

Table des matières

	Pages
DEDICACE	IV
REMERCIEMENTS.....	V
SIGLES ET ABREVIATIONS.....	VII
LISTE DES TABLEAUX.....	VIII
LISTE DES FIGURES ET PHOTOS	IX
RESUME	X
ABSTRACT	XI
INTRODUCTION GENERALE	1
CHAPITRE I : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE	4
I. DONNEES GENERALES SUR LE MAÏS	5
1.1. CONNAISSANCES GENERALES DE LA PLANTE DU MAÏS	5
1.1.1. <i>Systématique du maïs</i>	5
1.1.2. <i>Génétique du maïs</i>	5
1.1.3. <i>Morphologie de la plante du maïs</i>	5
1.1.4. <i>Environnement physique du maïs</i>	7
1.2. TECHNIQUES D'AMELIORATION DE LA PLANTE DE MAÏS.....	10
1.2.1. <i>Méthodes d'extraction de lignées</i>	10
1.2.2. <i>Hybridation</i>	11
1.3. SYNTHESE DES TRAVAUX SUR LES HYBRIDES DANS LE CONTEXTE DE L'INTENSIFICATION AU BURKINA	13
1.3.1. <i>Niveaux d'intensification</i>	14
1.3.2. <i>Contraintes liées à l'intensification du maïs au Burkina</i>	15
1.3.3. <i>Intensification dans son contexte réel</i>	16
1.4. IMPORTANCE DU MAÏS AU BURKINA.....	16
1.4.1. <i>Type de culture du maïs au Burkina</i>	16
1.4.2. <i>Etendue de la maïsiculture au Burkina</i>	17
1.4.3. <i>Variétés de maïs vulgarisées au Burkina</i>	17
1.4.4. <i>Contraintes de production du maïs au Burkina</i>	17
1.4.5. <i>Composantes de rendement chez le maïs</i>	18
1.5. SYNTHESE SUR LE DEFICIT HYDRIQUE	18
1.5.1. <i>Définition du déficit hydrique</i>	19
1.5.2. <i>Conséquences du déficit hydrique dans l'intensification</i>	19
1.5.3. <i>Mécanismes de résistance des plantes au déficit hydrique</i>	20
CHAPITRE II : RECHERCHE DE MATERIEL VEGETAL POUR L'INTENSIFICATION DE LA MAÏSICULTURE AU BURKINA FASO	23
I. DONNEES COMMUNES A L'ETUDE	24
1.1. CONTEXTE ET JUSTIFICATION DE L'ETUDE.....	24
1.2. OBJECTIFS DE L'ETUDE.....	24
1.3. HYPOTHESES DE L'ETUDE	24
1.4. PRESENTATION DES SITES EXPERIMENTAUX.....	25
1.5. VARIABLES ETUDIEES.....	26
II. IDENTIFICATION D'HYBRIDES PERFORMANTS POUR L'INTENSIFICATION	29
2.1. INTRODUCTION	29
2.2. JUSTIFICATION	29

