

UNIVERSITE DE LUBUMBASHI

Faculté des Sciences Agronomiques

Département de Phytotechnie



**Essai d'évaluation de nouvelles variétés de blé en provenance de
CIMMYT dans les conditions édaphoclimatiques de Lubumbashi**

Par **BOBOTO NYABOLONDO Blaise**

**Mémoire présenté et défendu en vue de l'obtention
du grade d'Ingénieur Agronome**

Juillet 2013

UNIVERSITE DE LUBUMBASHI

Faculté des Sciences Agronomiques

Département de Phytotechnie



**Essai d'évaluation de nouvelles variétés de blé dans les conditions
édaphoclimatiques de Lubumbashi**

Par **BOBOTO NYABOLONDO Blaise**

**Mémoire présenté et défendu en vue de l'obtention
du grade d'Ingénieur Agronome**

Directeur : **Prof Dr Ir MUKOBO MUNDEDE Prince**

Encadreur : **Ass Ir LWALABA Jonas**

Année Académique 2012-2013

Dédicace

A mon père *Jean-Marie* Lukeba Kiabumbu, l'un de deux pour conseils, les privations, la patience, la confiance et le courage : vous avez toujours été disposés pour nous vos enfants malgré vos moyens.

A ma mère Adumbi Alege Zopenwa Marie Louise, tendre femme parmi les femmes, pleine d'affection et consentant toujours d'énormes sacrifices afin de conduire vers le stade d'homme.

A vous mes frères et sœurs : Lukeba Luyundula Fabrice, Lukeba Fiston, Mananga Gauthier, Kiabumbu Zopenwa Merlin, Adengoma Tessya, François Matambolu, Monzuba Olivier, Mbiavanga Tania, Mituakanunu Linda, Munge Ivette, Ngila Marceline, Mbaki Tatiana et Ibia *Naomi*. La fin de nos études ne doit pas nous séparer. Nous vous demandons une collaboration pacifique et non conflictuelle. Que Dieu tout-puissant vous protège.

Remerciements

Je tiens à remercier ceux qui m'ont permis, de quelque manière que ce soit, de réaliser ce travail de fin d'étude. Ce travail est le fruit d'étude d'une durée de six mois effectués à la ferme de la faculté des sciences agronomiques de l'université de Lubumbashi.

Nos remerciements s'adressent particulièrement au professeur Docteur Ingénieur Mukobo Mundende Prince qui, en dépit de ses multiples occupations et tâches diverses, a accepté de diriger ce travail en y consacrant tout son temps et toute son énergie en sa qualité de directeur.

Nous sommes également reconnaissant à l'encadreur de ce travail, l'assistant Jonas Lwalaba pour ses conseils, encouragement, soutien scientifique et même matériel tout le long d'élaboration de cet travail ; sont d'une valeur inestimable et nous ont permis de cheminer jusqu'au bout en sa qualité d'encadreur du mémoire.

Merci également à l'assistant Yannick Useni pour m'avoir toujours encouragé et soutenu à mener cette œuvre jusqu'au bout. Il est parmi les premiers à m'avoir appris à rédiger un travail scientifique et c'est donc pour moi un honneur de le compter parmi les membres de mon jury.

C'est l'unique occasion que nous n'allons pas laisser passer sans remercier tout le corps enseignant de la faculté des sciences agronomiques de l'université de Lubumbashi qui nous ont fait partager leur connaissance durant notre séjour académique ici à la faculté des sciences agronomiques. Au nombre d'entre eux, signalons en priorité, les Professeurs Michel Ngongo, Ilaka Anicet, Mylor Ngoy, François Munyemba, Michel Mpundu, Nyembo Luciens, Baboy Louis et Mazinga Soleil.

Nous profitons de cette opportunité pour remercier aussi les membres du Jury pour leur temps qu'ils vont consacrer à la lecture de ce travail et beaucoup d'indulgence, car nous ne sommes pas encore arrivé au bout de notre chemin de connaissance ; mais plutôt que vos remarques soient les bien venues, nous permettant d'aller de l'avant en nous affermissant comme ingénieur agronome capable de résoudre les problèmes que nous aurons à rencontrer tout au long de notre vie professionnelle.

Ce serait une ingratitude de notre part et notre conscience nous reprocherait si nous oublions de témoigner notre reconnaissance à des ami(e)s, collègues, parents et autres héros dans l'ombre dont la compagnie et contribution tant scientifique que morale nous a été salutaire et parfois pour qui, nous gardons un meilleur souvenir du tendre moment de joie et d'angoisse vécu ensemble. Cette opportunité doit être saisie pour remercier nos compagnons de lutte : Kayembe Mandola Brigitte, Armand Okitalongengo, Kamalenga Kalala, Languu Serge, Kisimba Marlene, Munduyu Jean Marie, Lwanzo Kahehero Lucie, Arline Kanku, Mapanga Niclette et Bushabu Mingashanga Marcel.

Que toute personne qui nous a apporté son concours matériel, financier, intellectuel, spirituel et moral ou quelconque durant notre formation, nous pensons à papa Egbolomu Stopyra, Abbé Bolomba Simon, Mombangu Baudouin, Mwangalo Pierre, Zilimwa Joseph, Mopiki, Makuma, Bangila. Nous pensons aussi à tante : Manzula Armandine, Mbwala Marie Jeanne, Moneya Henriette et Ahobo Marie, trouvez à ce travail le fruit de notre concours et toute gratitude.

De loin comme de près, oncles et tantes, cousins et cousines, neveux et nièces, nous ont apportés leurs soutiens moraux et matériels trouvent dans ce travail l'expression, de nos profondes.

Boboto Blaise.

Résumé

La production agricole, plus particulièrement la production vivrière congolaise est insuffisante au point que notre pays doit recourir à l'importation de certains produits dont le prix alimentaires augmente, sans cesse et que la sous alimentation est une préoccupation dans certaines provinces. En République Démocratique du Congo, les rendements demeurent toujours faibles et varient d'une région à une autre. Dans la province du Katanga, la production du blé est faible et le déficit est compensé par les importations de farine de froment. Cette situation crée une insécurité alimentaire à environ 9 millions d'habitants, ce déficit presque permanent était généralement comblé par des importations provenant de l'Afrique Australe. La dégénérescence du matériel disponible est l'une des principales causes de la baisse de rendement.

En vue d'accroître le rendement du blé, un essai a été conduit au cours de la saison culturale 2012-2013 à la ferme Kassapa en vue d'évaluer les nouvelles variétés de blé en provenance de CIMMYT dans les conditions édaphoclimatiques de la ville de Lubumbashi. L'essai a été installé suivant un dispositif en blocs complets randomisés comprenant 2 répétitions de 83 variétés de blé. Les caractères agronomiques tels que le taux de levée, nombre de talles, nombre d'épi par m², longueur de l'épi, hauteur de la plante à 40 jours, hauteur finale, poids de milles grains, ainsi que le rendement(t/ha) ont été observés et leurs données ont été prises par ordre chronologique de leur apparition et soumis à l'analyse de la variance.

Les résultats obtenus dans cette étude révèlent que les 83 variétés provenant de CIMMYT n'ont pas un comportement similaire pour tous les paramètres observés, c'est ainsi qu'on peut dire que les conditions climatiques de Lubumbashi peuvent être aussi à la base de la baisse du rendement.

Mots clés : blé, variétés, adaptation et évaluation.

Abstract

Agricultural production, especially the Congolese food production is insufficient. Our country must still rely on food imports whose prices are rising. The undernourishment is a concern in some provinces.

In Democratic Republic of Congo, the outputs always remain weak and vary from an area with another. In the province of Katanga, the production of wheat is weak and the deficit is made up by the imports of wheat flour. This situation creates food insecurity to approximately 9 million of inhabitants. This almost permanent deficit was generally filled by imports from the Southern Africa. The degeneration of the material available is one of the principal causes of the fall of output.

In order to increase the wheat yield, a test was carried out during the farming season 2012-2013 with the Kassapa farm in order to evaluate the new varieties of wheat from CIMMYT under the edaphoclimatic conditions of the Lubumbashi city. The test was installed according to a device in randomized complete blocks with 2 repetitions of 83 varieties of wheat. The agronomic characters such as the rate of lifting, a number tiller, a number of ear per m², length of ear, height of the plant at 40 days, final height, weight of miles grains, as well as yield (t/ha) were observed and their data were taken by chronological order of their appearance and were subjected to the variance analysis test.

The results obtained in this study reveal that these 83 varieties from CIMMYT do not have a similar behavior for all the parameters observed, thus one can say that the climatic conditions of Lubumbashi can be also at the base of the fall of the output.

Table des matières

Dédicace	I
Remerciements	II
Résumé	IV
Abstract	V
Table des matières	VI
Liste des figures	IX
Liste des tableaux	IX
Liste d'abréviations	X
Introduction générale	1
Chapitre 1. Revue de la littérature	4
1.1. Origine et historique	4
1.2. Description botanique	5
1.3. Classification	5
1.4. Ecologie	6
1.4.1. Aire géographique	7
1.4.2. Le sol	7
1.4.3. L'eau	7
1.4.4. Température	8
1.4.5. Lumière	8
1.4.6. Eléments nutritifs	9
1.4.7. Valeur alimentaire	9
1.4.8. Cycle végétatif	9
1.4.8.1. Périodes végétatives : comprend les phases suivantes :	10
1.4.8.2. Période de reproduction	10
1.4.8.3. Période la période de maturation	11
1.5. Techniques culturales	12
1.5.1. Rotation et assolement	12
1.5.2. Préparation du sol	12
1.5.3. Le semis	12
1.5.4. Entretien	12
1.5.5. Fertilisation	13
1.5.6. Récolte	13
1.5.7. Rendement	13

1.6. Maladies et ravageurs	14
1.6.1. Les maladies	14
1.6.1.1. La rouille	14
1.6.1.2. Helminthosporiose	14
1.6.1.3. La septoriose	14
1.6.1.4. Charbon	15
1.6.1.5. La carie (Tilletiatritici)	15
1.6.2. Ravageurs	15
1.6.3. Maladies du blé au Katanga	16
1.7. Importance de la culture	16
1.7.1. En tant que graminée	16
1.7.3. Utilisation actuelle du blé en R.D.C, dans la province du katanga et plus précisément à Lubumbashi	17
Chapitre 2. Milieu, matériels et méthodes	18
2.1. Milieu expérimental	18
2.1.1. Localisation	18
2.1.2. Climat	18
2.1.3. Végétation	19
2.1.4. Le sol	19
2.2. Matériels	20
2.3. Méthode	23
2.4. Paramètres observés	23
2.4.1. Les paramètres végétatifs	23
2.4.2. Paramètre du rendement	24
2.5. Conduite de l'expérience	24
2.5.1. Préparation du terrain	24
2.5.2. Le semis	24
2.5.3. Entretien	24
2.5.4. Fertilisation	25
2.5.5. Protection	25
2.5.6. Récolte	25
Chapitre 3. Présentation et interprétations des résultants	26
3.1.1. Taux de levée (%)	27
3.1.2. Nombre de talles	28
3.1.3. Hauteur à 40 jours	29
3.1.4. Hauteur finale	30
3.1.5. Nombre d'épi/m ²	31
3.1.6. Longueur de l'épi	32
3.1.7. Poids de 1000 grains	33
3.1.8. Incidence	34
3.9. Rendement (t/ha)	35

Chapitre 4. Discussion	36
Conclusion et recommandations	41
Bibliographie	42

Liste des figures

Figure 1. Taux de levée _____	27
Figure 2. Nombre de talles _____	28
Figure 3. Hauteur à 40 jours _____	29
Figure 4. Hauteur finale _____	30
Figure 5. Nombre d'épi/m ² _____	31
Figure 6. Longueur de l'épi _____	32
Figure 7. Le poids de 1000 grains _____	33
Figure 8. Incidence _____	34
Figure 9. Rendement (t/ha) _____	35
Figure 10. Analyse en composante principale des variétés de blé dur pour l'essai à la ferme Kassapa _____	36

Liste des tableaux

Tableau 1. Classification systématique du blé (Van Den Abeel, 1956; Queens Land, 2004) ____	6
Tableau 2. Présentation des données climatiques _____	19
Tableau 3. Teneur des éléments du sol de la ferme Kassapa (Laboratoire de la Faculté des Sciences 2013) _____	20
Tableau 4. Matériels de propagation _____	20
Tableau 5. Statistiques relatives aux caractères agronomiques des 83 variétés de blé _____	26

Liste d'abréviations

CYMMIT	:	Centre international d'amélioration du maïs et du blé
H40	:	Hauteur à 40 jours
HF	:	Hauteur finale
INC	:	Incidence aux maladies
LE	:	Longueur d'épis
NE/m ²	:	Nombre d'épi par m ²
NT	:	Nombre de talles
P1000	:	Poids de mille grains
t/ha	:	Tonnes par hectare
TL	:	Taux de levee

Introduction générale

Le blé est un aliment de base pour l'homme en particulier et pour les animaux en général, il est utilisé dans l'alimentation journalière humaine pour la production des pains, biscuits, de l'hostie pour les chrétiens catholiques à travers le monde (Baumont, 1969). Selon l'histoire, le blé a été introduit progressivement dans toutes les régions du monde, car il occupe une place de choix dans l'alimentation mondiale (Boulard et Moreau, 1996).

Le blé est la céréale la plus cultivée dans le monde. En 1990, la production mondiale s'élevait à 595,5 millions de tonnes suivie par celle du riz (519 millions de tonnes) et maïs (470,3 millions de tonnes), de la pomme de terre (287,3 millions de tonnes) et de la patate douce (110 millions de tonnes) (Baumont, 1969). Ainsi, bien que la grande partie de cette production provienne des pays développés tels que les USA, le Canada, les pays de l'union européenne, il existe une production africaine qui est souvent insuffisante pour couvrir les besoins des populations locales. C'est pourquoi, les travaux de recherches visent le développement des variétés de blé semi nains à haut rendement adapté aux régions tropicales pour améliorer la production de celle-ci (FAO, 1987).

