillets stériles par épi.

Les variétés certifiées présentes des caractères génétiques elles aussi intéressants surtout en nombre des épis par parcelle où la variété Waha puis Vitron sont les meilleures. Les variétés certifiées présentent aussi des caractères génétiques intéressants en nombre des pieds par parcelle où la variété Waha est classée en première position comme la meilleure variété en nombre des pieds et la variété Vitron est classée en troisième position après la variété Bidi.

Pour la phénologie, les variétés de blé dur montrent qu'on peut les classer en deux groupes tardifs (la variété Bidi et Gamgeum R'Kham) et précoces (les variétés Vitron, Waha, Amar6 et Sangoub El Tair).

Ces différences génétiques entre les variétés nous donnent une idée claire sur le potentiel génétique des variétés étudiées, surtout pour les variétés paysannes qui ne sont pas encore certifiées, et qui sont menacées de disparition face aux changements climatiques et la généralisation des semences certifiées. La disparition de variétés paysannes veut dire la disparition de ces caractères agronomiques assez importants pour de futurs plans de sélection et plus généralement de notre patrimoine phytogénétique.

Références bibliographique

Références bibliographiques

Abassenne, Bouzerzour et Hachemi, 1998 : Phénologie et production du blédur (*Triticum durum* Desf.) en zone semi – aride d'altitude. 1998. pp. 24-36.

Ait–Slimane-Ait-Kaki, 2008 : Contribution à l'étude de l'interaction génotype x milieu, pour la qualité technologiques chez le blé dur en Algérie. Thèse doc. Université Badji Mokhtar -Annaba 2008. p. 174.

Alismail et Kherous, 2017 : Influence de la densité de semis sur la production du blé dur dans la zone semi-aride du Haut Cheliff. Mémoire master. Université Djilali Bounaama Khemis Miliana : 2017. p. 66.

Alliès et al., : Blé dur Fiche technique, Les base de la culture. ABDD.

Aoues, Boutoumi, Benrima, 2017 : État phytosanitaire du blé dur local stocké en algérie. Revue Agrobiologia. 2017, Vol. 7, 1, pp. 286-296.

APS, 2020 : Produits alimentaires : recul de 15% de la facture d'importation en janvier 2020, http://www.aps.dz/economie/103444-produits-alimentaires-recul-de-15-de-la-facture-d-importation-en-janvier-2020 (consulté le : 26 mars 2020).

APS, 2019 : Agriculture: pas d'importation de blé dur et d'orge pour 2019, http://www.aps.dz/economie/95705-agriculture-pas-d-importation-de-ble-dur-et-d-orge-pour-2019 (consulté le : 26 mars 2020).

Badaoui et Gouasmi, 2017 : Etude biochimique de l'influence du séchage sur la valeur nutritionnelle de deux variétés de blé dur Algériennes (Bousseleme et Siméto). Mémoire master. Université Djilali Bounaama Khemis Miliana : s.n., 2017. p. 61.

Bahloul et Kaad, 2017 : Etude comparative de quinze lignées dublé dur (*Triticum durum* Desf.) pour une éventuelle sélection. Mémoire master. Université 8 Mai 1945 Guelma, p. 77.

Beauval, Valentin, 2017 : Hauts plateaux algériens : supériorité des variétés paysannes de céréales. 2017, https://www.infogm.org/6281-algerie-superiorite-varietes-paysannes-cereales (consulté le : 21 avrile 2020).

Belaid, 2015 : Filière céréales en Algérie, paroles de décideurs. Dossiers techniques agronomiques. 2015, p. 34.

Références bibliographiques

Belhacen This, Monneveux, 1996 : L'adaptation génétique face aux contraintes de sécheresse. Cahiers Agriculture. 1996, 4, pp. 251-261.

Benbelkacemet, Sadli, Brinis 1995 : La recherche pour la qualité des blés durs. Options Méditerranéennes. 1995, Vol. Série A, pp. 61-65.

Benchina et Bendjeddou, 2015 : Etude de la tolérancedu blé dur (*Triticum durum* Desf.) aux stress abiotiques sous un étage climatique sub-humide «Ouad Smar ». Mémoire master. École nationale supérieure d'agronomie el harrach, p. 88.

Benkrinah, Hafiani, Saidi, 2018 : Etude de paramètres morphologiques, physiologiques et biochimique due aux stress hydrique chez trois variété du blé dur (*Triticum durum* Desf). Mémoire master. Université 8 Mai 1945 Guelma, 2018. p. 65.

Chehat, 2007 : Analyse macroéconomique des filières, la filière blés en Algérie. Projet PAMLIM « Perspectives agricoles et agroalimentaires Maghrébines Libéralisation et Mondialisation » Alger : 7-9 avril 2007.

Chetmi, 2009 : Etude comparative de quelques variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf) et analyse diallèle de leurs hybrides F1. Mémoire magistère. Institut national d'agronomie El Harrach-Alger, p. 123.

Clement et Prats, 1970 : Les céréales. 2ème Ed. s.l. Collection d'enseignement agricole. p. 351.

Derbal, 2015 : Etude de la variation spatio-temporelle de certaines caractéristiques technologiques de quelques variétés de blé dur cultivées en Algérie. Mémoire magistère. Université Badji Mokhtar -Annaba : s.n., 2015.

Djaouti, 2010 : Renforcement des capacités des acteurs de la filière céréales en Algérie dans le cadre d'un partenariat Nord-Sud. Cas de la wilaya de Sétif. Mémoire master. Université Montpellier III, 2010. p. 120. 2-85352-443-4.

Djermoun, 2009 : La production céréalière en Algérie : les principales caractéristiques. Revue Nature et Technologie. juin 2009, 01, pp. 45-53.

Doorenbos, kassam, Benterisen, Branscheid, Plusjé, Smith, Uittenbogaard, Van Der Val., 1987 : Réponse des rendements à l'eau, bulletin de FAO d'irrigation et de drainage,p. 235. 92-5-200744-X

Références bibliographiques

Elhadef et Elokki, 2015 : Valeurs d'appréciation de la qualité technologique et biochimique des nouvelles obtentions variétales de blé dur en Algérie. Mémoire de magistère. Université Ferhat Abbas Sétif : s.n., 2015. p. 97.

Fritas, 2012 : Etude bioécologique du complexe des insectesliés aux cultures céréalières dans la region de Batna. (Algérie). Mémoire de magistère. Université Abou Bakr Belkaid.Tlemcen, 2012. p. 105.

Gate, 1995 : Ecophysiologie de blé. Paris : Technique et Doc.-Lavoisier, 2-7430-0046-5.

Gate, 1997: Écophysiologie du blé, préface de Tony Fischer. Paris : Technique et Documentation-Lavoisier, p. 103. ISBN: 9782743000462.

Gate. 2007 : Les variétés de blé se comme la même façon face à l'Ali, perspectives agricoles, N.,332, pp.48-51.

Gouet et Phillippeau, 2002 : Comment interpréter les résultats d'une analyse de variance ? Paris : ITCF, 2002. pp. 47.

Guckert, 2018 : Origines de blé et histoire du pain. Académie Lorraine des Sciences. https://factuel.univ-lorraine.fr/node/9623 (consulté le 13 mars 2020).

Hacini, 2014 : Etude de l'interaction Génotype X Environnement et effet de l'origine de quelques cultivars de blé dur (*Triticum durum* Desf.) sur les aptitudes adaptatives et qualitatives. Thèse doc. Université badji mokhtar annaba., 2014. p. 107.

Houyou, 2015 : Impact de la mise en culture en pluvial sur la dégradation du sol par érosion éolienne dans la steppe centrale (cas de la région de Laghouat). Thèse doc. Ecole nationale superieure agronomique El- Harrach-Alger, 2015. p. 155.

Ibzain et Kaced, 2018 : Impact de la politique agricole sur la sécurité alimentaire en Algérie : cas de la céréaliculture. Mémoire master. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou : s.n., 2018. p. 123.

ITGC., 2006 : Guide des principales variétés de céréales à paille en Algérie. 2006.