2.3.	OBJECTIFS DE L'ETUDE.....	29
2.3.1.	<i>Objectifs global de l'étude.....</i>	29
2.3.2.	<i>Objectifs spécifiques.....</i>	29
2.4.	MATERIEL VEGETAL	30
2.5.	METHODOLOGIE	31
2.5.1.	<i>Dispositif expérimental.....</i>	31
2.5.2.	<i>Variables étudiées</i>	32
2.5.3.	<i>Conditions expérimentales</i>	32
2.5.4.	<i>Analyses statistiques</i>	33
2.6.	RESULTATS	33
2.6.1.	<i>Analyses de variances.....</i>	40
2.6.2.	<i>Sélection d'hybrides performants.....</i>	44
2.6.3.	<i>Synthèse des travaux d'évaluation des hybrides.....</i>	49
2.6.4.	<i>Choix des paysans sur les hybrides.....</i>	49
2.6.5.	<i>Résultats de l'évaluation participative</i>	49
2.6.6.	<i>Conclusion partielle</i>	50
III.	CREATION D'HYBRIDES POUR L'INTENSIFICATION	51
3.1.	JUSTIFICATION	51
3.2.	OBJECTIFS	51
3.3.	MATERIEL VEGETAL	52
3.4.	METHODOLOGIE	52
3.4.1.	<i>Dispositif expérimental.....</i>	52
3.4.2.	<i>Opérations de croisement</i>	52
3.4.3.	<i>Critères de choix</i>	53
3.5.	RESULTATS	53
3.6.	CONCLUSION PARTIELLE.....	54
IV.	IDENTIFICATION DE LIGNEES PERFORMANTES POUR LA CREATION D'HYBRIDES	55
4.1.	INTRODUCTION	55
4.2.	OBJECTIFS DE L'ETUDE.....	55
4.2.1.	<i>Objectif global de l'étude</i>	55
4.2.2.	<i>Objectifs spécifiques de l'étude</i>	55
4.3.	MATERIEL VEGETAL	55
4.4.	METHODOLOGIE	56
4.4.1.	<i>Dispositif expérimental.....</i>	56
4.4.2.	<i>Variables mesurées</i>	56
4.4.3.	<i>Conditions d'étude</i>	56
4.4.4.	<i>Analyses statistiques</i>	57
4.5.	RESULTATS	57
4.5.1.	<i>Analyses de variances.....</i>	57
4.5.2.	<i>Sélection de lignées performantes</i>	61
4.6.	CONCLUSION PARTIELLE.....	63
V.	EVALUATION DES LIGNEES S2 DE LA VARIETE FBC6 POUR LA RESISTANCE AU DEFICIT HYDRIQUE	64
5.1.	JUSTIFICATION	64
5.2.	OBJECTIFS DE L'ETUDE	65
5.2.1.	<i>Objectif global</i>	65
5.2.2.	<i>Objectifs spécifiques</i>	65
5.3.	MATERIEL VEGETAL	65
5.4.	METHODOLOGIE	66
5.4.1.	<i>Dispositif expérimental.....</i>	66
5.4.2.	<i>Variables mesurées</i>	67
5.4.3.	<i>Conditions de réalisation.....</i>	67
5.4.4.	<i>Analyses statistiques</i>	67
5.4.5.	<i>Critères de sélection</i>	68
5.5.	RESULTATS	69

5.5.1.	<i>Analyse de variance</i>	69
5.5.2.	<i>Etude de la productivité des lignées S2 en condition normale</i>	70
5.5.3.	<i>Sélection des Lignées S2 de FBC6 par rapport aux variables physiologiques</i>	71
5.5.4.	<i>Identification des lignées S2 résistantes au déficit hydrique et productives</i>	72
5.6.	DISCUSSION	73
5.7.	CONCLUSION PARTIELLE.....	74
VI.	EXTRACTION DE NOUVELLES LIGNEES S2 A PARTIR DE LA VARIETE FBC6.....	75
6.1.	OBJECTIF	75
6.2.	MATERIEL VEGETALE.....	75
6.3.	METHODOLOGIE	76
6.3.1.	<i>Dispositif expérimental</i>	76
6.3.2.	<i>Opérations de croisement</i>	76
6.4.	RESULTATS	76
6.5.	CONCLUSION PARTIELLE.....	77
CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES.....		78
BIBLIOGRAPHIE		80

Dédicace



Remerciements

Ce travail est le fruit d'un stage de fin de cycle à l'IDR, d'une durée de dix (10) mois que nous avons effectué à la station de recherche de l'INERA. Le déroulement des travaux et la réalisation de ce mémoire sont une somme d'efforts conjugués de très nombreuses personnes d'horizons et de compétences divers. Nous profitons de cette occasion, témoigner de notre reconnaissance et adresser nos vifs remerciements à tous ceux qui ont contribué d'une manière ou d'une autre à la réussite de cette étude.

En particulier

Je prie le Dr Jacob SANOU, Directeur Régional de la DRREA/Ouest, chef de la section CT/Maïs, et notre Maître de stage, de bien vouloir accepter ma profonde gratitude pour d'une part l'accueil chaleureux au sein de la station de recherche de l'INERA et d'autre part pour sa compréhension, son exigence, ses conseils et tout l'enseignement scientifique qu'il nous a prodigué tout au long du stage.