La farine de blé, principal produit de cette culture, est dotée d'une valeur nutritive forte appréciable à savoir riche en protéine et diverses vitamines (A, B...). Elle présente une teneur élevée en gluten qui lui confère des qualités de panification. Celle-ci est depuis longtemps entrée dans les habitudes alimentaires mondiales mais, ne fait son apparition au Congo qu'au début du 20^{ème} siècle (Raemaekers, 2001).

Dans les grands centres urbains, il est entré dans les habitudes alimentaires de la plupart des familles. Ainsi, la demande croit de jour en jour, et presque la totalité de blé qui entre dans la fabrication de la farine de froment est importée au Congo. Et dans les parties du pays où il n'y a pas des minoteries appropriées ou elles sont vétustes, cette farine est importée en totalité pour pallier aux besoins des consommateurs. (Raemaekers, 2001).

Le blé est cultivé dans le monde sous des climats très divers mais il donne des meilleurs résultats dans les pays tempérés. D'ailleurs, la production des pays tropicaux ne représente pas plus de 2% de la récolte mondiale (Mulan, 1999).

En Afrique, le blé a été introduit vers 6000 ans avant le temps présent, gagnant l’Egypte, le Soudan, l’Ethiopie, vers le sud et l’est de la Libye, d’autres introductions furent par voie maritime (Feldman 2000, cité par Bonjean, A, 2000). Le blé est cultivé dans presque tous les pays de la région tropicale d’altitude d’Afrique central et oriental. Il est produit surtout en Ethiopie au Kenya et en Tanzanie et à petite échelle au Burundi, au Rwanda, en Ouganda et R.D.C. En Afrique tropical, le blé est quasi exclusivement utilisé comme denrées alimentaires et seul les sous produits du grain moulu interviennent dans les industries des aliments pour les animaux. (Ivontchik, 1987).

En R.D.Congo, la production du blé est presque inconnue et négligeable alors que les possibilités d’en produire au pays ont été démontrées par les cultures artisanales des subsistances à Lubumbashi, Fungurume et à Moba qui sont des indices en faveur de la production du blé pouvant être dans cette partie du pays (Van Den Abeel et Van Den Put, 1981). Le blé peut être produit encore sur certains hauts plateaux du nord et sud Kivu à grande échelle et par ce fait, réduire la dépendance vis-à-vis de l’extérieur (Ivontchik, 1987).

Le commerce mondial de blé a été multiplié par trois entre 1960 et 2005 et porte désormais sur 20% de la production mondiale avec près de 11 millions de tonnes en 2005. Le blé conforte ainsi sa place de céréale « la plus échangée » dans le monde. (FAO, 1987).

En effet, depuis 1961, un premier groupe de cinq pays (Chine, Inde, Etats-Unis, Russie et Europe) représente plus des deux tiers de la production mondiale. Mais, ces cinq pays sont concurrencés par l’émergence d’un second groupe, composé du Canada, de l’Australie, du Pakistan, de la Turquie et de l’Argentine, qui exerce une influence déterminante sur la fixation des prix mondiaux. Ces groupes de pays assurent aujourd’hui 80% de la production mondiale du blé (Ivontchik, 1987).

La province du Katanga durant l’époque coloniale était déjà une région de la R.D.Congo où le blé était cultivé sur certains plateaux. La population environnante de Lubumbashi est propice à la culture de blé comme nous confirme Van Den Abeel et Van Den Put(1981).

Et à la faculté des sciences agronomiques de l' université de Lubumbashi , le blé est en phase de l'essai depuis 2003 dont les résultats de ces travaux montrent que le blé semé en saison pluvieuse peut arriver à donner un bon rendement, malgré plusieurs contraintes dont la principale reste encore les niveaux d'attaque des maladies, principalement la septoriose et la fusariose. Quant à la saison sèche, le blé se comporte bien mais la grande contrainte reste l'irrigation (Mukobo, 2010).

Le présent travail a pour objectif général de voir comment les nouvelles variétés peuvent s'adapter dans la ville de Lubumbashi ; en poursuivant les objectifs spécifiques suivants :

- ✓ de voir comment ces nouvelles variétés peuvent s'adapter aux conditions climatiques de Lubumbashi ;
- ✓ comment se comportent-t-elles face aux maladies.

Ainsi, cette recherche sur les céréales à paille pose comme base de réflexion les hypothèses suivantes :

- les nouvelles variétés améliorées de blé donneraient de rendements supérieurs ou égaux à ceux des variétés locales
- ces variétés résisteraient aux maladies et en fin, elles s'adapteraient mieux que les variétés locales.

Hormis l'introduction et la conclusion, le présent travail est subdivisé en 4 chapitres dont la revue de la littérature (chapitre 1), le milieu matériel et méthodes (chapitre 2), présentation des résultats (chapitre 3) et la discussion des résultats (chapitre 4).

Chapitre 1. Revue de la littérature

1.1. Origine et historique

Le terme blé est employé pour décrire différentes espèces sauvages et cultivées de *Triticum* dont *triticum aestivum*, ou le blé tendre moderne qui est le plus cultivé actuellement, suivi par *Triticum durum* ou le blé dur (Raemaekers, 2001). Il est une culture céréalière, au même titre que le riz, le maïs, le sorgho etc., dont les origines remontent depuis l'époque préhistorique où les hommes se nourrissaient des blés et il a été peu à peu, au fil du temps, introduit dans toutes les régions du monde où il a conquis une place immense (Tavernier et Lizeaux, 1993).

Le site d'origine du blé se trouve dans la zone du proche et Moyen-Orient connue sous le nom de croissant fertile qui couvre le sud de la Turquie, le Nord de l'Irak ainsi que les régions voisines de l'IRAN comme de la Syrie. Actuellement on trouve encore du blé sauvage dans cette région, mais le blé tendre et le blé dur, tous deux issus d'hybridations naturelles entre types ancestraux n'existent pas à l'état sauvage (D. Tanner et Raemaekers, 2001).

La domestication du blé a eu lieu entre 17000 et 12000 ans av. J.C. à l'époque préhistorique, la culture du blé s'est rapidement répandue vers l'Afrique du nord, l'Asie et l'Europe. Le pain au levain est originaire de l'ancienne Egypte (Raemaekers, 2001). Dans un premier temps, le blé semble avoir été consommé cru puis grillé ou cuit sous forme de bouillie puis des galettes sèches élaborées à partir des grains simplement broyés entre deux pierres. Le blé s'impose par la suite comme aliment essentiel de la civilisation occidentale (Baumont, 1967).

Le blé sera introduit au monde par Juan Garrido, compagnon africain d'HERMAN CORTES. Qui ayant trouvé trois grains de blé dans un sac de riz, les semant en 1523 dans sa propriété privée à proximité de Mexico, ainsi, il est rependu à travers toutes l'Amérique du Nord. En Afrique au début du 20^{ème} siècle, le blé est introduit au Kenya et dans l'Est de la RDC ; mais il s'avère que sa culture est sévèrement touchée par les maladies dont la principale est la rouille (Vanden put et al, 1981). En fin, il est introduit dans les autres pays de l'Est et du Sud de l'Afrique, ainsi que dans les régions sèches de l'ouest de l'Afrique (Van Den Put, 1981).

I.2. Description botanique

Le blé appartient à la famille des graminées, de 30 à 120 cm de hauteur. Sa tige est droite et lisse. Appelée chaume, elle est pleine au niveau des nœuds et creuses dans les entre-nœuds, pour la plupart des variétés. Son système racinaire est fasciculé et l'inflorescence terminale est formée d'un épi composé des fleurs enfermées dans deux glumelles inégales (Ivontchik, 1987), comme la majorité des graminées, la plante forme des touffes grâce au tallage ; il y a généralement deux à cinq talles par plant, les talles croissent très rapidement et fleurissent au même moment que la tige principale. Ces plantules différentes des autres céréales en ce que le premier entre nœuds s'allonge peu, et les racines secondaires, le premier entre nœuds s'allonge fortement et les racines secondaires apparaissent au dessus de la graine, sa tige porte des feuilles alternes longues et étroites (Raemaekers, 2001).

L'inflorescence est un épi composé dont les racines sont aplaties. Chaque nœud de l'axe porte un épillet composé de trois à cinq fleurs dont une au moins est stérile. La fleur comporte deux bractées florales, les glumelles dont l'extérieur (Lemna) porte ou non une barbe. Chez les froments, les glumelles qui enferment directement la fleur sont larges. Ainsi, le battage permet de séparer la graine comme toutes les graminées, le fruit est un caryopse, l'endosperme est amylofère (Raemaekers, 2001). Il contient en outre, une protéine particulière, le gluten, servant de ciment entre les grains d'amidon, et qu'on ne rencontre que chez le blé et le seigle. Ce gluten permet la fermentation de la levure (Raemaekers, 2001).

Le blé est autogame c'est-à-dire que le pollen d'une fleur féconde l'ovaire de la même fleur. La fécondation s'effectue avant l'apparition à l'extérieur des étamines (Balenda et Kiuka, 1999).

1.3. Classification

Le blé appartient au genre *Triticum* de la famille de poaceae ou graminaceae, le nombre de base de ses chromosomes se lève à 7 et les différentes espèces sont groupées en fonction du nombre des séries des chromosomes « génome » dans les cellules somatiques (cellules de tissus). On distingue alors plusieurs espèces des blés cultivés actuellement en fonction :

- ✚ Du nombre des séries des chromosomes (génomé). nous citerons ici particulièrement le *Triticum aestivum*, le froment commun qui est hexaploïde ($2n = 6x = 42$) et le *Triticum durum*, le blé dur qui, lui est tétraploïde ($2n = 4x = 28$). Celui-ci forme un grain long dur et vitreux, dont la part dans la production mondiale, ne dépasse probablement pas 5%.
- ✚ De son mode de croissance, nous distinguons le blé de printemps et le blé d'hivers qui nécessite une vernalisation (Période de basse température), pour l'induction florale.
- ✚ De la teneur en protéine, nous avons de blé tendre et de blé dur, riche en protéine (Baumont, 1967).

Le tableau ci-dessous nous montre la classification systématique du blé.

Tableau 1. Classification systématique du blé (Van Den Abeel, 1981; Queens Land, 2004)

Règne	Végétale
Embranchement	Spermatophyte
Sous-embranchement	Angiosperme
Classe	Liliopsida
Sous classe	Commelinidae
Ordre	Poales
Sous ordre	Céréale
Famille	Poaceae
Sous famille	Festicoedae
Genre	Triticum
Espèce	Triticum sp

1.4. Ecologie

Le blé exige pour sa croissance l'aire comprise entre 30° à 60° de la latitude Nord et 25° à 40° de la latitude sud. Les principales régions de production sont la Grande Prairie de l'Amérique du Nord, les pampas d'Argentine, les steppes d'Europe de l'Est et de la Russie, les régions irriguées du Punjab au Pakistan et en Inde, le bassin de la rivière Yang-Tsê dans le nord-est de la Chine et une zone étendue d'Europe de l'Ouest qui produit du blé d'hiver. (Doorembos et al, 1980).

Le blé est une plante dont la distribution est très large, on le retrouve de 60° Nord à 50° Sud sous le tropique, cependant sa culture ne réussit qu'en altitude (Ivontchik, 1987).

1.4.1. Aire géographique

Le blé est une des céréales les mieux adaptées qui surpassent les autres céréales en matières de surface totale et de production du blé se concentre entre 30° et 50° de latitude Nord étendre 25° et 40° de latitude Sud ; les principales régions de production sont la grande partie de l'Amérique du Nord, les pampas d'Argentine, les steppes d'Europe de l'Est et de la Russie, les régions irriguées du Punjabi au Pakistan et en Inde, le bassin de la rivière G yang-Tse dans le Nord-est de la chine et une zone étendue d'Europe de l'Ouest qui produit du blé d'Hiver (Ivontchik, 1987).

En Afrique tropicale, la plus grande partie de la culture du blé se fait sous irrigation, dans les zones montagneuses de l'Est de l'Afrique à des altitudes supérieures à 1500 m (Ethiopie, au Kenya et en Tanzanie) sans irrigation pendant la saison hivernale à des altitudes plus basses (au Soudan, au Nigeria et au Zimbabwe). Dans l'ensemble, la production du blé de l'Afrique tropicale ne couvre que 41% des besoins ; elle doit importer annuellement environ 4,2 millions de tonnes de blé (Gret. Famv. 1994).

1.4.2. Le sol

Le blé peut être cultivé dans les divers sols, mais il préfère des textures moyennes. On évitera les sols tourbeux contenant des fortes teneurs en Na, Mg ou Fe. Le pH optimal se situe dans de gamme de 6 à 8, c'est-à-dire le blé préfère les sols profonds et bien structurés à pH neutre (Cirad –Gret, 2002).

1.4.3. L'eau

L'eau a une grande importance dans la vie d'une plante, elle véhicule dans les différents organes de la plante, des sels minéraux nécessaires à la vie (Hollier, 1999) selon le climat, et la longueur du cycle végétatif, les besoins en eau sont moindres : 450 à 650mm suffisent pour induire des bons rendements (Doorenbos et al. 1980).

Pendant la période de la croissance, le blé exige 450mm d'eau pour permettre aux organes en voie de formation active d'en profiter aux maximum. La formation du pollen et les fécondations peuvent être gravement compromises en cas de fort manque d'eau au moment du développement des épis et pendant la floraison. Le manque d'eau diminue le nombre d'épis par plant, la longueur des épis et le nombre des grains par épis (Alid et al, 1981)

Il faut noter que la plante est exigeante dans les 20 jours précédents l'épiaison, au moment de la maturation et au stade laiteux. Les cultures de blé en Afrique tropicale nécessitent entre 400 et 600 mm d'eau pendant la saison culturale. Les cultures de blé irriguées au Zimbabwe, au Soudan et au Nigeria bénéficient généralement d'une quantité totale de 450 à 600 mm d'eau d'irrigation, appliquée à des intervalles de 10 à 14 jours jusqu'à mi-remplissage du grain. (Ivontchik, 1987).