Kara et Zerguine, 2016 : Dosage des anthocyanes et delaglycine bétaine en conditions de stress hydrique et étude des mécanismes de tolérances chez dix variétés du blé dur

(*triticum durum* Desf.). Mémoire master. Université des Frères Mentouri Constantine 2016. p. 67.

Kellou, 2008 : Analyse du marché algérien du blé dur et les opportunités d'exportation pour les céréaliers français dans le cadre du pole de compétitivité Quali-méditerrnée. Le cas des coopératives Sud Céréales. Groupe coopératif occitan et Audecoup. 2008. p. 160. 2-85352-389-6.

Kherch, Medjden et Bouchfaa, 2012 : La politique céréalière en Algerie. 2012.

Khodja, 2017 : L'effet de fractionnement d'uneseuledose d'azote sur la production de blé dur (*Triticum durum*) variété Siméto dans la zone d'Ouarizane. Mémoire master.Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem., p. 62.

Kirouani, Ould Kiar, Boukhalfoun, et Fellahi, 2019 : Caractérisation de quelques variétés Algériennes de blé dur (*Triticum turgidum* L. var. durum) par le biais des marqueurs, Journal of Applied Biosciences 142, p. 14464 – 14477, ISSN 1997-5902.

Kramer, 1969 : Plant and soil water relationships a modern synthetix. McGraw-Hill Book Company, 482 p. ISBN 19690600125.

Loucif, 2015 : Etude du comportement variétal du blé dur (*Triticum durum* Desf.)vis-à-vis du nématode à kystes des céréales Heterodera avenae Woll.(Nematoda, Heteroderidae) dans la région de Batna en vue del'amélioration de cette culture. Mémoire magistère. universite el hadj lakhdar Batna. p. 117.

Maamri, 2011 : Stabilité du critère de la discrimination du carbone isotopique en relation avec le poids spécifique de la feuille drapeau chez quelques variétés de blé dur cultivées en milieu semi aride. Mémoire de magistère. Université Ferhat ABBES–Sétif. 2011. p. 76.

MADR., 2018 : statistiques agricoles. 2018. http://madrp.gov.dz/agriculture/statistiques-agricoles/ (consulté le : 10 janvier 2020).

Makedhi et Sali, 2016 : Effet des rayons ultraviolets-B et de la température sur les divers processus physiologiques du blé dur «*Triticum durum*». Mémoire master. Université de M'Hamed Bougara, Boumerdes, 2016. p. 60.

Références bibliographiques

Dubrulle, Pimouguet, Hazard. 2018. Semences paysannes : Définition. Dictionnaire d'Agroecologie, https://dicoagroecologie.fr/encyclopedie/semences-paysannes/ (consulté le : 23 février 2020).

Mass et Poss, 1989 : Salt sensitivity of wheat at different growth stages. Irrigation Science. Novombre 1989, 10, pp. 29-40.

Mazouz, 2006 : Etude de la contribution des paramètres phéno morphologiques dans l'adaptation du blé dur (*Triticum durum* Desf.) dans l'étage bioclimatique semi aride. Mémoire de magistère. Université El-Hadj Lakhdar- Batna p. 97.

Mberkani, 2012 : caractérisation morphologique de quelques populations locales de blé tendre (*triticum aestivum* L.) de la région d'Adrar. Thèse doc. École nationale supérieur agronomique, p. 87.

Mekhlouf, Bouzerzour, Dehbi et Hannachin, 2001 : Rythme de développement et variabilité de réponse du blé dur (*Triticum durum* Desf) aux basses températures.Tentatives de sélection pour la tolérance au gel. éd.OEB. Revue Agriculture N°3. pp. 14-23.

Mohamadi et Mostefaoui, 2019 : Etude de la diversité morphologique de quelques variétés de blé dur (*Tritucum durum* Desf). Universite Mohamed Boudiaf - M'sila, 2019. p. 41.

Monneveux, 1991 : Quelle stratégie pour l'amélioration génétique de tolérance au déficite hydrique des céréales d'hiver. [Auteur du livre] noureddine chalbi et yves demarly. L'amélioration des plantes pour l'adaptation aux miieux arides. paris : Auplef-Uref. john libbey eurotext, 1991, pp. 165-186.

Morsli, 2010 : Adaptation du blé dur (*triticum durum* desf) dans les conditions des hautes plaines constantinoises. Thèse doc. Université badji mokhtar annaba, 2010. p. 99.

Mouelef, 2010 : Caractères physiologiques et biochimiques de tolérance du blé dur (*Triticum durum* Desf.) au stress hydrique. Mémoire magistère. Université **Mentouri**,Constantine : s.n., 2010. p. 93.

Moule, 1971 : Céréales. Paris : La maison rustique, p. 95.

Références bibliographiques

Nedjah, 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. p. 98.

OCDE/FAO., 2019 : Perspectives agricoles de l'ocde et de la FAO 2019-2028. OCDE/FAO. 2019. pp. 135-153, http://www.fao.org/publications/oecd-fao-agricultural-outlook/2019-2028/fr/ (consulté le : 17 avrile 2020).

Ondo, Olivier Essiane, 2014 : Caractérisation d'une collection de variétés anciennes de blé pour leur réponse à la mycorhization et impact sur la qualité du grain. Thèse doc. bourgogne : Université de Bourgogne, 2014. p. 197.

Ouanzar, 2012 : Etude comparative de l'effet du semis direct et du labour conventionnel sur le comportement du blé dur (*Triticum durum* Desf.). mémoire magistère. Universite Ferhat Abbas Setif: s.n., 2012. p. 49.

Rastoin et Benabderrazik, 2014 : Céréales et oléoprotéagineux au Maghreb. Institut de Prospective Economique du Monde Méditerranéen.2014. p. 134.

Soltner, 2000 : Phytotechnie générale : les bases de la production végétales. . Tome 1 : le sol et son amélioration. Collection sciences et techniques agricoles, p. 467.

Slotner, 1980 : les grandes productions végétales : céréales, plantes sarclées, prairie. Coll. Sciences et techniques agricoles. 17eme ED. 464p.

Unigrains, 2019 : Le marché mondial du blé. 2019. https://www.unigrains.fr/wp-content/uploads/2019/04/2019-03-UNIGRAINS-marche-mondial-ble.pdf (consulté le : 24 janvier 2020).

UPOV, 2012 : Blé DUR, principales directeurs pour la conduite de l'examen de la distinction, de l'homogénéité et de la stabilité.

Annexes

F

TG/120/4(proj.5)
ORIGINAL : anglais
DATE : 2012-01-26

UPOV

UNION INTERNATIONALE POUR LA PROTECTION DES OBTENTIONS VÉGÉTALES

GENÈVE

PROJET

BLÉ DUR

Code UPOV : TRITI_TUR_DUR

Triticum turgidum L. subsp. *durum* (Desf.) Husn.

PRINCIPES DIRECTEURS

POUR LA CONDUITE DE L'EXAMEN

DE LA DISTINCTION, DE L'HOMOGÉNÉITÉ ET DE LA STABILITÉ

établis par un expert d'Australie

pour examen par le

Comité technique à sa quarante-huitième session
qui se tiendra à Genève du 26 au 28 mars 2012

Autres noms communs :*

nom botanique	*anglais*	*français*	*allemand*	*espagnol*
Triticum turgidum L. subsp. *durum* (Desf.) Husn., *Triticum durum* Desf., *Triticum turgidum* subsp. *turgidum* conv. *durum* (Desf.) MacKey, *Triticum turgidum* L.	Durum Wheat, Hard Wheat, Macaroni Wheat Pasta Wheat	Blé dur	Durumweizen, Hartweizen	Trigo Duro

Ces principes directeurs ("principes directeurs d'examen") visent à approfondir les principes énoncés dans l'introduction générale (document TG/1/3) et dans les document TGP qui s'y rapportent afin de donner des indications concrètes détaillées pour l'harmonisation de l'examen de la distinction, de l'homogénéité et de la stabilité (DHS) et, en particulier, à identifier des caractères convenant à l'examen DHS et à la production de descriptions variétales harmonisées.

DOCUMENTS CONNEXES

* Ces noms, corrects à la date d'adoption des présents principes directeurs d'examen, peuvent avoir été révisés ou actualisés. [Il est conseillé au lecteur de se reporter au code taxonomique de l'UPOV, sur le site Web de l'UPOV (*www.upov.int*), pour l'information la plus récente].