Nous tenons une fois de plus à lui témoigner notre profonde gratitude pour sa rigueur scientifique, ses critiques et sa disponibilité. Malgré ses multiples occupations administratives et de sélectionneur, il n'a pas ménagé son temps, pour nous guider depuis le choix du sujet jusqu'à la réalisation de ce mémoire; qu'il soit assuré de mon admiration, mon intime reconnaissance et de ma grande fidélité à sa rigueur scientifique.

Au Pr Irénée SOMDA enseignant à l'IDR, notre Directeur de Mémoire, pour ses conseils et encouragements, ses remarques et suggestions lors de la rédaction de ce document. L'amour du travail bien fait et la rigueur dans le travail sont autant de souvenirs que je garderai de lui.

J'exprime toute ma gratitude à tout le corps enseignant de l'IDR pour leur attachement spécifique à l'encadrement technique et scientifique au cours de notre formation.

A M. Raymond SANDWIDI, chef d'antenne de la Vallée du Kou, pour son appui tant logistique que pratique sur le terrain qui nous a été d'une importance inestimable.

Je prie M. Abdallah DAO, étudiant en Thèse au laboratoire de CT/Maïs, de bien vouloir accepter ma reconnaissance pour tous les gestes de sagesse qu'il nous a constamment exprimé. Il n'a ménagé aucun effort pour nous apprendre d'avantage la manipulation des outils d'analyses statistiques.

A Messieurs Gnama MILLOGO et Olive ZOMA, tous Ingénieurs Agronome en stage de perfectionnement au laboratoire CT/Maïs, dont les conseils spécifiques et encouragements nous ont été utiles.

J'exprime ma plus grande reconnaissance à toute l'équipe de la section de l'amélioration variétale du maïs, dont leurs contributions de diverses natures et l'ambiance créée, ont été d'un grand recours lors de la conduite des travaux. Nous citons particulièrement M. Grégoire ZOURE Ingénieur de recherche, M. Pascal PARE, M. Mamadou SANOU et Mme Jeanne SIB tous Techniciens au laboratoire CT/Maïs, sans le soutien desquels ce travail n'aurait pu être effectué.

J'étends également mes remerciements à tous mes collègues stagiaires, pour les échanges francs et l'atmosphère conviviale qui ont fait de ce stage un véritable cadre de réflexion. Je remercie particulièrement M. Alphonse Brahma TRAORE, avec qui j'ai effectué ce stage dans le même laboratoire, dont j'ai apprécié les discussions amicales et le soutien moral pendant les moments difficiles de cette formation.

A tout le personnel de l'INERA/Farako-Bâ particulièrement M. Yves OUATTARA mon grand père, pour sa haute courtoisie et ses encouragements durant notre stage.

Sigles et abréviations

CIMMYT : Centro de Coopération de Mejoramiento de Maiz Y Trigo (Centre International pour l'amélioration du maïs et du blé).

DRREA-O : Direction Régionale de Recherches Environnementales et Agricoles/Ouest.

DGPSA/ MAHRH : Direction Générale de la Statistique et des productions Agricoles / Ministère de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques

ETM : Evapo Transpiration Maximale.

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

IDR : Institut du Développement Rural.

IITA: International Institute of Tropical Agriculture.

INERA : Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles.

MAHRH : Ministère de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques.

UPB : Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso.