Pour les zones à faible pluviosité ou quasi désertique, on recourt à l'irrigation où on estime à 15mm d'eau par jour qu'il faut donner au blé, cette quantité peut être doublée ou triplée au moment critique qui correspond au tallage et à la floraison lors de remplissage des grains (Doorembos, et al., 1980).

1.4.4. Température

Le blé est une plante de climat froid, sensible aux températures élevées. L'augmentation de la température réduit le développement physiologique du blé, c'est-à-dire la diminution du nombre de talle, le nombre de feuille réduit par talle et épillet par épis, ainsi que des grains de plus petite taille. En général, toute augmentation de 2°C de la température moyenne journalière au dessus de 18°C diminue le rendement potentiel théorique de 10% (Baumont, 1969).

La température journalière nécessaire à une croissance optimale et au tallage se situe entre 15 et 20°C. Pour le mûrissement, la plante préfère une période sèche et chaude de 18°C ou plus (Raemaekers, 2001).

1.4.5. Lumière

Le blé est une plante des jours longs, mais les variétés précoces adéquates admettent 12 heures d'éclairement. Pour la croissance, la durée moyenne du jour plus long est favorable pour toutes les variétés. Le blé est une plante héliophile (Durand et Dimacopoulos, 1991).

1.4.6. Eléments nutritifs

L'élément clé pour la fertilisation de la culture de blé pour un bon rendement est l'azote. Pour les variétés modernes à haut rendement et dans les bonnes conditions de cultures. Lors qu'il est possible d'avoir des forts rendements, la culture répond bien à des fortes doses d'engrais azotés, tandis que si le rendement se trouve limité par le facteur comme manque d'eau, ceci limite aussi la quantité d'azote dont la culture peut tirer partie les doses de rendement (Ivontchik, 1987).

Le calendrier des apports d'azote dépend du cycle de croissance de la culture et cela pour limiter les pertes par volatilisation et par lessivage. La plupart des cultures de blé répondent bien à un petit apport d'azote au semis, mais l'on veut utiliser des doses moyennes ou fortes, l'apport principal doit avoir lieu au début de période de croissance rapide (Baumont, 1967).

1.4.7. Valeur alimentaire

Le blé contient plus d'amidon que le riz et le maïs. Il est plus riche en protéine que les autres céréales. Un grain de blé contient :

- ✓ 8,5 – 18% de protéines ;
- ✓ 69% d'hydrate de carbone ;
- ✓ 1,2-2,5% de lipides ;
- ✓ 1,2- 2,1% de sels minéraux (Balenda et Kiuka, 1999).

1.4.8. Cycle végétatif

Le cycle végétatif du blé selon Ivontchik (1987), se compose en trois grandes périodes et subdivisées elles-mêmes en 5 phases :

1.4.8.1. Périodes végétatives : comprend les phases suivantes :

a. Germination à la levée

La germination est la première manifestation de la vie active des grains, elle commence lorsque les grains présentent une humidité suffisante de 50% de leur poids sec (Raemaekers, 2001).

b. Levée au tallage

Phase au cours de laquelle apparaissent les premières feuilles, et se termine à l'apparition des premières talles. La plante entière se présente alors ainsi :

- Grain complètement vide ;
- Le rhizome, correspondant à un entre-nœud souterrain ;
- Le plateau de tallage, constitué par renflement plus ou moins épais, ou porte de talle et racine de tallage ; premières feuilles et les premières talles (Ivontchik, 1987).

c. Tallage à la montée

Les talles sont issues des bourgeons situés à l'aisselle des feuilles. On distingue la talle de coléoptile, qui prend naissance à la base de la coléoptile et les talles des feuilles. La première talle qui apparaît est la talle de coléoptile. Sa présence dépend de la profondeur du semis et de la variété (Ivontchik, 1987).

1.4.8.2. Période de reproduction

a. Montée à l'épiaison

Les tiges s'allongent mais les épis ne sont pas encore apparents. La montée est notée lorsque le jeune épi est à 1 cm du plateau de tallage. Cette montée prend fin à l'épiaison. C'est la phase la plus importante du point de vue développement. Elle comprend la formation des organes floraux, au cours de son évolution. C'est là où va se fixer le nombre des tiges qui vont donner les épis (Ivontchik, 1987).

Voici les différents facteurs externes qui influencent le rythme de cette phase :

- La température qui joue un rôle important dans le déclenchement de ce phénomène et son évolution.
- La durée du jour, c'est l'indice héliothermique, quant à l'eau, elle joue surtout la croissance (Ivontchik, 1987).

b. Épiaison à la floraison

Ici, les épis apparaissent puis la plante fleurit, les étamines apparaissent une fois la fécondation terminée. La floraison se produit en général 4 à 8 jours après l'épiaison. Cependant, pour les variétés très précoces, la durée est caractérisée par l'apparition des anthères à l'extérieur des glumes. La pollinisation a eu lieu avant même cette sortie (Van den put, 1981).

1.4.8.3. Période la période de maturation

Elle commence lorsque la fécondation est réalisée, et comprend deux grandes phases :

a. Floraison à la maturation physiologique

Ici, on peut distinguer deux parties : l'une correspondant à la croissance du grain, l'autre à l'accumulation active et à la transformation des matières de réserve. La faculté germinative est atteinte à la fin de cette phase ; l'embryon est alors capable de se développer normalement, seul, tout au moins pour les variétés à grains rouges (Doorembos, et al, 1980).

b. Maturité physiologique à la dessiccation

Cette phase consiste à une dessiccation progressive du grain et à une lente maturité des enveloppes. A la fin de cette phase, les variétés différentes sont susceptibles de germer dans la proportion de 80 à 90 % ; le facteur climatique important au cours de cette phase est la température. Elle consiste le cycle végétatif du blé et aboutit à la production du grain, objectif

principal de la culture du blé (Doorembos et al ; 1980 ; la longueur du cycle végétatif du blé est 100 à 130 jours du semis à la maturité (Doorembos, 1980).

1.5. Techniques culturales

1.5.1. Rotation et assolement

Le blé vient après une plante à tubercule et à racine. Il peut venir aussi avant ou après une légumineuse, mais il peut venir aussi après une jachère. Si le terrain est à meubler entre la récolte récente et le blé, on doit avoir le délai nécessaire pour que le sol ait le temps de se régénérer (Doorembos, 1980).

1.5.2. Préparation du sol

Un labour profond est nécessaire avec extirpation des toutes les mauvaises herbes et en particulier le chiendent. Il faut bien émietter le sol et égaliser le terrain. Le choix portera sur un sol qui ne pas trop compact ni trop léger ni lourd, ni trop sec, ni trop humide (Baumont, 1969).

1.5.3 Le semis

Le semis interviendra après une bonne préparation du terrain lorsque la température est encore basse. On recommande le semis en ligne espacées de 15x10cm, à une profondeur de 3à5cm (Raemaekers, 2001). On conseil un apport de 300 à 500kg d'engrais NPK (10-20-10) au moment du semis suivi par un apport de 50 à 90kg d'urée, effectué entre 25 et 30 jours après le semis, au moment du sarclage (Raemaekers, 2001).

1.5.4. Entretien

L'entretien pour la culture de blé est basée sur l'opération de la lutte contre les mauvaises herbes, qui constituent une intervention capitale chez les blés, car elle assure une bonne croissance et induit une bonne production du fait que cette plante est très sensible à la concurrence des adventices (Van Den Put, 1981).

Le blé est généralement envahi par beaucoup de mauvaises herbes d'où plusieurs sarclages sont nécessaires. Lorsque les plantes sont âgées d'un mois, il faut effectuer un premier sarclage, suivi de battage à quelques semaines après les travaux de sarclage étant souvent empêché par la densité du semis serré, on recommande une bonne extirpation des mauvaises herbes lors de la préparation du terrain ; dans les grandes exploitations, l'utilisation des herbicides est courante. Les herbicides recommandés sont surtout les 2,4-D, le MCPA, le MCPP et 2,4-DP ; l'application de ces produits se fait quand les plantes ont 4 à 6 feuilles (Raemaekers, 2001).

1.5.5. Fertilisation

Pour un bon rendement, en fonction des sols, la plante a besoin de 80 à 90kg /ha d'azote, 40 à 45kg/ha de P et 40 à 45 kg/ha de K (Gros, 1967), soit jusqu'à 150kg/ha d'N ; 35 à 45 kg/ha de P et 25 à 50kg/ha de K (Doorenbos, et al. 1980).

1.5.6. Récolte

La récolte s'effectue au moment où la paille a presque perdu sa verdure. La récolte manuelle se fait quand les grains ont une teneur d'humidité de 20% et la récolte mécanique, quand les grains sont à 17% de leur teneur en humidité (Leroux, 1983).

1.5.7. Rendement

Le rendement est variable suivant l'année, les variétés, les richesses du sol, le système cultural, les techniques professionnelles de cultivateur, les facteurs écologiques etc. (Gros, 1967).

1.6. Maladies et ravageurs

1.6.1. Les maladies

Les agents pathogènes attaquant les plantules sont *Rhizoctonia solani*, *Bipolaris sorokiniana*, *Sclerotium rolfsii* et occasionnellement *Rhizopus* spp.

Une maladie bactérienne commune du blé, mais mineure, se rencontre dans l'est et le sud de l'Afrique. Elle est causée par *Xanthomonas campestris. Translucens* et se caractérise par des striures sombres, apparemment imbibées d'eau, sur les glumes (*black chaff*) et les feuilles (*bacterial stripe*) (Buycks, 1962).

Le blé est sujet aux attaques des différentes maladies durant son cycle de développement. Parmi les nombreuses maladies qui agissent sur les rendements les plus importantes sont : la rouille, l'helminthosporiose, la septoriose, le charbon, la carie, la fusariose, etc. (Raemaekers, 2001)

1.6.1.1. La rouille

Elle est principale maladie qui attaque le blé en Afrique tropicale. Il y a trois sortes des rouilles dont :

- ❖ La rouille jaune (*puccinia striiformis*)
- ❖ La rouille brune (*puccinia recondita*)
- ❖ La rouille noire (*puccinia graminis*)

Ces parasites attaquent tous les organes de la plante : graine, feuille, tige et épis (Bovey, 1967).

1.6.1.2. Helminthosporiose

Elle est plus importante dans la région humide du pays (haute et moyenne altitude), les conditions favorables à son développement sont des températures moyennes de 18 à 27°C et des pluies abondantes pendant la croissance des plantes (Buycks, 1962).

1.6.1.3. La septoriose

Elle est une maladie à apparition capricieuse qui peut provoquer de réduction des rendements lorsque l'épidémie est forte. Celle-ci se produit quand le temps est pluvieux et froids (Buycks, 1962).

1.6.1.4. Charbon

Il est causé par un agent appelé *Ustilago tritici*. Il peut se développer aussi bien sur le blé tendre que sur le blé dur (Autrique. et, al, 1989).

1.6.1.5. La carie (*Tilletia tritici*)

C'est une maladie qui est transmise très souvent par le biais des semences, le principal symptôme se situe au niveau des grains qui sont remplies d'une poussière noire constituée de spore des champignons. Celle-ci dégage une odeur très forte de putréfaction (Autrique et al, 1989).

1.6.1.6. Fusariose (*Fusarium*)

Les symptômes de cette maladie se détectent au niveau des épillets qui commencent à présenter un aspect blanc crayeux. Les grains infectés sont souvent déformés et ridés avec des tailles plus réduites que celle des grains saines (Raemaekers, 2001).

1.6.2. Ravageurs

a. les insectes

Les espèces communes de pucerons qui parasitent le blé en Afrique tropicale sont *Sitobion avenae* ; *Rhopalosiphum padi*, *Metopolaphium dirhodum* et *Schizaphis gramineum*. Ils se nourrissent de la sève de la plante et peuvent transmettre des maladies virales. De forte pluie réduisent leurs populations et un contrôle naturel biologique s'installe, mais graves infections peuvent nécessiter un traitement chimique (Raemaekers, 2001).

b. Nématodes

Lorsque le blé est cultivé en rotation des cultures sensibles (par exemple le tabac), le blé peut être infesté par des nématodes à galles (*Meloidogynes spp.*), des nématodes libres des racines (*Paratrichodorus spp.*) des nématodes endoparasites migrants des racines (*Pratylenchus spp.*) (Raemaekers, 2001).

c. Oiseaux

Quelea quelea (passeriformes) est un important ravageur du blé irrigué dans les régions tropicales. Détruire les oiseaux dans leur dortoir, les effrayer pour les éloigner des champs, sont les seules mesures efficaces connues actuellement pour limiter les pertes de récolte (Raemaekers, 2001).

1.6.3. Maladies du blé au Katanga

Les maladies les plus importantes qui agissent sur le rendement de la culture de blé au Katanga sont : la septoriose, la fusariose, la rouille et l'helminthosporiose.

1. La rouille qui est le facteur le plus important de la production du blé à Lubumbashi, selon les conditions du sol et du climat, la sensibilité de la variété et le comportement de la culture au moment de l'attaque.
2. L'helminthosporiose, lors des essais menés en saison de pluie par la société Mbeko-Shamba en collaboration avec Midema à Fungurume (Bardy, 2000).
3. La septoriose qui attaque les feuilles et les épis,
4. La fusariose qui attaque les épillets qui commencent à présenter un aspect blanc crayeux. (Mukobo, 2010).

1.7. Importance de la culture

1.7.1. En tant que graminée

Le blé a une grande importance dans la vie humaine, dans la vie animale et dans l'industrie. Cependant, en Afrique tropicale, le blé est quasi exclusivement utilisé comme denrée alimentaire

et semences, et seuls les sous-produits du grain moulu (à savoir le son et le germe) interviennent dans les industries des aliments pour les animaux. (Ivontchik, 1987)

I.7.2. Importance du blé dans l'alimentation humaine

Le blé est consommé partout dans le monde à cause de sa protéine qui lui confère ses propriétés de panification (Doorembos, 1980).

Le blé est un aliment de base pour l'homme en particulier et pour les animaux en générale, il est utilisé dans l'alimentation journalière humaine pour la production des pains, biscuits, de l'hostie pour les chrétiens catholiques à travers le monde (Baumont, 1969).