Ces principes directeurs d'examen doivent être interprétés en relation avec l'introduction générale et les documents TGP qui s'y rapportent.

SOMMAIRE PAGE

1. OBJET DE CES PRINCIPES DIRECTEURS D'EXAMEN 4
2. MATERIEL REQUIS 4
3. METHODE D'EXAMEN 4
3.1 Nombre de cycles de végétation 4
3.2 Lieu des essais 4
3.3 Conditions relatives à la conduite de l'examen 5
3.4 Protocole d'essai 5
3.5 Essais supplémentaires 5
4. EXAMEN DE LA DISTINCTION, DE L'HOMOGENEITE ET DE LA STABILITE 5
4.1 Distinction 5
4.2 Homogénéité 7
4.3 Stabilité 7
5. GROUPEMENT DES VARIETES ET ORGANISATION DES ESSAIS EN CULTURE 7
6. INTRODUCTION DU TABLEAU DES CARACTERES 8
6.1 Catégories de caractères 8
6.2 Niveaux d'expression et notes correspondantes 8
6.3 Types d'expression 9
6.4 Variétés indiquées à titre d'exemples 9
6.5 Légende 9
7. TABLE OF CHARACTERISTICS/TABLEAU DES CARACTERES/MERKMALSTABELLE/TABLA DE CARACTERES 10
8. EXPLICATIONS DU TABLEAU DES CARACTERES 19
8.1 Explications portant sur plusieurs caractères 19
8.2 Explications portant sur certains caractères 19
8.3 Définition des stades de développement de l'échelle de Zadoks pour les céréales 26
9. BIBLIOGRAPHIE 27

1. Objet de ces principes directeurs d'examen

Ces principes directeurs d'examen s'appliquent à toutes les variétés de *Triticum turgidum* L. subsp. *durum* (Desf.) Husn.

2. Matériel requis

2.1 Les autorités compétentes décident de la quantité de matériel végétal nécessaire pour l'examen de la variété, de sa qualité ainsi que des dates et lieux d'envoi. Il appartient au demandeur qui soumet du matériel provenant d'un pays autre que celui où l'examen doit avoir lieu de s'assurer que toutes les formalités douanières ont été accomplies et que toutes les conditions phytosanitaires sont respectées.

2.2 Le matériel doit être fourni sous forme de semences.

2.3 La quantité minimale de matériel végétal à fournir par le demandeur est de :

semences : 5 kg
épis (si demandés) : 100.

Les semences doivent satisfaire aux conditions minimales exigées pour la faculté germinative, la pureté spécifique, l'état sanitaire et la teneur en eau, indiquées par l'autorité compétente. Dans le cas où les semences doivent être maintenues en collection, la faculté germinative doit être aussi élevée que possible et indiquée par le demandeur. Les épis doivent contenir un nombre de semences viables suffisant pour l'établissement d'une ligne de plantes permettant d'effectuer les observations.

2.4 Le matériel végétal doit être manifestement sain, vigoureux et indemne de tout parasite ou toute maladie importants.

2.5 Le matériel végétal ne doit pas avoir subi de traitement susceptible d'influer sur l'expression des caractères de la variété, sauf autorisation ou demande expresse des autorités compétentes. S'il a été traité, le traitement appliqué doit être indiqué en détail.

3. Méthode d'examen

3.1 Nombre de cycles de végétation

En règle générale, la durée minimale des essais doit être de deux cycles de végétation indépendants.

3.2 Lieu des essais

En règle générale, les essais doivent être conduits en un seul lieu. Pour les essais conduits dans plusieurs lieux, des indications figurent dans le document TGP/9, intitulé "Examen de la distinction".

3.3 Conditions relatives à la conduite de l'examen

3.3.1 Les essais doivent être conduits dans des conditions assurant une croissance satisfaisante pour l'expression des caractères pertinents de la variété et pour la conduite de l'examen.

3.3.2 Stade de développement pour l'observation

Le stade optimal de développement pour l'observation de chaque caractère est indiqué par un nombre dans la deuxième colonne du tableau des caractères. Les stades de développement correspondant à chaque nombre sont décrits dans la définition des stades de développement de l'échelle de Zadoks pour les céréales dans le chapitre 8.3.

3.4 Protocole d'essai

3.4.1 Chaque essai doit être conçu de manière à porter au total sur 2000 plantes au moins, qui doivent être réparties en 2 répétitions au moins. L'évaluation du caractère "type de développement" doit être faite sur 300 plantes au moins.

3.4.2 Les essais doivent être conçus de telle sorte que l'on puisse prélever des plantes ou parties de plantes pour effectuer des mesures ou des dénombrements sans nuire aux observations ultérieures qui doivent se poursuivre jusqu'à la fin de la période de végétation.

3.4.3 Épis-lignes simples : si des essais sont conduits sur des épis-lignes, 100 épis-lignes au moins doivent être observés.

3.4.4 Dans le cas de variétés hybrides, les lignées parentales doivent être incluses dans les essais, faire l'objet d'essais et être évaluées comme toute autre variété autogame. Les observations portant sur la variété hybride doivent être faites sur 200 plantes au moins.

3.5 Essais supplémentaires

Des essais supplémentaires peuvent être établis pour l'observation de caractères pertinents.

4. Examen de la distinction, de l'homogénéité et de la stabilité

4.1 Distinction

4.1.1 Recommandations générales

Il est particulièrement important pour les utilisateurs de ces principes directeurs d'examen de consulter l'introduction générale avant toute décision quant à la distinction. Cependant, il conviendra de prêter une attention particulière aux points ci-après.

4.1.2 Différences reproductibles

Les différences observées entre les variétés peuvent être suffisamment nettes pour qu'un deuxième cycle de végétation ne soit pas nécessaire. En outre, dans certains cas, l'influence du milieu n'appelle pas plus d'un cycle de végétation pour s'assurer que les différences observées entre les variétés sont suffisamment reproductibles. L'un des moyens

de s'assurer qu'une différence observée dans un caractère lors d'un essai en culture est suffisamment reproductible consiste à examiner le caractère au moyen de deux observations indépendantes au moins.

4.1.3 Différences nettes

La netteté de la différence entre deux variétés dépend de nombreux facteurs, et notamment du type d'expression du caractère examiné, selon qu'il s'agit d'un caractère qualitatif, un caractère quantitatif ou encore pseudo-qualitatif. Il est donc important que les utilisateurs de ces principes directeurs d'examen soient familiarisés avec les recommandations contenues dans l'introduction générale avant toute décision quant à la distinction.

4.1.4 *Nombre de plantes ou parties de plantes à examiner*

Sauf indication contraire, aux fins de la distinction, toutes les observations portant sur des plantes isolées doivent être effectuées sur 20 plantes ou des parties prélevées sur chacune de ces 20 plantes et toutes les autres observations doivent être effectuées sur la totalité des plantes de l'essai, sans tenir compte d'éventuelles plantes hors-type.

4.1.5 Méthode d'observation

La méthode recommandée pour l'observation du caractère aux fins de la distinction est indiquée par le code suivant dans la deuxième colonne du tableau des caractères (voir le document TGP/9 "Examen de la distinction", section 4 "Observation des caractères") :

MG : mensuration unique d'un ensemble de plantes ou de parties de plantes
MS : mensuration d'un certain nombre de plantes isolées ou de parties de plantes
VG : évaluation visuelle fondée sur une seule observation faite sur un ensemble de plantes ou de parties de plantes
VS : évaluation visuelle fondée sur l'observation d'un certain nombre de plantes isolées ou de parties de plantes

Type d'observation : visuelle (V) ou mesure (M)

L'observation "visuelle" (V) est une observation fondée sur le jugement de l'expert. Aux fins du présent document, on entend par observation "visuelle" les observations sensorielles des experts et cela inclut donc aussi l'odorat, le goût et le toucher. Entrent également dans cette catégorie les observations pour lesquelles l'expert utilise des références (diagrammes, variétés indiquées à titre d'exemples, comparaison deux à deux) ou des chartes (chartes de couleur). La mesure (M) est une observation objective en fonction d'une échelle graphique linéaire, effectuée à l'aide d'une règle, d'une balance, d'un colorimètre, de dates, d'un dénombrement, etc.