SAFGRAD: Semi-Arid Food Grain Research And Development

FNACER: Office National des Céréales

F1 : Première génération

F2 : Deuxième génération

S1 : Première autofécondation

S2 : Deuxième autofécondation

Liste des tableaux

	Pages
TABLEAU I : MATERIEL VEGETAL UTILISE.....	30
TABLEAU II : DATES DES OPERATIONS CULTURALES REALISEES SUR LES HYBRIDES	33
TABLEAU III : DONNEES MOYENNES ACQUISES SUR LES HYBRIDES JAUNES DU CIMMYT	34
TABLEAU IV : DONNEES MOYENNES ACQUISES SUR LES HYBRIDES BLANCS DU CIMMYT.....	35
TABLEAU V : DONNEES MOYENNES ACQUISES SUR LES HYBRIDES DE L'IITA A FARAKO-BA.....	36
TABLEAU VI : DONNEES MOYENNES ACQUISES SUR LES HYBRIDES DE L'IITA A LA VALLEE DU KOU	36
TABLEAU VII : DONNEES MOYENNES ACQUISES SUR LES HYBRIDES INTER VARIETAUX.....	37
TABLEAU VIII : DONNEES MOYENNES ACQUISES SUR LES HYBRIDES SIMPLES DE ESPOIR	38
TABLEAU IX : DONNEES MOYENNES ACQUISES SUR LES HYBRIDES SIMPLES CREEES EN 2011	38
TABLEAU X : RESULTATS DE L'ANALYSE DE VARIANCES SUR LES HYBRIDES JAUNES DU CIMMYT	40
TABLEAU XI : RESULTATS DE L'ANALYSE DE VARIANCES SUR LES HYBRIDES BLANCS DU CIMMYT	41
TABLEAU XII : RESULTATS DE L'ANALYSE DE VARIANCES DES HYBRIDES DE L'IITA ET L'INERA SUR LE SITE DE FARAKO-BA	41
TABLEAU XIII : RESULTATS DE L'ANALYSE DE VARIANCES DES HYBRIDES DE L'IITA ET L'INERA SUR LE SITE DE LA VALLEE DU KOU	42
TABLEAU XIV : RESULTATS DE L'ANALYSE DE VARIANCES DES HYBRIDES INTER VARIETAUX	42
TABLEAU XV : RESULTATS DE L'ANALYSE DE VARIANCES DES HYBRIDES SIMPLES DE ESPOIR.....	43
TABLEAU XVI : RESULTATS DE L'ANALYSE DE VARIANCES DES HYBRIDES SIMPLES CREEES EN 2011	43
TABLEAU XVII : SYNTHESE DES RESULTATS DES ANALYSES DE VARIANCES REALISEES SUR LES DIFFERENTS GROUPES D'HYBRIDES	44
TABLEAU XVIII : COMPARAISON DES MOYENNES DES HYBRIDES BLANCS DU CIMMYT A OBATANPA	46
TABLEAU XIX : COMPARAISON DES MOYENNES DES HYBRIDES DE L'IITA A FARAKO-BA.....	47
TABLEAU XX : COMPARAISON DES MOYENNES DES HYBRIDES DE L'IITA A LA VALLEE DU KOU	47
TABLEAU XXI : COMPARAISON DES MOYENNES DES HYBRIDES INTER VARIETAUX DE L'INERA.....	48
TABLEAU XXII : COMPARAISON DES MOYENNES DES HYBRIDES SIMPLES CREEES EN	49
TABLEAU XXIII : APPRECIATION DES HYBRIDES PAR LES PAYSANS	50
TABLEAU XXIV : LISTE DES CROISEMENTS SATISFAISANTS	54
TABLEAU XXV : MATERIEL VEGETAL DE L'ETUDE.....	55
TABLEAU XXVI : DATES DES OPERATIONS CULTURALES OBSERVEES SUR LES LIGNEES	57
TABLEAU XXVII : RESULTATS DE L'ANALYSE DE VARIANCES SUR LES LIGNEES JAUNES DU CIMMYT	58
TABLEAU XXVIII : RESULTATS DE L'ANALYSE DE VARIANCES SUR LES LIGNEES BLANCHES DU CIMMYT	58
TABLEAU XXIX : RESULTATS DE L'ANALYSE DE VARIANCES SUR LES LIGNEES S2 DE FBC6	59
TABLEAU XXX : DONNEES MOYENNES ACQUISES SUR LES LIGNEES JAUNES DU CIMMYT	59
TABLEAU XXXI : DONNEES MOYENNES ACQUISES SUR LES LIGNEES BLANCHES DU CIMMYT	60
TABLEAU XXXII : DONNEES MOYENNES ACQUISES SUR LES LIGNEES S2 DE FBC6	60
TABLEAU XXXIII : COMPARAISON DES LIGNEES JAUNES DU CIMMYT	62
TABLEAU XXXIV : COMPARAISON DES LIGNEES BLANCHES DU CIMMYT	62
TABLEAU XXXV : RESULTATS DU TEST DE STUDENT NEWMAN-KEULS (SNK) SUR LE S2 DE FBC6.....	63
TABLEAU XXXVI : DATES DES OPERATIONS CULTURALES SUR L'IMPLANTATION DE LA SECHERESSE	66
TABLEAU XXXVII : REPARTITION DES LIGNEES SELON LA NOTE DE LA SENESCENCE FOLIAIRE ET DE LA REPRISE.....	68
TABLEAU XXXVIII : RESULTATS DE L'ANALYSE DE VARIANCES SUR LES LIGNEES S2 DE FBC6	70
TABLEAU XXXIX : LISTE DES LIGNEES S2 PRODUCTIVES EN POIDS EPIS EN CONDITION NORMALE.....	71
TABLEAU XL : LISTE DES LIGNEES S2 PRESELECTIONNEES SUR LA BASE DES VARIABLES SNF ET RP	71
TABLEAU XLI : REPONSE DES LIGNEES S2 ISSUES DE LA VARIETE FBC6 AUX TRAITEMENTS TS	72
TABLEAU XLII : LISTE DES AUTOFECONDATIONS SATISFAISANTES	77