1.7.3. Utilisation actuelle du blé en R.D.C, dans la province du katanga et plus précisément à Lubumbashi

En R.D.C, la consommation des produits à base de blé y est de plus en plus importante et elle présente plus de 30% des importations en produits alimentaires en République Démocratique du Congo. Bien que certains plateaux de Haut-Katanga ainsi que Lubumbashi soient propices à la culture des céréales à paille telles que le blé dur, le blé tendre et le triticales, la production locale est pratiquement inexistante. Leur production en quantités suffisantes se présente donc comme l'une des alternatives à ce déficit et contribuerait à réduire les importations de farine de froment (Mukobo, 2010).

Au Katanga, il semble que le blé ait été introduit en 1955 à Moba. Entre 1955 et ces dernières années, aucune nouvelle variété n'a été cultivée dans le Katanga. En dehors de la région de Moba, des expérimentations ont été ponctuellement menées au Sud du Katanga (Baumont, 1969). Le blé constitue aussi des travaux de recherche pour les chercheurs de la faculté des sciences agronomiques. Cela permet de connaître les différentes maladies qui peuvent attaquer cette culture.

Chapitre 2. Milieu, matériels et méthodes

2.1. Milieu expérimental

2.1.1. Localisation

Pour réaliser notre expérimentation sur l'essai des nouvelles variétés de céréales à pailles à la faculté des sciences agronomiques à l'université de Lubumbashi (Unilu), nous avons installé notre essai à la ferme Kassapa Unilu, se trouvant dans la commune annexe ; située à peu près à 18 Km de la ville de Lubumbashi, au Sud-est délimitée par la rivière Kassapa, à l'ouest et au sud par INERA kipopo et village Kasibala.

Elle est à 1244 m d'altitude, 11° 37'1939'' de latitude et aux longitudes de 27°27'E.

2.1.2. Climat

Les conditions climatiques (température, pluviométrie et humidité relative) qui ont prévalu lors de notre essai, sont représentées dans le tableau ci-dessous. En effet, la ville de Lubumbashi et ses périphéries appartiennent selon la classification de KOPPEN au type climatique Cw6. Ce type regroupe des climats pluvieux, tempérés chauds entre 3 à 18°C et total des pluies au cours du mois le plus sec est inférieur ou égal au total des pluies au cours de mois les plus pluvieux (Malaise et Leblanc, 1978).

La ville de Lubumbashi est caractérisée par la température moyenne annuelle de l'ordre de 20°C. Les températures les plus basses sont observées au début de la saison sèche, de mai à la fin juillet. Ainsi, la température moyenne est de 15,6°C, celle de Juin est de 16,20°C et celle de Mai et Aout est de 18,10°C. La moyenne de température minimale journalière est de 4,20°C en juillet. Des minimums absolus sont très rares, mais s'observe à certaines années, principalement dans le fond de vallée (Malaise et Leblanc, 1978).

Les régimes pluviométriques de Lubumbashi sont caractérisés par une saison de pluie (novembre à mars), une saison sèche (mai à septembre) et deux mois transitoire (Octobre et Avril).

Le mois de juillet est toujours exempté des pluies, juin et aout ont connu respectivement trois pluies au cours de 50 dernières années.

Tableau 2. Présentation des données climatiques

Mois/Année	Précipitation (mm)	Humidité relative en %	N ^{bre} de jours de pluies	Température (°c)		
				Min.	Max.	Moy.
Janvier	324,4	87	21	17,23	27,75	21,4
Février	256,6	87	14	17,66	27,96	21,3
Mars	174,5	85	11	17,13	27,82	21,3
Avril	164,5	77	3	14,5	26,7	26,7
Total	920	336	49	66,52	110,23	90,7
Moyenne	230	84	12,25	16,63	27,55	22,67

Source : Station météorologique de la Luano (Lubumbashi) 2013

2.1.3. Végétation

Le précédent cultural sur notre champ expérimental est une culture de maïs. Nous avons répertorié aussi quelques espèces des mauvaises herbes en association avec le maïs, dans lesquelles on y trouve :

- ✓ *Panicum maximum.*
- ✓ *Cynodon dactylon.*
- ✓ *Imperata cylindrica.*
- ✓ *Tithonia diversifolia*

2.1.4. Le sol

Les sols de la ferme Kassapa appartiennent en grande partie au groupe des sols ferrallitiques rouges, ocre-rouges et jaunes. Ils sont associés à une cuirasse ferrugineuse à niveau d'éléments granuleux d'origine divers (Mpundu, 2010).

Tableau 3. Teneur des éléments du sol de la ferme Kassapa (Laboratoire de la Faculté des Sciences 2013)

Eléments	Valeurs
N-(NO ₃)	10,6 ppm
P-(PO ₄)	59,88 ppm
K ⁺	274 ppm

Source : *Laboratoire de la Faculté des Sciences 2013.*

2.2. Matériels

Le matériel végétal que nous avons utilisé pour notre expérimentation est constitué d'un lot de 83 variétés de blé tendre (*Triticum aestivum*) provenant du Centre international d'amélioration du maïs et du blé.

Tableau 4. Matériels de propagation

CODE	Noms des variétés
S	
2001	PBW343
2002	VOROBÉY
2003	D67.2/PARANA 66.270//AE.SQUARROSA (320)/3/...
2004	D67.2/PARANA 66.270//AE.SQUARROSA (320)/3/...
2005	WORRAKATTA/2*PASTOR//VORB
2006	VORB/3/T.DICOCCON PI94625/AE.SQARROSA (372)...
2007	VORB/4/D67.2/PARANA 66.270//AE.SQUARROSA (32...
2008	SOISSONS/KUKUNA//WBLL1*2/TUKURU
2009	T.DICOCCON PI254156/3*KAUZ//2*STYLET
2010	SERI*3//RL6010/4*YR/3/PASTOR/4/BAV92/5/VORB
2011	C80.1/3*BATAVIA//2*WBLLL1/4/D67.2/...
2012	BABAX/LR39//BABAX/3/VORB/4/SUNCO/2*PASTOR
2013	VORB/4/D67.2/PARANA 66.270//AE.SQUARROSA (32...
2014	VORB/4/D67.2/PARANA 66.270//AE.SQUARROSA (32...

2015	VORB/6/CPI8/GEDIZ/3/GOO//ALB/CRA/4/...
2016	T.TAU.83.2.29/ATTILA//ATTILA/3/EXCALIBUR
2017	KRICHAUFF/2*PASTOR/3/PFAU/WEAVER//KIRITATI/...
2018	VORB*2/3/PFAU/WEAVER//KIRITATI
2019	VORB*2/3/PFAU/WEAVER//KIRITATI
2021	VORB*2/3/PFAU/WEAVER//KIRITATI
2022	VORB*2/3/PFAU/WEAVER//KIRITATI
2023	VORB*2/3/PFAU/WEAVER//KIRITATI
2024	MUGRA/KRONSTAD F2004
2025	TACUPETO F2001/6/CNDO/R143//ENTE/MEXI_2/3/...
2026	TACUPETO F2001/6/CNDO/R143//ENTE/MEXI_2/3/...
2028	NORM/WBLL1//WBLL1/3/TNMU/4/WBLL1*2/TUKURU
2032	FRANCOLIN #1/4/BABAX/LR42//BABAX*2/3/KURUKU
2033	PFAU/SERI.1B//AMAD/3/WAXWING/4/BABAX/LR42//...
2034	WBLL1*2/KURUKU/4/BABAX/LR42//BABAX*2/3/...
2035	WBLL1*2/KURUKU/4/BABAX/LR42//BABAX*2/3/...
2036	WBLL1*2/BRAMBLING//JUCHI
2037	WBLL1*2/KKTS//KINGBIRD#1
2038	WBLL1*2/KKTS//KINGBIRD#1
2039	TACUPETO F2001//WBLL1*2/KKTS/3/WBLL1*2/...
2041	TACUPETO F2001//WBLL1*2/KKTS/3/WBLL1*2/...
2043	WBLL1*/TUKURU*2//KRONSTAD F2004
2044	YAV_3/SCO//J069/CRA/3/YAV79/4/...
2045	ATTILA*2/PBW65*2/5/REH/HARE//2*BCN/3/CROC_1/
2046	ATTILA*2/PBW65*2/5/REH/HARE//2*BCN/3/CROC_1/
2047	BABAX/LR42//BABAX/3/BABAX/LR42//BABAX/4/...
2048	BABAX/LR42//BABAX/3/BABAX/LR42//BABAX/4/...
2050	PFAU/WEAVER//KIRITATI/3/FRET2/TUKURU//FRET2/
2051	KSW/5/2*ALTAR 84/AE.SQUARROSA (221)//...
2055	CALINGIRI/4/BABAX/LR42//BABAX/3/BABAX/LR42//

2056 CALINGIRI/4/BABAX/LR42//BABAX/3/BABAX/LR42//
2057 CALINGIRI/4/BABAX/LR42//BABAX/3/BABAX/LR42//
2058 CALINGIRI/4/BABAX/LR42//BABAX/3/BABAX/LR42//
2059 T.DICOCCON PI254156/3*KAUZ//2*STYLET
2061 T.DICOCCON PI254156/3*KAUZ//2*STYLET
2062 T.DICOCCON PI254156/3*KAUZ//2*STYLET
2098 FRANCOLIN#1/KIRITATI
2117 WAXWING/VORB//FRANCOLIN#1
2118 BAV92//IRENA/KAUZ/3/HUITES*2/4/VORB
2119 HEILO/7/IVAN/6/SABUF/5/BCN/4/RABI//GS/CRA/3/
S2121 KENYA NYANGUMI/3/2*KAUZ/PASTOR//PBW343
2122 KSW/SAUAL//SAUAL
2123 KSW/5/2*ALTAR 84/AE.SQUARROSA (221)//...
6203 VORB/4/D67.2/PARANA 66.270//AE.SQUARROSA (32...
6204 PROINTA SUPERIOR /4/RL6043/4*NAC//PASTOR/3/...
6205 ACHTAR*3//KANZ/KS85-8-5/4*NAC//MILAN/KAUZ//...
6207 QG 4.37A/4/MILAN/KAUZ//PRINIA/3/BAV92/5/...
6208 SOKOLL/MIRIAM 41
6209 SOKOLL/MIRIAM 41
6210 CNO79//PF70354/MUS/3/PASTOR/4/BAV92/5/FRET2/...
6211 KABY/BAV92/3/CROC_1/AE.SQARROSA (224)//...
6212 PASTOR/FLORKWA-1//BAV92/3/WBLL1*2/KUKUNA/5/...
6213 ATTILA/PASTOR/3/BABAX/KS93U76//BABAX/4/...
6214 BABAX/LR39/BABAX/4/BJY/COC//PRL/BOW/3/FRTL/...
6239 SOKOLL/MIRIAM 41
6241 PBW343*2/KUKUNA//PFAU/MILAN
6242 WBLL1*2/KUKUNA//FINSI
6243 SAUAL/3/KAUZ/PASTOR//PBW43
6244 SERI.1B*2/3/KAUZ*2/BOW//KAUZ/4/CROC_1/...
6245 FRET2*2/KUKUNA*2/4/BOW/URES//2*WEAVER/3/...

6246	TRCH*2/7/ TNMU/6/CEP81165/5/IACS/4/...
6247	PRL/2*PASTOR//SRTU/3/PRINIA/PASTOR
6248	ALD/COC//URES/5/VEE/LIRA//BOW/3/BCN/4/KAUZ/...
6249	PSN/BOW//SERI/3/MILAN/4/ATTILA/5/KAUZ*2/...
6250	UP2338/3/HEI1/3*CNO79//2*SERI/4/RABE/2*MO88
6251	HUIRIVI#1
6252	MURGA

2.3. Méthode

Pour réaliser notre travail, nous avons pratiqué, la méthode d'expérimentation. Cette méthode nous a permis de bien décrire nos quatre vingt trois variétés. Le logiciel SAS nous a permis à traiter nos données. Notre champ d'expérimentation était constitué de quatre vingt trois parcelles de 1m², et la dimension totale de notre champ était de 246,1m². Les dimensions de l'ensemble de champ expérimental sont :

- ✓ Champ entier : 107 m sur 2.30 m = 246,1 m²
- ✓ Parcelle élémentaire : 1 m sur 1 m = 1 m²
- ✓ Espace entre les parcelles : 30 cm
- ✓ Espace dans les allées : 30 cm
- ✓ Ecartement de la culture 15 cm entre les lignes et 10 cm dans les lignes.

2.4. Paramètres observés

Voici les paramètres qui ont été observés au cours de notre expérimentation :

2.4.1. Les paramètres végétatifs

Taux de levée

- Nombre de talles
- Hauteur de la plante
- Longueur des épis

- Nombre d'épillets /épi.

2.4.2. Paramètre du rendement

- Nombre des grains par épi
- Nombre d'épillets par épi
- Nombre d'épi
- Poids de mille grains
- Rendement

2.5. Conduite de l'expérience

2.5.1. Préparation du terrain

Avant tout nous avons délimité le terrain, fauché et labouré suivi du piquetage et de hersage. Chaque parcelle avait opté la taille ou la dimension de 1mx1m dont chaque parcelle a été hersée. La distance entre les parcelles était de 30cmx30cm pour nous permettre le passage lors de l'entretien.

2.5.2. Le semis

Nous avons semé le 13 janvier 2013 aux écartements de 15cmx10cm. Le nombre total des lignes de semis par parcelle unitaire était de 5 et chaque ligne comprenait 20 grains d'où la densité de 10.000 plantes par hectare.

2.5.3. Entretien

Les travaux d'entretien étaient effectués simultanément selon que la culture était menacée par les mauvaises herbes et selon que sol se compactait. Souvent les désherbages se faisaient à la main en même temps que le binage. Trois binages étaient fait au cours de notre expérimentation.

2.5.4. Fertilisation

Lors de notre expérimentation, nous avons pratiqué seulement les engrais chimiques. Ces engrais étaient urée (10-20-10) et NPK (10-20-10) était appliqué lors du semis le 18 février 2013 soit 21^{ème} jour après le semis. La quantité utilisée par parcelle était de 50g, d'où la dose appliquée est était de 500kg/ha.