Type de notation : pour un ensemble de plantes (G) ou des plantes isolées (S)

Aux fins de l'examen de la distinction, les observations peuvent donner lieu à une notation globale pour un ensemble de plantes ou parties de plantes (G), ou à des notations pour un certain nombre de plantes ou parties de plantes isolées (S). Dans la plupart des cas, la lettre "G" correspond à une notation globale par variété et il n'est pas possible, ni nécessaire, de recourir à des méthodes statistiques pour évaluer la distinction.

Lorsque plusieurs méthodes d'observation du caractère sont indiquées dans le tableau des caractères (p.ex. VG/MG), des indications sur le choix d'une méthode adaptée figurent à la section 4.2 du document TGP/9.

4.2 Homogénéité

4.2.1 Il est particulièrement important pour les utilisateurs de ces principes directeurs d'examen de consulter l'introduction générale avant toute décision quant à l'homogénéité. Cependant, il conviendra de prêter une attention particulière aux points ci-après.

4.2.2 Pour l'évaluation de l'homogénéité, dans le cas d'un échantillon de 2000 plantes, il faut appliquer une norme de population de 1% et une probabilité d'acceptation d'au moins 95%. Dans le cas d'un échantillon de 2000 plantes, 5 plantes hors-type sont tolérées. Les caractères qui doivent être observés sur un échantillon de 2000 plantes sont indiqués par un "B" dans le tableau des caractères.

4.2.3 Pour l'évaluation de l'homogénéité dans le cas d'un échantillon de 100 plantes, parties de plantes ou épis-lignes, il faut appliquer une norme de population de 0,1% et une probabilité d'acceptation d'au moins 95%. Dans le cas d'un échantillon de 100 plantes, parties de plantes ou épis-lignes, 3 plantes ou épis-lignes hors-type sont tolérés. Un épi-ligne est considéré comme hors-type si l'on compte plus d'une plante hors-type dans cet épi-ligne. Les caractères qui doivent être observés sur un échantillon de 100 plantes sont indiqués par un "A" dans le tableau des caractères.

4.2.4 Pour ces caractères "A", à l'exception du caractère 1, l'évaluation de l'homogénéité peut être réalisée en deux étapes. La première consiste à observer 20 plantes ou parties de plantes. Si aucune plante hors-type n'est observée, la variété est réputée homogène. Si plus de 3 plantes hors-type sont observées, la variété est réputée non homogène. Si 1 à 3 plantes hors-type sont observées, un échantillon supplémentaire de 80 plantes ou parties de plantes doit être observé.

4.3 Stabilité

4.3.1 Dans la pratique, il n'est pas d'usage d'effectuer des essais de stabilité dont les résultats apportent la même certitude que l'examen de la distinction ou de l'homogénéité. L'expérience montre cependant que, dans le cas de nombreux types de variétés, lorsqu'une variété s'est révélée homogène, elle peut aussi être considérée comme stable.

4.3.2 Lorsqu'il y a lieu, ou en cas de doute, la stabilité peut être évaluée plus précisément en examinant un nouveau lot de semences, afin de vérifier qu'il présente les mêmes caractères que le matériel fourni initialement.

5. Groupement des variétés et organisation des essais en culture

5.1 Pour sélectionner les variétés notoirement connues à cultiver lors des essais avec la variété candidate et déterminer comment diviser en groupes ces variétés pour faciliter la détermination de la distinction, il est utile d'utiliser des caractères de groupement.

5.2 Les caractères de groupement sont ceux dont les niveaux d'expression observés, même dans différents sites, peuvent être utilisés, soit individuellement soit avec d'autres caractères de même nature, a) pour sélectionner des variétés notoirement connues susceptibles d'être

exclues de l'essai en culture pratiqué pour l'examen de la distinction et b) pour organiser l'essai en culture de telle sorte que les variétés voisines soient regroupées.

5.3 Il a été convenu de l'utilité des caractères ci-après pour le groupement des variétés :

a) Glume inférieure : pilosité de la face externe (caractère 19)
b) Paille : moelle en section transversale (caractère 20)
c) Barbes : couleur (caractère 21)
d) Épi : couloration (caractère 23)
e) Grain : coloration au phénol (caractère 27)
f) Plante : type de développement (caractère 28)

5.4 Des conseils relatifs à l'utilisation des caractères de groupement dans la procédure d'examen de la distinction figurent dans l'introduction générale et le document TGP/9 "Examen de la distinction".

6. Introduction du tableau des caractères

6.1 Catégories de caractères

6.1.1 Caractères standard figurant dans les principes directeurs d'examen

Les caractères standard figurant dans les principes directeurs d'examen sont ceux qui sont admis par l'UPOV en vue de l'examen DHS et parmi lesquels les membres de l'Union peuvent choisir ceux qui sont adaptés à leurs besoins particuliers.

6.1.2 Caractères avec astérisque

Les caractères avec astérisque (signalés par un *) sont des caractères figurant dans les principes directeurs d'examen qui sont importants pour l'harmonisation internationale des descriptions variétales : ils doivent toujours être pris en considération dans l'examen DHS et être inclus dans la description variétale par tous les membres de l'Union, sauf lorsque cela est impossible compte tenu du niveau d'expression d'un caractère précédent ou des conditions de milieu régionales.

6.2 Niveaux d'expression et notes correspondantes

6.2.1 Des niveaux d'expression sont indiqués pour chaque caractère afin de définir le caractère et d'harmoniser les descriptions. Pour faciliter la consignation des données ainsi que l'établissement et l'échange des descriptions, à chaque niveau d'expression est attribuée une note exprimée par un chiffre.

6.2.2 Dans le cas de caractères qualitatifs et pseudo-qualitatifs (voir le chapitre 6.3), tous les niveaux d'expression pertinents sont présentés dans le caractère. Toutefois, dans le cas de caractères quantitatifs ayant cinq niveaux ou davantage, une échelle abrégée peut être utilisée afin de réduire la taille du tableau des caractères. Par exemple, dans le cas d'un caractère quantitatif comprenant neuf niveaux d'expression, la présentation des niveaux d'expression dans les principes directeurs d'examen peut être abrégée de la manière suivante :

Niveau	Note
petit	3
moyen	5
grand	7

Toutefois, il convient de noter que les neuf niveaux d'expression ci-après existent pour décrire les variétés et qu'ils doivent être utilisés selon que de besoin :

Niveau	Note
très petit	1
très petit à petit	2
petit	3
petit à moyen	4
moyen	5
moyen à grand	6
grand	7
grand à très grand	8
très grand	9

6.2.3 Des précisions concernant la présentation des niveaux d'expression et des notes figurent dans le document TGP/7 "Élaboration des principes directeurs d'examen".

6.3 Types d'expression

Une explication des types d'expression des caractères (caractères qualitatifs, quantitatifs et pseudo-qualitatifs) est donnée dans l'introduction générale.

6.4 Variétés indiquées à titre d'exemples

Au besoin, des variétés sont indiquées à titre d'exemples afin de mieux définir les niveaux d'expression d'un caractère.