Liste des figures et photos

	Pages
FIGURE 1 : MORPHOLOGIE DU MAÏS (SOURCE: ALVEIS DE OLEVIRA, 2010)	7
FIGURE 2 : REPARTITION MENSUELLE DES PLUIES ET TEMPERATURES AU COURS DE L'ANNEE 2010 A LA VALLEE DU KOU	25
FIGURE 3 : REPARTITION MENSUELLE DES PLUIES ET TEMPERATURES AU COURS DE L'ANNEE 2010 A LA STATION DE RECHERCHE DE FARAKO-BA	26

Résumé

L'amélioration de la grille variétale du maïs au Burkina Faso est nécessaire en vue d'une intensification de sa culture. La présente étude a permis d'identifier pendant la saison pluvieuse 2010 des variétés hybrides suite à l'évaluation des caractéristiques agro morphologiques des hybrides d'origines diverses (des hybrides introduits du CIMMYT et de l'IITA en plus des hybrides créés par l'INERA). Cette évaluation a permis d'identifier les plus productifs en comparaison avec les témoins notamment la variété hybride Bondofa.

Suite à cette étude trente deux (32) hybrides ont pu être identifiés pour leurs performances.

L'étude a, en outre, permis d'évaluer des lignées exotiques en provenance de la CIMMYT et également des lignées extraites à l'INERA à partir de la variété composite FBC6. Ce matériel a été évalué sous un régime hydrique favorable où les plantes ont été dans les conditions de culture optimales. Dans cette expérimentation vingt une (21) lignées intéressantes ont pu être identifiées à la fin de cette étude. Quatre vingt huit (88) lignées S2 complémentaires, extraites de la même variété FBC6 ont été testées en conditions de déficit hydrique en saison sèche 2011 sur le site de la Vallée du Kou. Parmi les lignées soumises à ce test, cinquante (50) sont performantes en culture non stressante dont dix (10) sont tolérantes à la sécheresse. Les hybrides et les lignées sélectionnés au cours de cette étude constituent un atout pour l'intensification de la maïsiculture au Burkina Faso.

L'utilisation des variétés hybrides étant le seul moyen d'avoir un impact économique fort sur le marché, les hybrides ainsi sélectionnés permettraient de répondre à cette demande.

Mots clés : Burkina Faso, *Zea mays L*, hybrides, lignées, intensification.



Abstract

The maize released varieties improvement in Burkina Faso is necessary to intensify its growing. This study has identified during the rainy season of 2010 hybrids following the evaluation of agro-morphological characteristics of hybrids from different origins (hybrids introduced from CIMMYT and IITA in addition to the hybrid created by INERA). This evaluation has identified the most productive hybrids in comparison with the checks particularly hybrid Bondofa.