2.5.5. Protection

Pour protéger les cultures, nous avons fait un système de gardiennage pour lutter contre les oiseaux, c'est-à-dire, notre champ d'expérimentation était à cote du champ de maïs.

2.5.6. Récolte

La récolte a été réalisée le 17 mai 2013 lorsque le nombre de jours constituant le cycle végétatif a été réalisé et aussi lorsque nous avons observé les signes de maturité qui ont commencé par changement des couleurs jusqu'au disfonctionnement de plante toute entière donc le flétrissement. La main nous a servi pour couper les épis, variété par variété.

Chapitre 3. Présentation et interprétations des résultants

Les résultats des analyses statistiques pour chaque paramètre étudié sur les différentes variétés des céréales à pailles sont présentés sous forme de paramètres de position et de dispersion dans le tableau 5.

Tableau 5. Statistiques relatives aux caractères agronomiques des 83 variétés de blé

Variable	Max.	Moy.	Min.	Etendue	Dev.std	Var.	Méd.
Taux de levée(%)	80	18	0	11	21	116	10
Nbre de talles	10	2	0	16	2	79	2
Hauteur à 40jrs(cm)	48	18	0	17	13	73	18
Hauteur finale(cm)	73	39	0	25	20	51	45
Nbre d'épis/m²	203	25	0	8	37	143	13
Longueur de l'épi (cm)	11	7	0	25	3	49	8
Poids 1000 grains	38	5	0	5	13	232	0
Incidence	100	17	0	9	22	131	12
rendement (t/ha)	6	1	0	11	1	108	1

Max. : Maximum ; Moy. : Moyenne ; Min. : Minimum ; Dev.std. : Déviation standard ; Var. : Variance ; Méd. : Médiane.

3.1.1. Taux de levée (%)

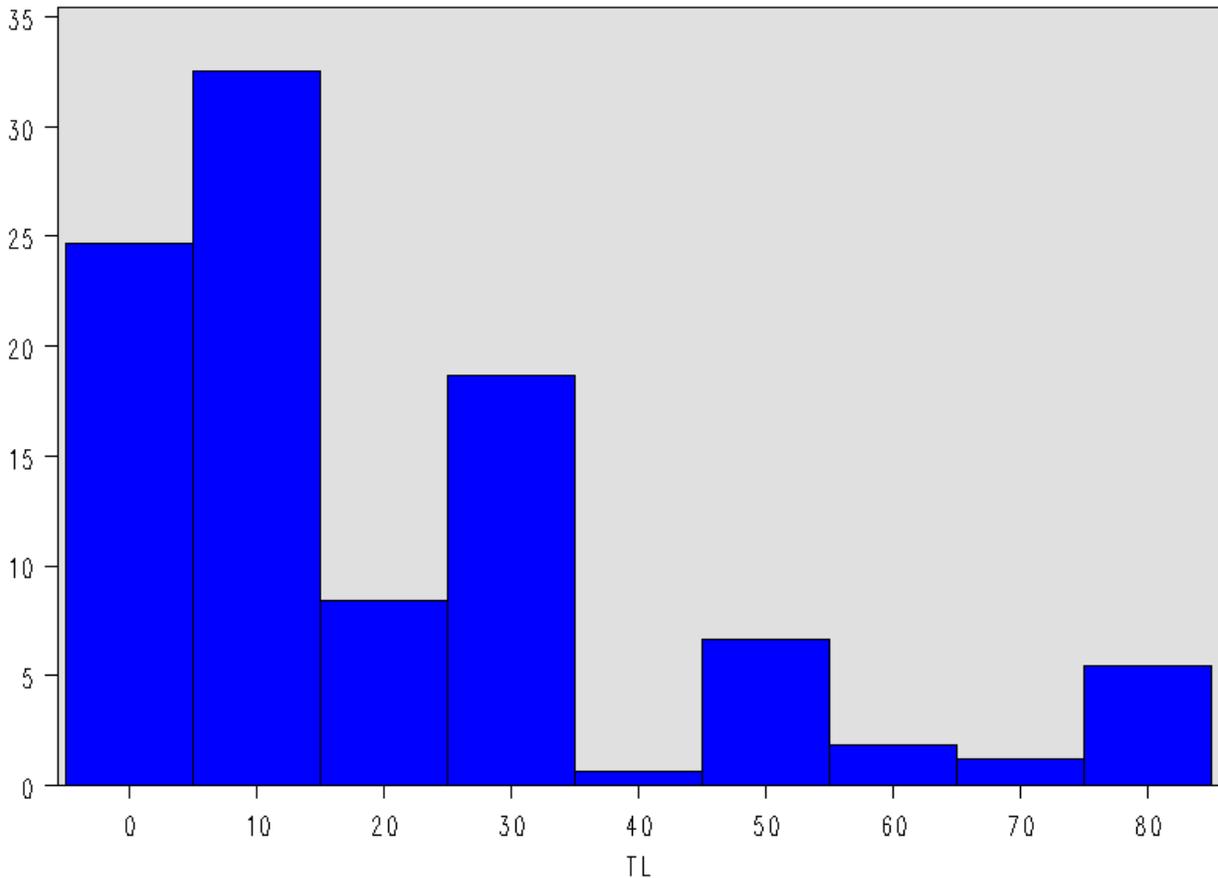


Figure 1. Taux de levée

D'une manière générale, la levée s'est avérée très faible par rapport à la norme standard. Le taux moyen de levée a varié entre 0 et 80% en fonction des variétés étudiées avec une moyenne de 18%, la médiane de 10 et une déviation standard de 21. Il ressort de l'analyse de la variance que les effets de la variété ont été significatifs sur le taux moyen de levée. Ainsi donc, 7% seulement de l'ensemble des variétés ont présenté un taux de levée supérieur contre 83% des variétés qui ont accusé une tendance largement faible. De l'ensemble des 83 variétés, 25 d'entre elles n'ont pas pu accomplir leur cycle cultural soit par manque d'épiaison, soit par absence de fructification.

3.1.2. Nombre de talles

\

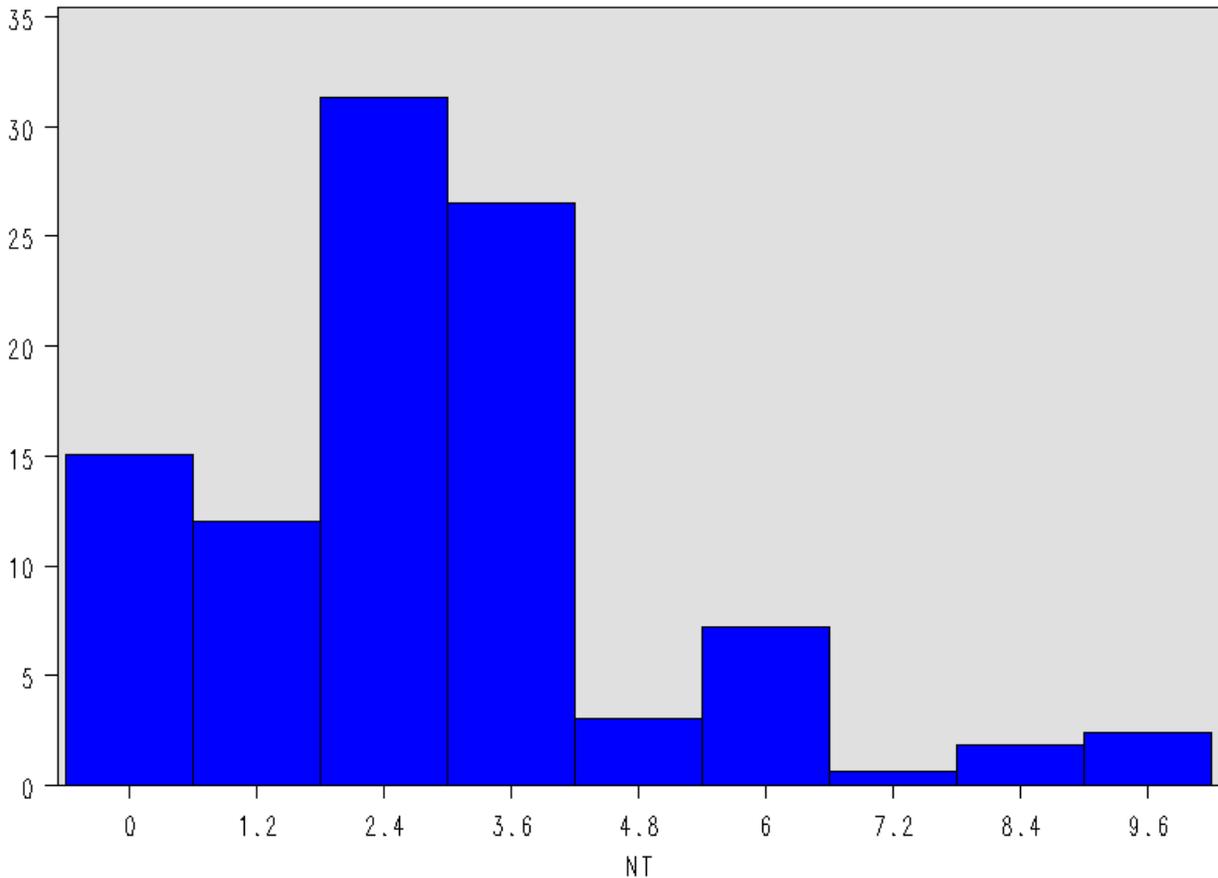


Figure 2. Nombre de talles

Comme pour le taux de levée, la tendance sur le nombre de talles s'avère toujours faible. Il varie entre 0 et 9,6 talles par plant. La moyenne a été de 2 avec une médiane de 2 et une déviation standard de 2. La figure 2 montre que de l'ensemble de nos variétés, 16% seulement ont présenté la plus grande moyenne du nombre de talles contre 59% de variétés ayant accusé des performances largement faibles par rapport à ce paramètre. Les analyses statistiques basées sur l'ANOVA ($P < 0,001$) ont démontré des différences significatives entre les variétés.

3.1.3. Hauteur à 40 jours

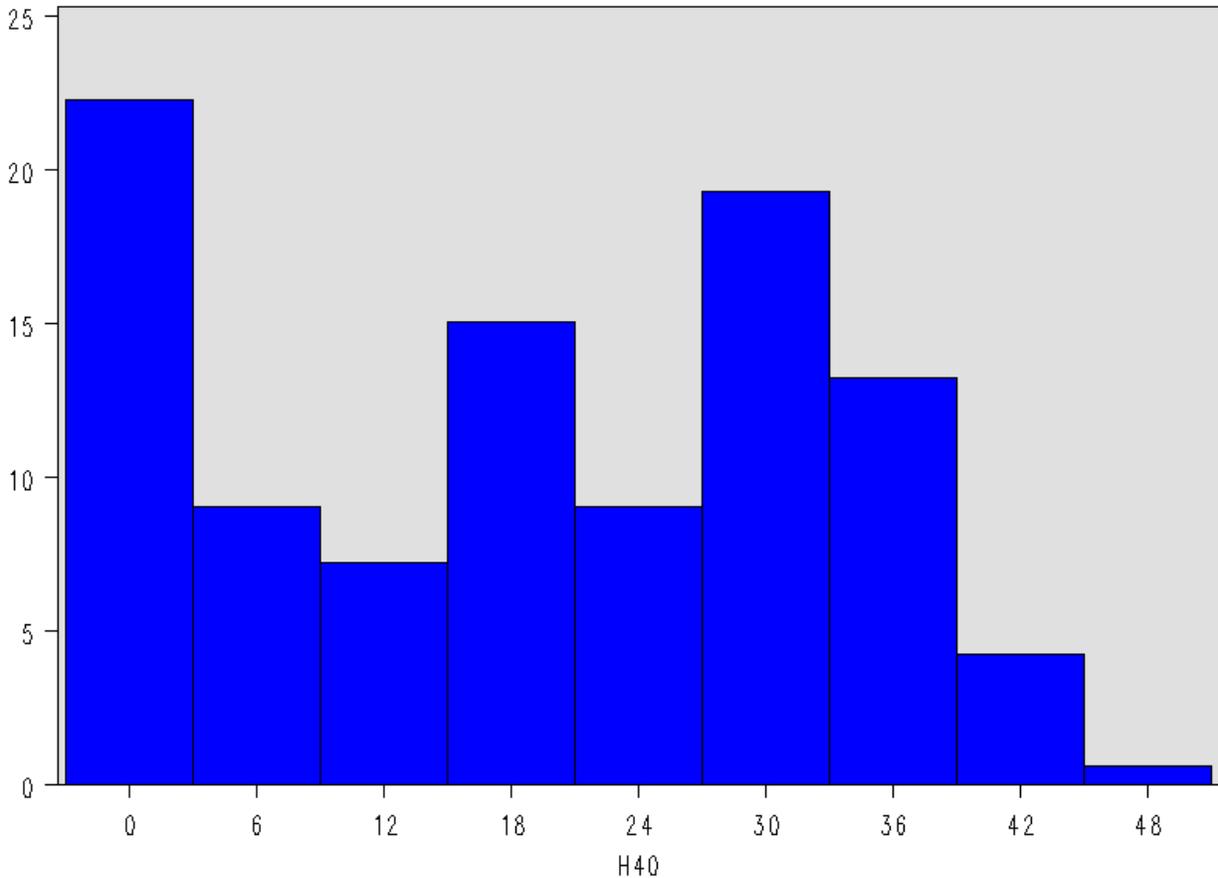


Figure 3. Hauteur à 40 jours

Comme pour le paramètre précédent, l'évolution de la hauteur des plants à 40 jours est toujours faible. Elle a varié entre 0 à 48 cm avec une moyenne de 18, une médiane de 18 et une déviation standard de 13. La figure 3 montre que de l'ensemble de variétés, 37% simplement présentent la plus grande hauteur à 40 jours contre 63% des variétés ont accusé une vigueur faible au 40ème jour. Les données statistiques descriptives basées sur l'indice de ($P=0001$), ont démontré une différence significative parmi les variétés