6.5 Légende

(*) Caractère avec astérisque – voir le chapitre 6.1.2

QL Caractère qualitatif – voir le chapitre 6.3
QN Caractère quantitatif – voir le chapitre 6.3
PQ Caractère pseudo-qualitatif – voir le chapitre 6.3

MG, MS, VG, VS – voir le chapitre 4.1.5

A : échantillon de 100 plantes requis pour l'examen de l'homogénéité – voir le chapitre 4.2.3
B : échantillon de 2000 plantes requis pour l'examen de l'homogénéité – voir le chapitre 4.2.2
C : essai supplémentaire – voir le chapitre 3.5

(a) Voir les explications du tableau des caractères au chapitre 8.1
(+) Voir les explications du tableau des caractères au chapitre 8.2
0-92 Voir les explications du tableau des caractères au chapitre 8.3

7. Table of Characteristics/Tableau des caractères/Merkmalstabelle/Tabla de caracteres

		English	français	deutsch	español	Example Varieties/ Exemples/ Beispielssorten/ Variedades ejemplo	Note/ Nota
1. (+)	**09-11 VG C A**	**Coleoptile: anthocyanin coloration**	**Coléoptile : pigmentation anthocyanique**	**Koleoptile: Anthocyanfärbung**	**Coleóptilo: pigmentación antociánica**		
		absent or weak	nulle ou très faible	fehlend oder sehr gering	ausente o muy débil	Fara, Kronos, Valgiorgio	
		weak	faible	gering	débil	Campomoro	
		medium	moyenne	mittel	media	Capdur, Chandur, Yallaroi	5
		strong	forte	stark	fuerte	Kamilaroi, Primadur, Wollaroi	7
		very strong	très forte	sehr stark	muy fuerte	EGA Bellaroi, Miradur, Tamaroi	9
2. (*) (+)	**25-29 VG B**	**Plant: growth habit**	**Plante : port**	**Pflanze: Wuchsform**	**Planta: porte**		
QN		erect	dressé	aufrecht	erecto	EGA Bellaroi	1
		semi-erect	demi-dressé	halbaufrecht	semierecto	Kronos	3
		intermediate	demi-dressé à demi-étalé	intermediär	intermedio	Don Sebastian, Tamaroi, Valnova, Yallaroi	5
		semi-prostrate	demi-étalé	halbliegend	semipostrado	Buck Aguará, Buck Ambar, Buck Granate, Buck Topacio	7
		prostrate	étalé	liegend	postrado		9

		English	français	deutsch	español	Example Varieties/ Exemples/ Beispielssorten/ Variedades ejemplo	Note/ Nota
3.	**50-51 VG B**	**Frequency of plants with recurved flag leaves**	**Fréquence des plantes avec la dernière feuille retombante**	**Häufigkeit von Pflanzen mit gebogenen Fahnenblättern**	**Frecuencia de plantas con hojas bandera recurvadas**		
QN		absent or very low	nulle ou très faible	fehlend oder sehr gering	ausente o muy baja	Bolo, Roqueño	1
		low	faible	gering	baja	Don Jose	3
		medium	moyenne	mittel	media		5
		high	élevée	hoch	alta		7
		very high	très élevée	sehr hoch	muy alta	Capdur	9
4. (*) (+)	**50-51 MG B**	**Time of ear emergence**	**Époque d'épiaison**	**Zeitpunkt des Ährenschiebens**	**Época de espigado**		
QN		early	précoce	früh	temprana	Don Jose	3
		medium	moyenne	mittel	media	Arrivato, Don Sebastian, Tamaroi, Yallaroi	5
		late	tardive	spät	tardía	Kronos	7
5.	**55-59 VG A**	**Flag leaf: anthocyanin coloration of auricles**	**Dernière feuille : pigmentation anthocyanique des oreillettes**	**Fahnenblatt: Anthocyanfärbung der Blatthäutchen**	**Hoja bandera: pigmentación antociánica de las aurículas**		
QN		absent or very weak	nulle ou très faible	fehlend oder sehr gering	ausente o muy débil	Kamilaroi, Tamaroi	1
		weak	faible	gering	débil	Carpio, Yallaroi	2
		medium	moyenne	mittel	media	Don Jose	3
		strong	forte	stark	fuerte	Carioca, Wollaroi	4
		very strong	très forte	sehr stark	muy fuerte		5

		English	français	deutsch	español	Example Varieties/ Exemples/ Beispielssorten/ Variedades ejemplo	Note/ Nota
6. (*)	**55-65 VG B**	**Flag leaf: glaucosity of sheath**	**Dernière feuille : glaucescence de la gaine**	**Fahnenblatt: Bereifung der Blattscheide**	**Hoja bandera: glauescencia de la vaina**		
QN		absent or very weak	nulle ou très faible	fehlend oder sehr gering	ausente o muy débil	Capeiti 8	1
		weak	faible	gering	débil	Hyperno	3
		medium	moyenne	mittel	media	Kalka	5
		strong	forte	stark	fuerte	Arrivato, Don José, Don Sebastian, Grandur, Yallaroi	7
		very strong	très forte	sehr stark	muy fuerte	Tamaroi, Valnova	9
7. (*)	**55-65 VG B**	**Flag leaf: glaucosity of lower side of leaf blade**	**Dernière feuille : glaucescence de la face inférieure du limbe**	**Fahnenblatt: Bereifung der Unterseite der Blattspreite**	**Hoja bandera: glauescencia del envés del limbo**		
QN		absent or very weak	nulle ou très faible	fehlend oder sehr gering	ausente o muy débil	EGA Bellaroi	1
		weak	faible	gering	débil	Bolo, Grandur, Hyperno	3
		medium	moyenne	mittel	media		5
		strong	forte	stark	fuerte	Kalka	7
8. (+)	**55-69 VG B**	**Culm: density of hairiness of uppermost node**	**Tige : intensité de la pilosité du dernier nœud**	**Halm: Dichte der Behaarung des obersten Knotens**	**Tallo: densidad de la vellosidad del nudo superior**		
QN		absent or very weak	nulle ou très faible	fehlend oder sehr gering	ausente o muy débil	Don Sebastian	1
		weak	faible	gering	débil	Carpio, Esquilache, Grandur, Tamaroi	3
		medium	moyenne	mittel	media	Mexa, Yallaroi	5
		strong	forte	stark	fuerte	Arrivato	7

		English	français	deutsch	español	Example Varieties/ Exemples/ Beispielssorten/ Variedades ejemplo	Note/ Nota
9. (*)	**60-69 VG B**	**Culm: glaucosity of neck**	**Tige : glaucescence du col de l'épi**	**Halm: Bereifung des obersten Internodiums**	**Tallo: glauescencia del cuello de la espiga**		
QN		absent or very weak	nulle ou très faible	fehlend oder sehr gering	ausente o muy débil	Capeiti 8	1
		weak	faible	gering	débil		3
		medium	moyenne	mittel	media	Don Jose	5
		strong	forte	stark	fuerte	Don Sebastian, Roqueño, Tamaroi	7
		very strong	très forte	sehr stark	muy fuerte	Kronos	9
10. (*)	**60-69 VG B**	**Ear: glaucosity**	**Épi : glaucescence**	**Ähre: Bereifung**	**Espiga: glauescencia**		
QN		absent or very weak	nulle ou très faible	fehlend oder sehr gering	ausente o muy débil	Capeiti 8	1
		weak	faible	gering	débil	Kronos	3
		medium	moyenne	mittel	media	Don Jose, Oscar, Yallaroi	5
		strong	forte	stark	fuerte	Don Sebastian, EGA Bellaroi, Grandur, Roqueño, Tamaroi	7
11. (*) (+)	**75-92 MG B**	**Plant: length**	**Plante : longueur**	**Pflanze: Länge**	**Planta: longitud**		
QN		very short	très courte	sehr kurz	muy corta	Gargiflash, Oscar	1
		short	courte	kurz	corta	Kamilaroi, Mexa	3
		medium	moyenne	mittel	media	Don Jose, Grandur, Yallaroi	5
		long	longue	lang	larga	Capelli, Tamaroi	7

		English	français	deutsch	español	Example Varieties/ Exemples/ Beispielssorten/ Variedades ejemplo	Note/ Nota
12. **(+)**	**75-92 VG B**	**Ear: distribution of awns**	**Épi : répartition des barbes**	**Ähre: Verteilung der Grannen**	**Espiga: distribución de las barbas**		
PQ		awnless	sans barbes	grannenlos	sin aristas		1
		tip awned	extrémité barbue	nur an der Spitze	en el ápice	Saintly	2
		half awned	demi-barbu	obere Hälfte	en la mitad		3
		fully awned	sur toute la longueur	ganze Länge	en toda la espiga	Arrivato, Tamaroi	4
13. **(*)** **(+)**	**75-92 VG B**	**Ear: length of awns at tip relative to length of ear**	**Épi : longueur des barbes à l'extrémité par rapport à la longueur de l'épi**	**Ähre: Grannenlänge an der Spitze im Verhältnis zur Länge der Ähre**	**Espiga: longitud de las barbas en el extremo en relación con la longitud de la espiga**		
QN		shorter	plus courtes	kürzer	más cortas	Saintly	1
		equal	égales	gleich lang	iguales	Tamaroi	2
		longer	plus longues	länger	más largas	Arrivato, Oscar	3
14. **(+)**	**80-92 VG A**	**Lower glume: shape**	**Glume inférieure : forme**	**Hüllspelze: Form**	**Gluma inferior: forma**		
PQ	**(a)**	ovoid	ovoïde	eiförmig	ovoide	Carpio, Grandur, Kronos, Randur, Tamaroi	1
		medium oblong	moyennement oblongue	mittel rechteckig	oblonga media	Don Jose, Oscar, Yallaroi	2
		narrow oblong	oblongue étroite	schmal rechteckig	oblonga estrecha	Don Sebastian	3
15. **(+)**	**80-92 VG A**	**Lower glume: shape of shoulder**	**Glume inférieure : forme de la troncature**	**Hüllspelze: Form der Schulter**	**Gluma inferior: forma del hombro**		
PQ	**(a)**	sloping	inclinée	abfallend	puntiagudo	Don Jaime, Yallaroi	1
		rounded	arrondie	abgerundet	redondeado	Wollaroi	2
		straight	droite	gerade	recto	Don Jose, Hyperno, Roqueño	3
		elevated	échancrée	gehoben	elevado	Amilcar, Tamaroi	4
		elevated with a 2nd beak	échancrée avec présence d'un 2e bec	gehoben mit zweitem Zahn	elevado con presencia de un segundo pico	Capdur, Don Sebastian, Oscar, Saintly	5

		English	français	deutsch	español	Example Varieties/ Exemples/ Beispielssorten/ Variedades ejemplo	Note/ Nota
16. **(+)**	**80-92 VG A**	**Lower glume: width of shoulder**	**Glume inférieure : largeur de la troncature**	**Hüllspelze: Breite der Schulter**	**Gluma inferior: anchura del hombro**		
QN	**(a)**	very narrow	très étroite	sehr schmal	muy estrecho	Don Sebastian	1
		narrow	étroite	schmal	estrecho	Oscar, Tamaroi	3
		medium	moyenne	mittel	medio	Kronos	5
		broad	large	breit	ancho		7
17.	**80-92 VG A**	**Lower glume: length of beak**	**Glume inférieure : longueur du bec**	**Hüllspelze: Länge des Zahns**	**Gluma inferior: longitud del pico**		
QN	**(a)**	very short	très court	sehr kurz	muy corto	Saintly	1
		short	court	kurz	corto	Tamaroi, Vitron	3
		medium	moyen	mittel	medio	Don Jose, Kailaroi	5
		long	long	lang	largo	Mellaria, Mexa	7
18. **(+)**	**80-92 VG A**	**Lower glume: curvature of beak**	**Glume inférieure : courbure du bec**	**Hüllspelze: Biegung des Zahns**	**Gluma inferior: curvatura del pico**		
QN	**(a)**	absent	nulle	fehlend	ausente	Durox, Mexa, Saintly	1
		weak	faible	gering	débil	Don Jose, Hyperno, Tamaroi	3
		moderate	moyenne	mäßig	moderada	Capdur, Don Jaime, Kamilaroi	5
		strong	forte	stark	fuerte		7
19. **(*)** **(+)**	**80-92 VG A**	**Lower glume: hairiness of external surface**	**Glume inférieure : pilosité de la face externe**	**Hüllspelze: Behaarung der äußeren Oberfläche**	**Gluma inferior: vellosidad de la superficie externa**		
QL	**(a)**	absent	absente	fehlend	ausente	Don Sebastian, Grandur, Hyperno, Roqueño	1
		present	présente	vorhanden	presente	Don Jose, Paramo, Wollaroi	9

		English	français	deutsch	español	Example Varieties/ Exemples/ Beispielssorten/ Variedades ejemplo	Note/ Nota
20. (*) (+)	**90-92 VG A**	**Straw: pith in cross section**	**Paille : moelle en section transversale**	**Halm: Füllung im Querschnitt**	**Tallo: médula en la sección transversal**		
QN		thin	peu épaisse	dünn	delgada	Hyperno, Valnova	1
		medium	moyenne	mittel	media	Tamaroi	3
		thick	épaisse	dick	gruesa	line4210.23.6, Paramo	5
21. (*)	**90-92 VG B**	**Awn: color**	**Barbes : couleur**	**Granne: Farbe**	**Barba: color**		
PQ		white	blanc	weiß	blanco	Don Sebastian, Kronos	1
		light brown	brun clair	hellbraun	marrón claro	Kamailaroi, Yallaroi	2
		medium purple	pourpre moyen	mittelpurpurn	púrpura medio	line4210.23.6, Tejon	3
		dark purple	pourpre foncé	dunkelpurpurn	púrpura oscuro	Capdur, Don Jose, Tamaroi, Valnova	4
22. (*)	**90-92 MS A**	**Ear: length (excluding awns)**	**Épi : longueur (à l'exclusion des barbes)**	**Ähre: Länge (ohne Grannen)**	**Espiga: longitud (excluidas las barbas)**		
QN		short	court	kurz	corta	Don Jaime	3
		medium	moyen	mittel	media	Arrivato, Don Jose, Kronos, Tamaroi	5
		long	long	lang	larga	Valnova	7
23. (*)	**90-92 VG B**	**Ear: coloration**	**Épi : coloration**	**Ähre: Färbung**	**Espiga: coloración**		
PQ		white	blanc	weiß	blanco	Don Jose, Valdur, Yallaroi	1
		slightly colored	faiblement coloré	schwach gefärbt	ligeramente coloreada	Randur	2
		strongly colored	fortement coloré	stark gefärbt	muy coloreada	Kronos, Tamaroi	3

		English	français	deutsch	español	Example Varieties/ Exemples/ Beispielssorten/ Variedades ejemplo	Note/ Nota
24. (*) (+)	**92 VG/ MS A**	**Ear: density**	**Épi : compacité**	**Ähre: Dichte**	**Espiga: densidad**		
QN		lax	lâche	locker	laxa	Kamilaroi	3
		medium	demi-lâche à demi-compact	mittel	media	Kalka, Roqueño, Vitron	5
		dense	compact	dicht	densa	Arrivato, Don Jose	7
25. (*) (+)	**92 VG A**	**Grain: length of brush hair**	**Grain : longueur des poils de la brosse**	**Korn: Länge der Behaarung**	**Grano: longitud de los pelos del pincel**		
QN		short	courts	kurz	cortos	Kalka	1
		medium	moyens	mittel	medianos	Chandur, Roqueño	3
		long	longs	lang	largos	Arrivato, Buck Topacio, Valdur	5
26. (+)	**92 MS/ VG A**	**Grain: shape**	**Grain : forme**	**Korn: Form**	**Grano: forma**		
QN		slightly elongated	légèrement allongé	leicht langgezogen	ligeramente alargada	Arrivato	1
		moderately elongated	modérément allongé	mäßig langgezogen	moderatamente alargada	Bolo, Tamaroi, Vitron	2
		strongly elongated	fortement allongé	stark langgezogen	fuertemente alargada	EGA Bellaroi	3
27. (*) (+)	**92 VG C**	**Grain: coloration with phenol**	**Grain : coloration au phénol**	**Korn: Phenolfärbung**	**Grano: coloración al fenol**		
QN		absent or very light	nulle ou très faible	fehlend oder sehr hell	ausente o muy ligera	Don Jose, Hyperno	1
		light	faible	hell	ligera		3
		medium	moyenne	mittel	media	Burgos, Randur	5
		dark	forte	dunkel	oscura		7

		English	français	deutsch	español	Example Varieties/ Exemples/ Beispielssorten/ Variedades ejemplo	Note/ Nota
28. (*) (+)	**VG C**	**Plant: seasonal type**	**Plante : type de développement**	**Pflanze: Wechselverhalten**	**Planta: tipo de desarrollo**		
PQ		winter type	type hiver	Winterform	tipo de invierno		1
		alternative type	type alternatif	Wechselform	tipo alternativo	Valmora	2
		spring type	type printemps	Sommerform	tipo de primavera	Kalka, Saintly	3

8. Explications du tableau des caractères

8.1 Explications portant sur plusieurs caractères

Les caractères auxquels le code suivant a été attribué dans la deuxième colonne du tableau des caractères doivent être examinés de la manière indiquée ci-après :

(a) Toutes les observations portant sur l'épillet doivent être faites dans le tiers médian de l'épi.