3.1.4. Hauteur finale

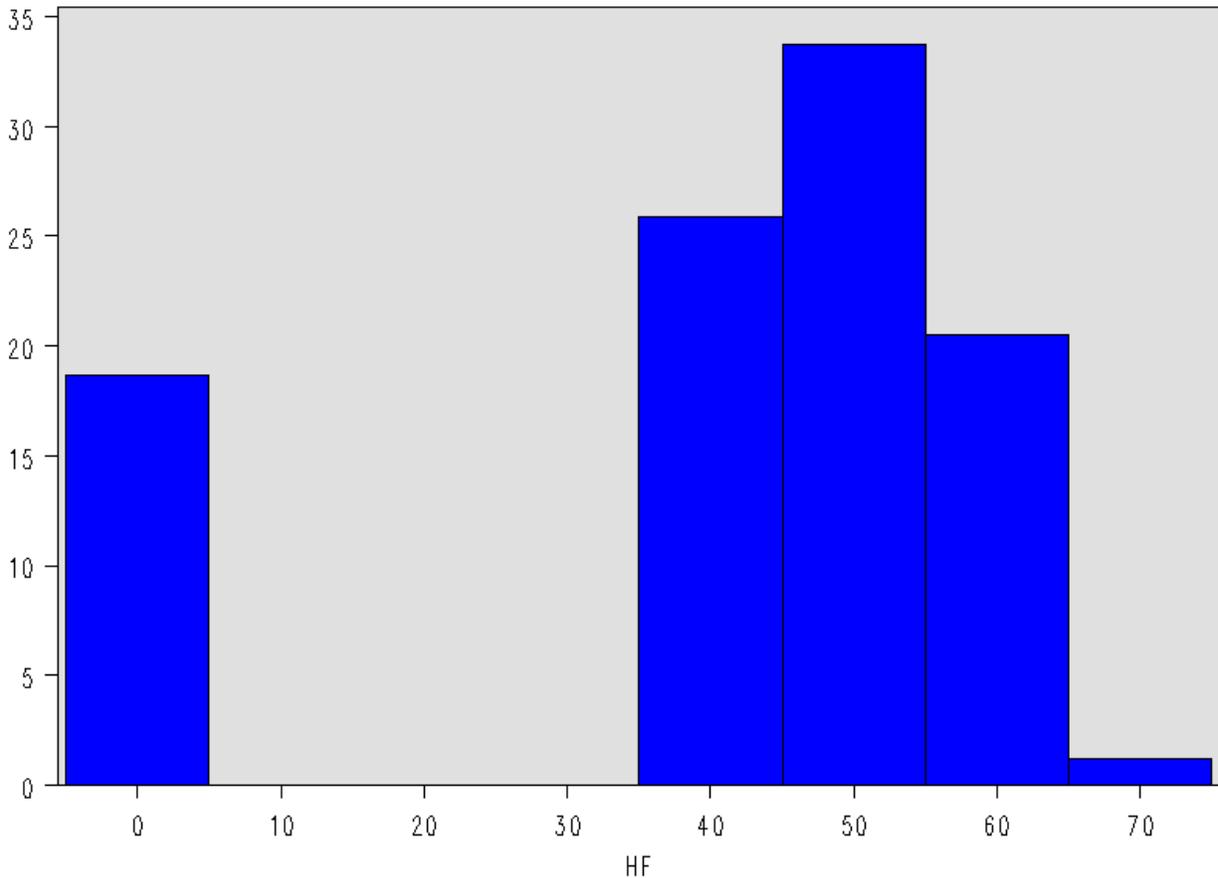


Figure 4. Hauteur finale

La tendance de hauteur de hauteur des plantes a varié entre 0 et 70 cm, avec une moyenne de 39 cm pour l'ensemble des variétés, une médiane de 45 et une déviation standard de 20. La progression de la hauteur des plants est toujours faible. La figure 4 montre que parmi nos variétés 55%, seulement ont la plus grande moyenne en hauteur, pourtant 45% des variétés ont donné énormément une hauteur médiocre. Les analyses statistiques descriptives basées sur l'indice de ($p < 0,001$), ont montré qu'il y a une différence significative.

3.1.5. Nombre d'épi/m²

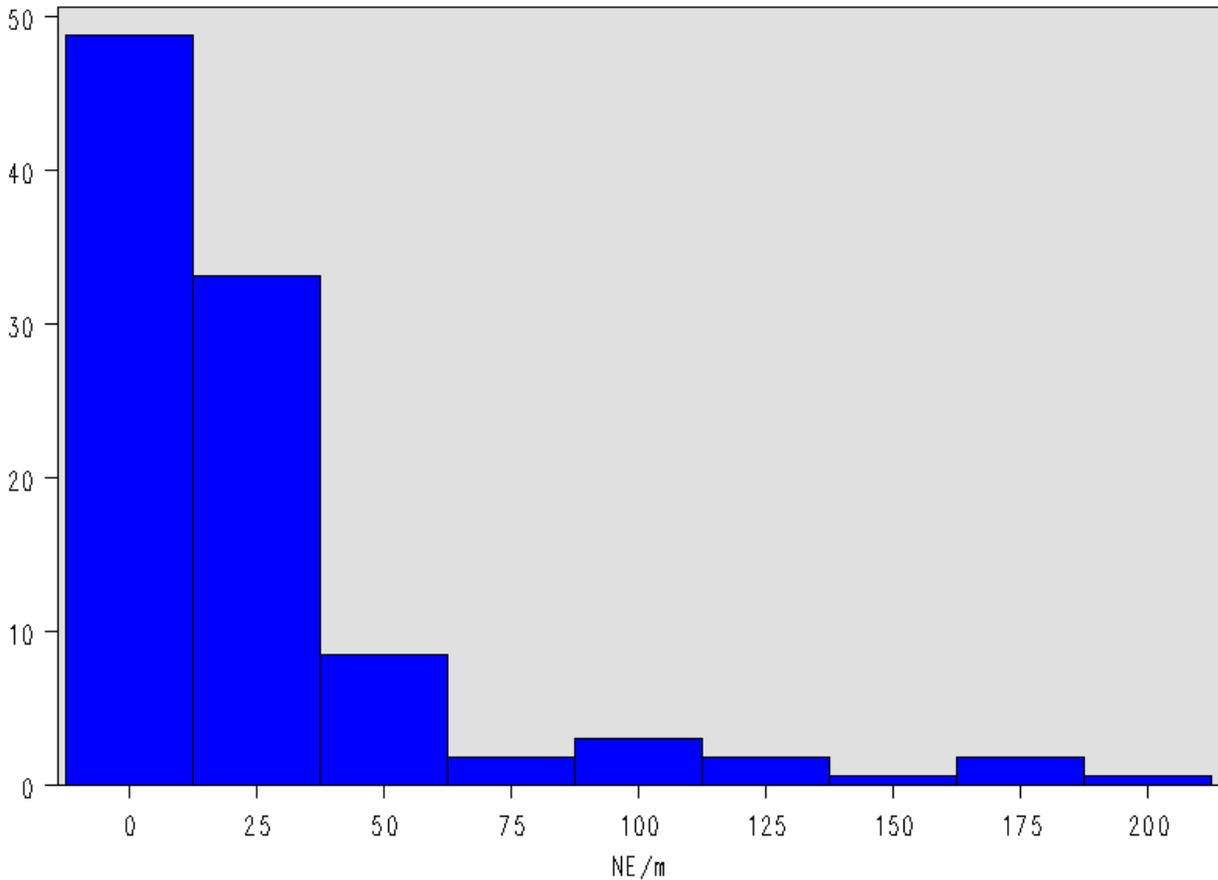


Figure 5. Nombre d'épi/m²

A l'instar des paramètres précédemment traités, le nombre d'épis par m² est toujours faible. Les nombres moyens des épis par m² varient de 0 à 200 épis par m², avec une moyenne de 25 épis par m². Ainsi, 5% seulement de l'ensemble de nos variétés ont présenté des nombres d'épis élevés de 100 à 200 épis par m², par contre, 95% de l'ensemble des variétés ont accusé une tendance faible de 0 à 75 épis par m². Les analyses statistiques descriptives en s'appuyant sur l'indice de ($P < 0,001$) (± 37), ont montré une différence significative.

3.1.6. Longueur de l'épi

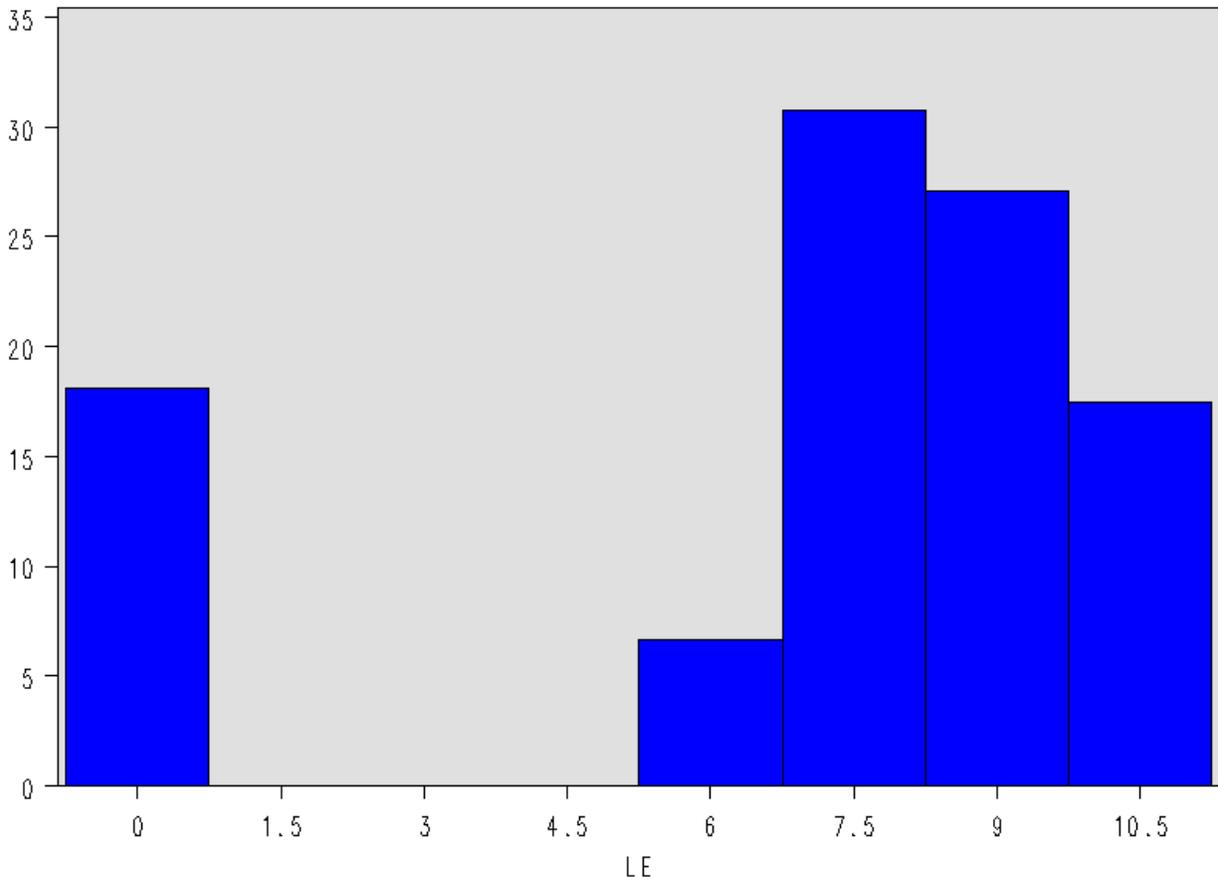


Figure 6. Longueur de l'épi

La longueur des épis a varié entre 0 et 10,5 cm, avec une moyenne de 7 cm. D'une manière générale, ce paramètre est celui qui a varié le moins en fonction des différentes conditions de semis. C'est ainsi que 82% de l'ensemble de nos variétés ont présenté une longueur d'épis élevé, par contre, 18% seulement ont accusé une évolution largement faible de la longueur d'épis. Nos résultats statistiques descriptifs se basant sur le critère de ($P < 0,001$) (± 3) ont présenté des variations non significatives.

3.1.7. Poids de 1000 grains

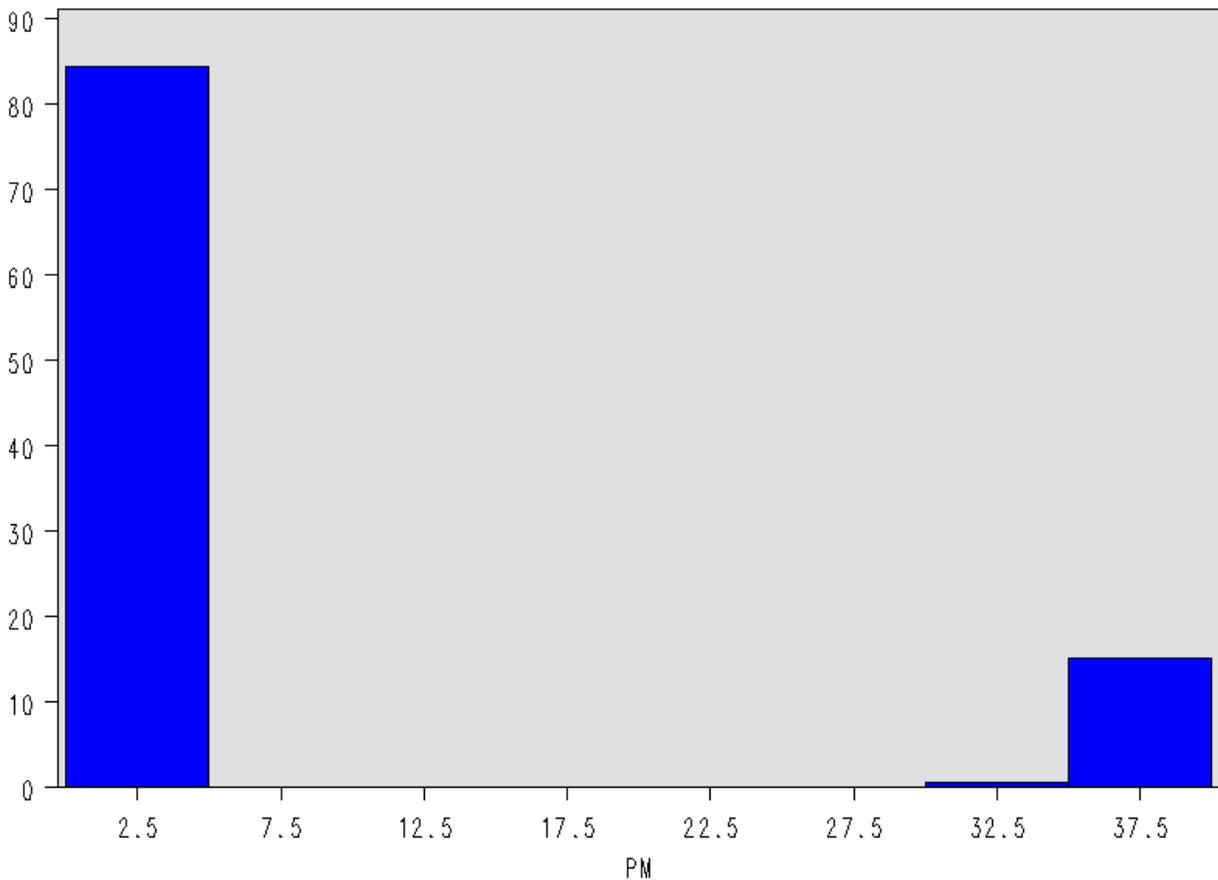


Figure 7. Le poids de 1000 grains

Comme le montre bien la figure 7, la moyenne de poids de 1000 grains a varié entre 2,5 à 37,5g, avec une moyenne de 5g. Il ressort de l'analyse de la variance que les effets de la variété ont été significatifs sur le poids de 1000 grains. C'est ainsi que 13% de l'ensemble de nos variétés ont présenté un poids élevé de 1000 grains contre 87% de qui ont largement accusé une faiblesse en terme du poids de 1000 grains.

3.1.8. Incidence

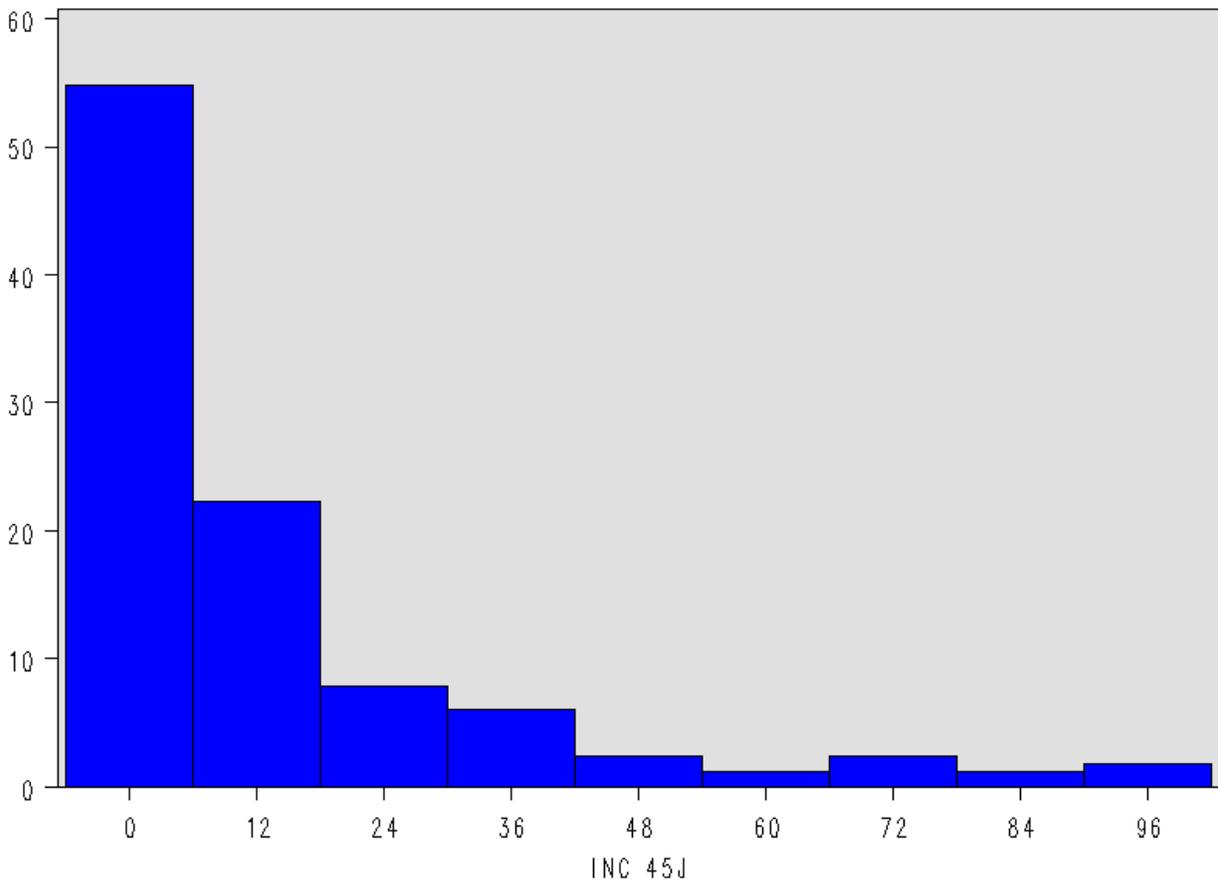


Figure 8. Incidence

Selon les analyses de statistiques descriptives, la figure 8 montre que l'évolution de la fusariose était 0 à 96% dans l'ensemble de nos variétés avec une moyenne de 12%. 77% de l'ensemble des variétés sont avérés résistants alors que 23% étaient attaquées à la fusariose.

Les observations phytopathologiques (Figure 8) montrent un bon niveau de résistance de l'ensemble des variétés par rapport à la fusariose qui a été la seule maladie présente sur terrain au cours de cette expérimentation. Cependant, les niveaux d'incidence de la fusariose ont généralement été faibles au cours de cette expérimentation.

3.9. Rendement (t/ha)

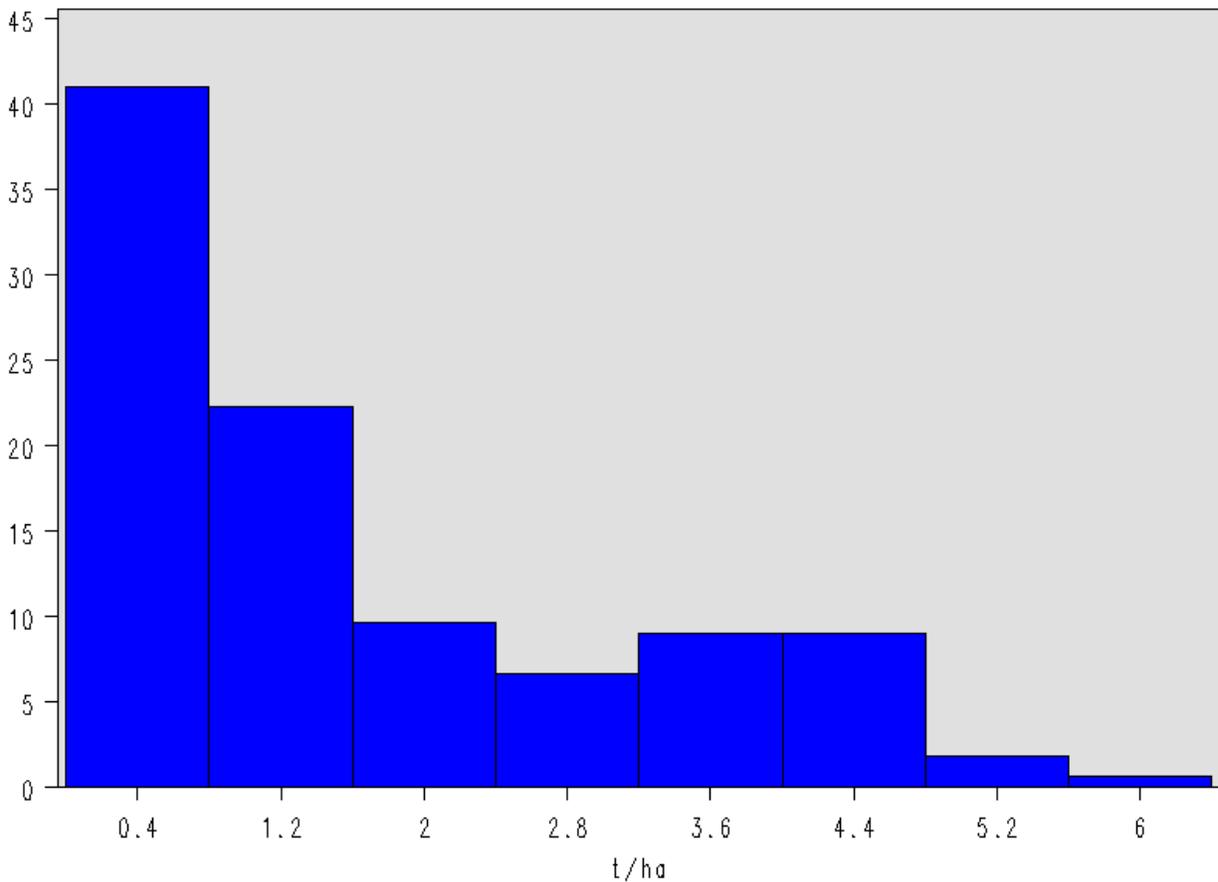


Figure 9. Rendement (t/ha)

Comme pour les autres paramètres aussi bien végétatifs que de rendement, la tendance montre une certaine disparité en termes de ce paramètre. Le rendement varie entre 0,4 et 6 tonnes, avec une moyenne de 1,2 t/ha. 24% seulement dans l'ensemble des variétés, ont un rendement largement supérieur de 3,6 à 6 t/ha. Par contre 76% de l'ensemble de nos variétés ont donné un rendement largement faible de 0,4 à 2,8 t/ha. L'étude des corrélations montre que le poids de 1000 grains est le paramètre qui a le plus influencé les rendements potentiels obtenus ($t = 0,11$, $p < 0,01$) suivi de la longueur des épis ($t = 0,25$, $p < 0,001$). Le rendement potentiel moyen de l'ensemble de l'essai est très bas et se situe autour de 0,4 t/ha et cela, malgré une valeur exceptionnelle de 6 t/ha.

Chapitre 4. Discussion

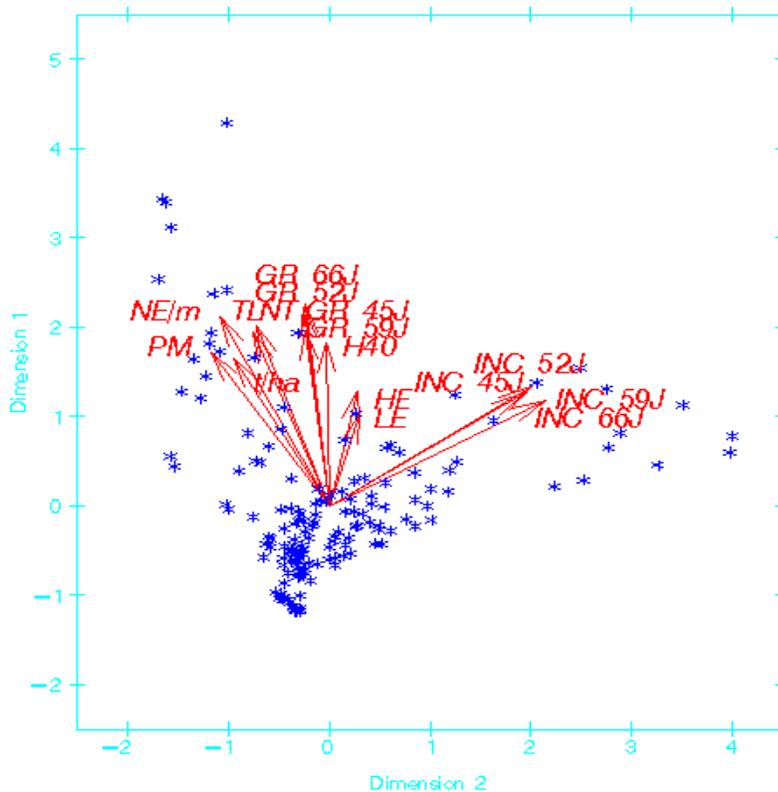


Figure 10. Analyse en composante principale des variétés de blé dur pour l'essai à la ferme Kassapa

L'axe de cette analyse en composante principale exprime quant à lui 100% de la variabilité entre les variétés et, celle-ci montre surtout que les variétés à longs épis sont celles qui ont des poids de mille grains élevés. Nous pensons que la notion de « source-puit » utilisée par Triboi (1990) et Fischer (2008) cité par Mukobo (2010), pour expliquer de manière purement mécanique la relation entre la vitesse de remplissage et le poids des grains peut aussi s'appliquer dans ce cas et que, les épis plus grands permettraient de produire des grains plus gros simplement grâce à l'espace disponible dont bénéficieraient ceux-ci pour se développer. Cependant, il y a de

corrélation entre le poids des grains et les rendements ($t = 5$, $p \approx 0,001$), entre la longueur des épis et le poids des grains ($t = 25$, $p = 0,001$), ce qui est probablement dû à la relation inverse souvent observée chez le blé entre le poids de grains et le nombre de grains (Moreno Sotomayor et Weiss, 2004). Plusieurs auteurs (Pandey et al. 2001 ; Bahlouli et al, 2008 ; Acreche et al, 2008) abordent dans le même sens et montrent que le poids des grains est moins important que le nombre de grains dans la détermination du rendement chez le blé.