8.2 Explications portant sur certains caractères

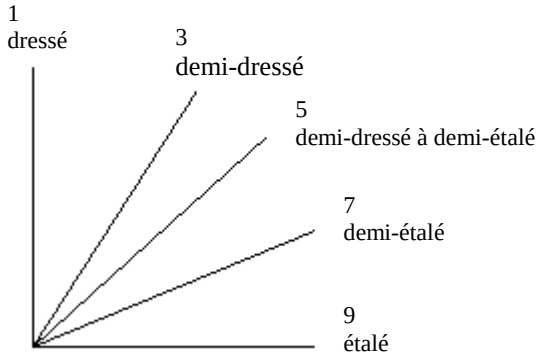
Ad. 1 : Coléoptile : pigmentation anthocyanique

Méthode de détermination de la pigmentation anthocyanique

Nombre de grains par essai	100 grains pour l'examen de la distinction et de l'homogénéité
Préparation des grains	placer des grains non dormants sur du papier filtre humide et les recouvrir avec le couvercle d'une boîte de Pétri pendant la germination
Lieu	en laboratoire ou en serre
Lumière	une fois qu'ils ont atteint une longueur d'environ 1 cm dans l'obscurité, placer les coléoptiles sous un rayonnement artificiel (équivalent à la lumière du jour) de 12 000 à 15 000 lux de façon continue pendant 3 à 4 jours
Température	15 à 20°C
Époque d'observation	coléoptiles à développement complet (environ 1 semaine) au stade 09-11
Échelle de notation	Voir le caractère 1 dans le tableau des caractères

Ad. 2 : Plante : port

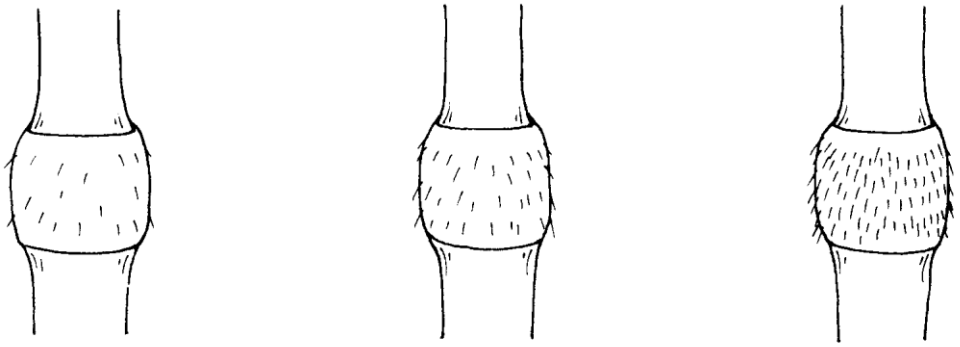
Le port doit être évalué visuellement d'après le port des feuilles et des talles au stade de tallage (stades de développement 25-29), sur la base de l'angle formé par les feuilles externes et les talles par rapport à un axe médian imaginaire.



Ad. 4 : Époque d'épiaison

L'époque d'épiaison commence lorsque le premier épillet est visible au niveau des épis de 50% des plantes.

Ad. 8 : Tige : intensité de la pilosité du dernier nœud



3	5	7
faible	moyenne	forte

Ad. 11 : Plante : longueur

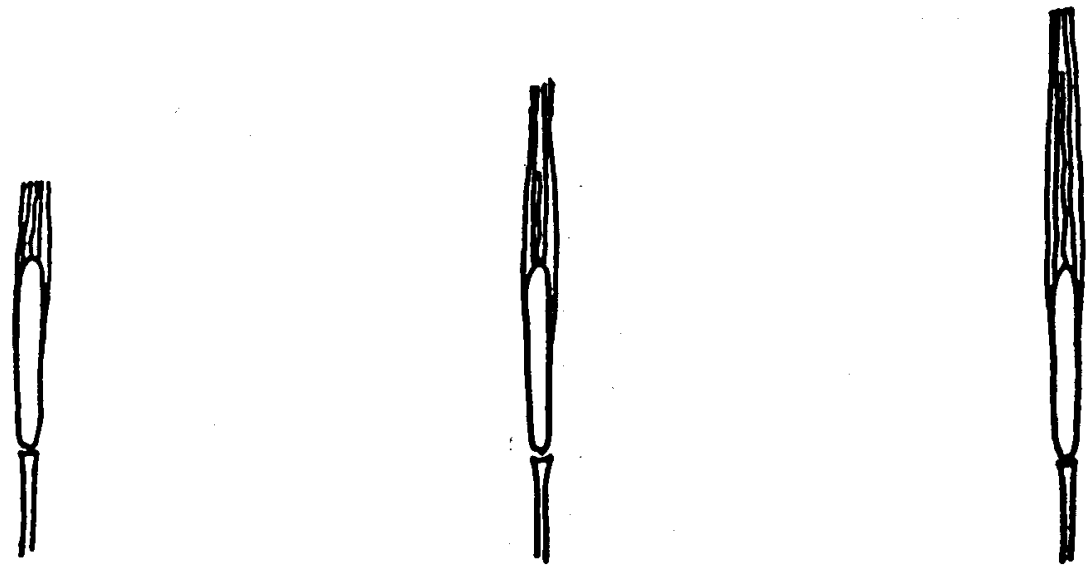
La longueur de la plante doit être mesurée avec la tige, l'épi et les barbes. La longueur est mesurée de la base de la plante à l'extrémité des barbes les plus élevées.

Ad. 12 : Épi : répartition des barbes



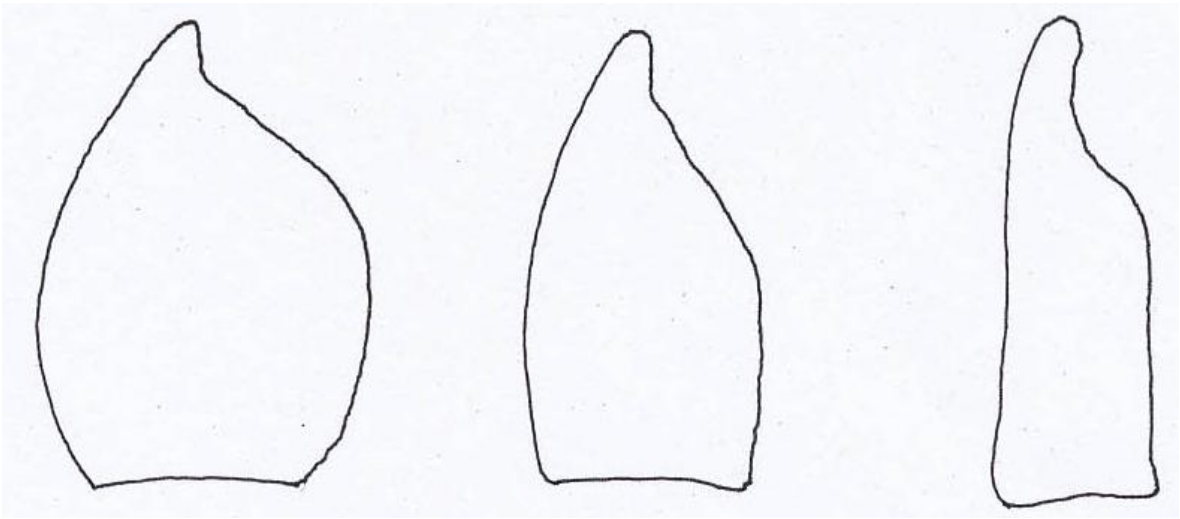
1	2	3	4
sans barbes	extrémité barbue	demi-barbu	sur toute la longueur

Ad. 13 : Épi : longueur des barbes à l'extrémité par rapport à la longueur de l'épi