La répartition du nuage formé par l'ensemble des variétés, à cheval de part et d'autre du premier axe, montre que, dans les conditions de notre essai, plus les variétés sont grandes, plus elles expriment un potentiel de rendement élevé. Des conclusions similaires ont été trouvées par Murphy et al. (2008) cité par Mukobo (2010), qui ont montré que chez certaines variétés de blé, il existait une corrélation positive entre le rendement et la taille des plantes.

Les résultats obtenus des analyses exposent des différences significatives uniquement pour tous les paramètres végétatifs dont le taux de levée, la hauteur à 40 jours, hauteur finale, longueur d'épis, nombre des talles, nombre d'épis par m² et le poids de 1000 grains. Les résultats du taux de levée ont largement varié de 0 à 80%. Ce comportement serait lié au pouvoir germinatif mais aussi aux conditions climatiques et édaphiques. FAO (1987), situe, la température optimale pour la germination et la levée du blé entre 18°C et 20°C et qu'il a des exigences accrues en eau. Le tableau 2 des données climatiques au cours de la période expérimentale montre que la température qui a régné au mois de janvier (minimum 17, moyenne 21 et maximum 27) ne coïncide pas avec les exigences de la culture. En effet, pour la FAO, les semences de blé germent à une température au dessus de 10°C et la germination et plus spécialement la levée, sont plus rapides et plus uniformes lorsque la température du sol atteint 16°C à 18°C. Si la température se situe aux alentours de 20°C, les plantules apparaissent 5 à 6 jours après semis. En dehors des paramètres climatiques, il est probable que le pouvoir germinatif puisse expliquer aussi ce fait étant donné que la germination des grains est non seulement fonction des conditions environnementales, mais aussi des conditions intrinsèques à la semence (FAO, 1987).

Quant aux paramètres hauteur de plantes à 40 jours, les hauteurs moyennes sont comprises entre 6 à 48 cm. Ceci montre qu'environ 10% de variétés en évaluation présentent de risque de verse si

elles sont installées dans des sites exposées aux vents violents et si aucune précaution n'est prise (buttage, brise-vent, haie). En effet, de profonds changements sont attendus dans les systèmes de culture pour les prochaines décennies. Ces changements seront liés, d'une part, au changement climatique, dont on attend une augmentation des températures moyennes annuelles, variation de sens du vent et des risques de stress hydrique. L'accroissement de la taille des exploitations agricoles et de la pluriactivité en agriculture influencera directement l'organisation du travail et conduira à la réduction de certaines interventions, comme le labour et le buttage.

Ce contexte, combiné à des exigences de plus en plus fortes et variées des marchés et des filières, va induire une diversification des systèmes de culture, et donc des conditions de production. Le comportement d'une variété étant variable entre environnements, ces changements vont poser de nouvelles questions à l'évaluation des variétés, mais également, en amont, à leur sélection et, en aval, à leur choix dans des systèmes de culture divers et soumis à de plus fortes incertitudes. Les résultats obtenus sur les paramètres hauteur de plantes finale laissent présager par ailleurs que l'influence de l'environnement a été masquée par celui du génotype. Brieger (1950) indique que le caractère hauteur de plante est important dans le choix des variétés, étant donné qu'il influe sur la susceptibilité des plantes à la verse ; plus la hauteur de la plante est élevée plus elle est susceptible à la verse.

La longueur des épis varie de 6 à 10,5 cm avec un nombre de grains par épis qui varie de 20 à 38, la longueur moyenne des épis a été de 7cm avec une médiane de 8 et une déviation standard de 3. Selon l'analyse en composante principale, la longueur des épis était influencée par la hauteur des plantes, avec une corrélation de la longueur des épis ($t=25$, $p < 0,01$). Cette situation est décrite par le graphique de l'analyse en composante principale dont l'axe exprime les différents paramètres observés. En observant il y a eu une grande variabilité. Cette variabilité est surtout due au poids de 1000 grains, nombre des épis/m², taux de levée, nombre des talles, hauteur à 40 jours, hauteur finale, longueur des épis et les incidences à la fusariose dont les vecteurs sont plus ou moins parallèles.

Le tallage influent sur le rendement et les variétés qui ont un nombre de talle important ont porté le rendement à la hausse. Cette moyenne correspond au nombre de talles donné par Vandemput (1981) pour la culture du blé au Congo et qui varierait entre 3 et 5 mais qui peut aller jusqu'à 20 ou 25 dans des conditions optimales de cultures.

Concernant le nombre d'épis par m² la moyenne a été de 25 épis/m², avec une médiane de 13 et une déviation standard de 37. Cela pourrait être dû au changement climatique, peut être lié aussi au problème édaphoclimatiques.

Quant à l'incidence aux maladies, toutes nos variétés, ne sont pas résistantes à la fusariose. Pour toutes les variétés, les résultats montrent que les poids de 1000 grains pour l'ensemble varient entre 2,5g et 37,5g, une moyenne de 5g, une médiane de 0 avec une déviation standard de 13. Les corrélations sont élevées avec le poids de 1000 grains et avec la longueur des épis. L'expression des résultats de cet essai nous ramène aux conclusions tirées et qui stipulent que la taille des plantes et le nombre de grains par épi sont des paramètres importants du rendement des variétés de blé.

D'après Vandemput (1981), le poids de 1000 grains varie de 36 à 40g. La température et une humidité faible peuvent améliorer la qualité du grain de blé. Toute fois cette affirmation pouvait se justifier aux résultats obtenus par Ngalamulume et Biya (2007) en saison de pluie où la température moyenne oscille autour de 20° à 21,4°C, par rapport à la saison sèche dont la température moyenne allait de 11,7 à 19,5°C. Signalons que le poids de 1000 grains est généralement peu maîtrisable, car il est fortement lié aux effets de l'environnement au moment de la floraison et du remplissage du grain (Raemaekers, 2001).

En revanche, plus le poids de 1000 grains est élevé, plus grande sera la quantité de semence à utiliser par hectare.

Les rendements potentiels obtenus lors de l'essai ont varié entre 0,4 et 6 t/ha et traduisent la grande variabilité entre les différents génotypes pour ce qui est de leur capacité productive.

L'analyse des différents paramètres étudiés montre qu'il existe une corrélation très significative entre les rendements obtenus et la taille des variétés ($t = 25$, $p < 0,001$) ainsi que la longueur de

l'épi ($t = 25$, $p < 0,001$) alors qu'il existe une corrélation négative très significative entre le rendement et le nombre de jours à la levée ($r = -11$, $p < 0,001$). Cette situation est décrite par le graphique de l'analyse en composante principale (figure 8) dont le premier axe exprime 33% de la variabilité observée entre les variétés.

Cette variabilité est surtout due au poids de 1000 grains, au nombre d'épi par m^2 , au rendement, au taux de levée et au nombre de talles dont les vecteurs sont plus ou moins parallèles à cet axe.

Conclusion et recommandations

Le présent travail avait pour objectif d'évaluer dans les conditions edapho-climatiques de la ville de Lubumbashi une gamme de variétés de blé, en provenance de CIMMYT. L'objectif spécifique de cette étude a été de sélectionner des variétés de blés les plus performantes.

En vue d'accroître le rendement du blé, un essai a été conduit au cours de la saison culturale 2012-2013 à la ferme Kassapa afin d'évaluer les nouvelles variétés de blé en provenance de CIMMYT dans les conditions édaphoclimatiques de la ville de Lubumbashi. L'essai a été installé suivant un dispositif en blocs complets randomisés comprenant 2 répétitions de 83 variétés des blés. Les caractères agronomiques tels que le taux de levée, nombre de talles, hauteur à 40 jours, hauteur finale de la plante, longueur de l'épi, nombre d'épis par m², poids de 1000 grains ainsi que le rendement ont été observés et leurs données ont été prises par ordre chronologique de leur apparition et soumis à l'analyse de la variance.

Les résultats obtenus de la présente étude ont montré que toutes les variétés testées ne sont pas adaptées dans la région pendant la saison pluvieuse.

Les variétés testées n'ont pas donné des rendements en blé grains similaires à celles actuellement utilisées, dans des conditions de Lubumbashi, et ne présentent pas des potentialités intéressantes pour la promotion de la culture de blé dans la région. Ces résultats préliminaires obtenus en station doivent cependant être confirmés en milieu paysan avant de promouvoir la diffusion de ces variétés dans la région, car les performances des géotypes dépendent fortement des conditions environnementales qu'ils rencontrent pendant leur cycle cultural : il existe une forte interaction géotype x environnement.

Bibliographie

Acreche M.M., Briceño-Félix G., Sánchez J.A.M. & Slafer G.A., 2008, Physiological bases of genetic gains in Mediterranean bread wheat yield in Spain, Elsevier, Europ. J. *aestivum* em Thell), Elsevier/INRA, Agronomie (1990) 10, 191-200

Alid B.T, Lonneveux P. et Araus J.L, 1952, Adaptation à la sécheresse et notion d'idiotype chez le blé dur.

Autrique Et Perreaux, 1989, Maladies et ravageurs de cultures de la Région des Grands lacs d'Afrique Centrale, Administration Générale de la Coopération au Développement, Bruxelles, Belgique.

Bahlouli F., Bouzerzour H. & Benmahammed A., 2008, Effets de la vitesse et de la durée du remplissage du grain ainsi que de l'accumulation des assimilats de la tige dans l'élaboration du rendement du blé dur (*Triticum durum* Desf.) dans les conditions de culture des hautes plaines orientales d'Algérie, *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 2008.

Balenda et Kiuka, 1999, Aperçu Général Sur Le Blé, Revu D'information Agro-Industriel En Rdc, Ed. Midéma, Pp 12-18.

Bardy C., 2000, Le Blé Dans La Province Du Katanga ; Situation Générale, in AGRINFO, n°2, Ed. MIDEMA, RDC, pg 13.

Baumont M., 1969, Que Sais-Je ? « Du Blé », Presse Universitaire De Paris, France, Pp 3-27.

Bieger F.G., 1950. The Genetic Basis Of Heterosis In Maize, *Genetics* 35:420-445.

Bonjean A., 2000, L'histoire Des Blés Des Limagnes D'auvergne, Ed. Limigrain, P 98.

Boulard et Moreau, 1996, Manuel De Production Des Végétaux, Jb Baillièrre 3^{ème} Ed. Paris, France.

Bovey, 1967, La Défense Des Plantes Cultivées, Traités Pratiques Des Phytotechnie Et Zoologie, Payotlausane, Paris.

Buycks, 1962, Précis Des Maladies Et Des Insectes Nuisibles Rencontrés Sur Les Plantes Cultivées Au Congo, Au Burundi Et Au Rwanda. Publication De L'U.N.E.A.C Hors Série.

Cirad-Gret, 2002, Manuel D'agronomie Tropicale, Ministère Des Affaires Etrangères. Jouve, Paris, France.

D. Tanner et R. Raemaekers, 2001, Agriculture En Afrique Tropicale, Bruxelles, Belgique.

Doorembos, 1980, Réponse De Rendement De L'eau, Bill, Fao, D'irrigation Et De Drainage N°33.

Durand et Dimacopoulos, 1991, Adaptation A La Sécheresse Et Notion D'idiotype Chez Les Blés Durs, Caractère Physiologique D'adaptation Agronomique. 12 :381-393Elsevier, Field Crops Research 105 (2008) 107–115

FAO (Food and Agriculture Organisation), 1987, L'ampleur De Besoins Atlas Des Produits Alimentaires Et De L'agriculture, Rome Pp 3 Et 37.

Feldman, 2000, La Classification Des Blés Selon Les Botanistes

Fischer R.A., 2008, The importance of grain or kernel number in wheat: A reply to Sinclair and Jamieson, Elsevier, Field Crops Research 105 (2008) 15–21

Gret Famv, 1994, Manuel D'agronomie Tropicale, Exemple Appliqué A L'agriculture Haïtienne, Gri.

Gros A., 1967, Guide Pratique De La Fertilisation, 4^e Ed. Firmin, Dudot, Paris, France.

Ivontchik P., 1987, Agriculture En Afrique Tropicale, Ed. Mir, Moscou.

Malaise et Leblanc, 1978, Se Nourrir En Forêt Claire Africaine, Les Presses Agronomiques De Gembloux.

Muland, M. 1989, Revue d'information Agro-Industrielle En Rdc, Ed. Spore N°20 D'avril.

Moreno-Sotomayor A. et Weiss A., 2004, Improvements in the simulation of kernel number and grain yield in CERES-Wheat, Elsevier, Field Crops Research 88 (2004)

Mozambe, 2002, Opération en Aval De La Récolte Des Céréales Dans Les Pugd. Problème et Progrès Courier Acp.

Mpundu MM, 2010, Contamination des sols en éléments Traces métalliques à Lubumbashi (Katanga/RD Congo). Evaluation des risques de contamination de la chaîne alimentaire et choix de solution de remédiation ». Thèse de doctorat, Faculté des sciences agronomiques Université de Lubumbashi, 432p.

Mukobo P., 2010, Itinéraire technique, Variété et conditions édapho-climatiques : Recherche de la combinaison la mieux adaptée à l'introduction des céréales à paille à Lubumbashi. Thèse de doctorat, Faculté des sciences agronomiques, Université de Lubumbashi, 207p.

Murphy K.M., Dawson J.C. & Jones S.S., 2008, Relationship among phenotypic growth traits, yield and weed suppression in spring wheat landraces and modern cultivars, Phytopathological Society, 112p.

Queens Land, 2004, Division of Plant Industry, Handling and Storing Cereal Grains, Brisbane.

Raemakers, R., 2001, Agriculture en Afrique tropicale, Bruxelles, Belgique.

Travernier R., Lizeaux C. et Bordas, 1993, Science De La Vie Et De La Terre, Bruxelles, Belgique.

Triboi E., 1990, Modèle d'élaboration du poids du grain chez le blé tendre (*Triticum aestivum* em Thell), Elsevier/INRA, Agronomie (1990) 10, 191-200.

Van Den Abeel Et Van Den Put, 1981, Les Principales Cultures Du Congo Belge, Bruxelles.

Van Den Put, 1981, Les Principales Cultures En Afrique Centrale, Bruxelles, Belgique.

Wiese M.V., 1991, Compendium of wheat diseases, 2nd Edition, The American