1	2	3
plus courtes	égales	plus longues

Ad. 14 : Glume inférieure : forme



1
ovoïde

2
moyennement oblongue

3
oblongue étroite

Ad. 15 : Glume inférieure : forme de la troncature



1
inclinée

2
arrondie

3
droite

4
échancrée

5
échancrée avec présence d'un 2e bec

Ad. 16 : Glume inférieure : largeur de la troncature

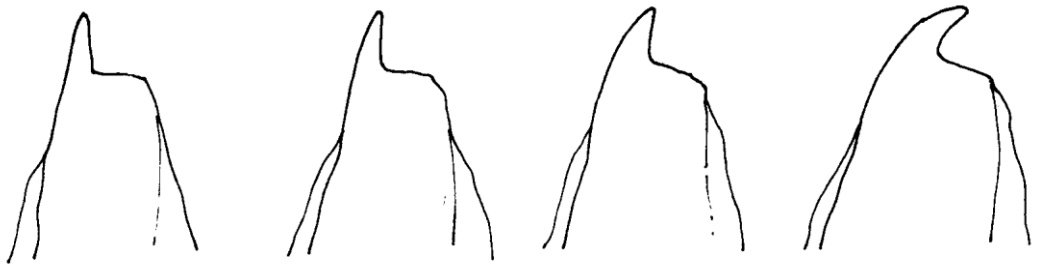


3
étroite

5
moyenne

7
large

Ad. 18 : Glume inférieure : courbure du bec

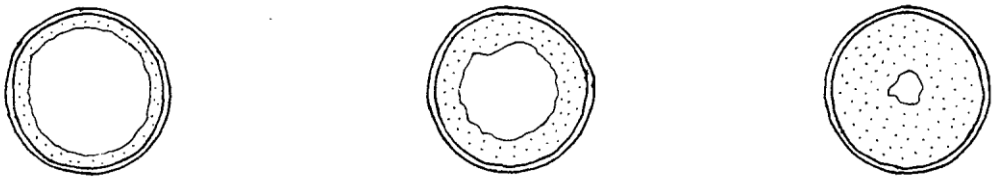


1 nulle | 3 faible | 5 moyenne | 7 forte

Ad. 19 : Glume inférieure : pilosité de la face externe

Les observations doivent être faites à la loupe (pouvoir grossissant 10x).

Ad. 20 : Paille : moelle en section transversale

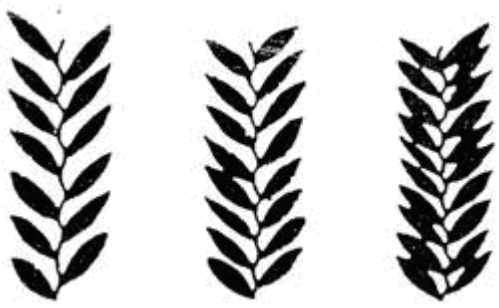


1 peu épaisse | 3 moyenne | 5 épaisse

La moelle en section transversale doit être observée à mi-chemin entre la base de l'épi et le nœud de tige en dessous.

Ad. 24 : Épi : compacité

La compacité de l'épi peut être déterminée par dénombrement des épillets puis division du nombre obtenu par la longueur de l'épi. Plus le rapport est élevé, plus la compacité est élevée.



3 lâche | 5 demi-lâche à demi-compact | 7 compact

Ad. 25 : Grain : longueur des poils de la brosse

Les observations doivent être faites à la loupe (pouvoir grossissant 10x). La longueur des poils de la brosse est observée sur le sommet du grain, sur la face dorsale, et est décrite comme suit :



1
courts



3
moyens



5
longs

Ad. 26 : Grain : forme

Doit être observé en vue dorsale.



1
légèrement allongé



2
modérément allongé



3
fortement allongé

Ad. 27 : Grain : coloration au phénol

Méthode de détermination de la réaction au phénol

Nombre de grains par essai	100 grains pour l'examen de la distinction et de l'homogénéité; les grains ne doivent pas avoir subi un traitement chimique
Équipement	boîtes de Pétri (d'environ 9 cm de diamètre)
Préparation des grains	faire tremper dans de l'eau du robinet pendant 16 à 20 heures, égoutter et essuyer, placer les grains avec le sillon en bas, fermer la boîte avec un couvercle
Concentration de la solution	solution de phénol (fraîche) à 1%

Quantité de solution	les grains doivent être recouverts à 3/4
Lieu	en laboratoire
Lumière	lumière du jour, à l'abri d'un ensoleillement direct
Température	18 à 20^{o}C
Époque d'observation	4 heures (après le début du trempage dans la solution).
Échelle de notation	voir le caractère 27 dans le tableau des caractères

Ad. 28 : Plante : type de développement

Le type de développement doit être évalué sur une ou plusieurs parcelles semées au printemps. Lorsque la variété de printemps la plus tardive est à maturité complète (stade de développement 91/92 de l'échelle de Zadoks), le stade de développement atteint par la variété à décrire doit être évalué selon les niveaux d'expression sont définis comme suit :

Type hiver : les plantes n'ont pas dépassé le stade 45 de l'échelle de Zadoks (gonflement).

Type alternatif : les plantes ont dépassé le stade 45 de l'échelle de Zadoks --- en règle générale elles ont dépassé le stade 75 --- et n'ont pas dépassé le stade 90.

Type printemps : les plantes ont dépassé le stade 90 de l'échelle de Zadoks.

8.3 Définition des stades de développement de l'échelle de Zadoks pour les céréales (Zadoks et al., 1974)

Échelle de Zadoks	**Définition**
00	graine sèche
01	début de l'imbibition
03	imbibition complète
05	sortie de la racine
07	sortie du coléoptile
09	feuille juste au sommet du coléoptile
10	première feuille traversant le coléoptile
11	première feuille étalée
12	2 feuilles étalées
13	3 feuilles étalées
14	4 feuilles étalées
15	5 feuilles étalées
16	6 feuilles étalées
17	7 feuilles étalées
18	8 feuilles étalées
19	9 feuilles étalées ou plus
20	maître brin seulement
21	maître brin et 1 talle
22	maître brin et 2 talles
23	maître brin et 3 talles
24	maître brin et 4 talles
25	maître brin et 5 talles
26	maître brin et 6 talles
27	maître brin et 7 talles
28	maître brin et 8 talles
29	maître brin et 9 talles ou plus
30	redressement de la partie aérienne
31	premier nœud décelable
32	deuxième nœud décelable
33	troisième nœud décelable
34	quatrième nœud décelable
35	cinquième nœud décelable
36	sixième nœud décelable
37	dernière feuille visible
39	dernière feuille ou collerette visible
40	-
41	extension de la gaine de la dernière feuille
45	gonflement
47	gaine de la dernière feuille
49	premières barbes visibles
50	premier épillet de l'inflorescence à peine visible
53	1/4 de l'inflorescence dégagé
55	1/2 de l'inflorescence dégagée
57	3/4 de l'inflorescence dégagés
59	inflorescence complètement dégagée
60	début de l'anthèse
65	mi-anthèse
69	anthèse complète
70	-
71	caryopse
73	début laiteux
75	mi-laiteux
77	fin laiteux
80	-
83	début pâteux
85	pâteux tendre
87	pâteux dur
90	-
91	le caryopse est dur (difficile à couper avec l'ongle)
92	le caryopse est dur (ne peut plus du tout être entamé avec l'ongle)
93	le caryopse se détache dans la journée
94	sur maturité, la paille est morte et s'affaisse
95	semence dormante
96	semence viable donnant 50% de germination
97	semence non dormante
98	dormance secondaire induite
99	dormance secondaire levée

9. Bibliographie

Annicchiarico, P., Pecetti, L., 1994: Morpho-physiological traits as descriptors for discrimination of durum wheat germplasm. Genetic Resources and Crop Evoluation. Kluwer Academic Publishers. NL, 41: 47-54.

Fitzsimmons, R.W., Martin, R.H., Roberts, G.l., Wrigley, C.W., 1986: Australian Cereal Identification. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization. East Melbourne, AU.

Zadoks, J.C., Chang, T.T., Konzak, C.F., 1974: A Decimal Code for the Growth Stages of Cereals. Weed Research. NL, 14: 415-421.

Sparks, G.A., Bezar, H.J., Lamberrts, R., 1987: Identification of New Zealand Wheat Cultivars. Crop Research Division, DISR. Christchurch, NZ.