Thirty-two (32) hybrids have been identified. Inbred lines from CIMMYT and INERA (extracted from the variety FBC6) have been also evaluated. The experiment has been done under well watered condition where twenty one (21) inbred lines having a good performance have been identified. Eighty-eight (88) additional lines S2, developed from the variety FBC6 were evaluated under water stress condition at Valley du kou experimentation site during the off-season. Among the line evaluated fifty (50) are performing well under well watered condition and ten (10) are drought tolerant.

Hybrids and lines selected in this study are an asset to the intensification of maize farming in Burkina Faso.

The use of hybrid varieties is the only way to have a strong economic impact on the market; hybrids selected would meet this demand.

Keywords: Burkina Faso, *Zea mays L*, hybrid, inbred lines, intensification

Introduction générale

Le secteur agricole est un moteur du développement économique et social de notre planète. Il constitue une source de revenus et d'emplois pour la majorité de la population mondiale. Cette agriculture est basée essentiellement sur les céréales dont les plus importantes sont le sorgho, le riz, le maïs et le blé.

Le maïs est aujourd'hui aux cotés du blé tendre et du riz, l'une des principales espèces cultivées dans le monde, il reste une céréale alimentaire traditionnelle pour les régions tropicales (ROUANET ,1984).

En zone tempérée, sa culture a progressivement pris une importance considérable du point de vue superficies: il est devenu à partir du 19ème siècle, la source prioritaire de grain destiné à la nourriture des animaux monogastriques, volailles et porcs. Au 20ème siècle, la mise au point des techniques d'ensilage de la plante entière en a fait la plus importante des cultures fourragères pour les ruminants. Il est enfin une matière première industrielle capitale, utilisée à des fins variées dont la plus récente est la préparation de sucres (ROUANET, 1984).

En Afrique, l'agriculture est l'activité économique la plus importante occupant 60 à 80% de la population et contribuant pour 30 à 50% du Produit National Brut (PNB), (MILLOGO, 2010).

Au Burkina Faso, le maïs constitue la 3ème céréale tant du point de vue de la superficie cultivée que de la production, après le sorgho et le mil, et occupe une place de choix grâce à ses potentialités et rentabilités (SANOU, 1996). Il constitue avec les autres céréales et tubercules les principales denrées de base des populations de notre pays notamment dans les centres urbains. Au niveau des superficies, le maïs occupe 16% des superficies cultivées. Les statistiques agricoles montrent que la production nationale est passée de 799 052 tonnes en 2005 à 1 791 125 tonnes à 2009 (DGPSA/MAHRH, 2009).

L'actualisation constante de la grille variétale proposée aux utilisateurs est une nécessité d'une part pour des raisons d'adaptation aux stress abiotiques (sécheresse, pauvreté des sols etc.) et biotiques (maladies, insectes etc.), d'autre part, par la prise en compte des besoins nouveaux des utilisateurs selon le contexte socioculturel et économique évoluant (SANOU, 2003).

En raison d'une intensité accrue de l'utilisation des terres due à la croissance démographique et au développement national, l'augmentation de la production de maïs au cours du prochain millénaire devra être plutôt intensive qu'extensive (BADU *et al*, 1999).

Malgré l'importance grandissante du maïs auprès des producteurs, la maïsiculture reste confrontée à de nombreuses contraintes. En Afrique Sub-saharienne, environ 40% des surfaces de maïs sont soumises à des sécheresses (FAO, 1991). Cette situation se caractérise au Burkina Faso par une installation tardive de la saison pluvieuse entrecoupée de poches de sécheresse et marquée souvent par une fin brutale des pluies (SIVAKUMAR et GNOUMOU, 1987). Cela se traduit par une perte en rendement du maïs pouvant aller jusqu'à l'ordre de 50% en particulier lorsque la sécheresse intervient au cours de la période critique (SARR, 1975 ; ROBELIN, 1983 et SOLTENER, 1986). Outre ce problème, s'ajoutent la pauvreté des sols, les maladies dont les plus courantes sont d'origine fongique (l'helminthosporiose pouvant provoquer des pertes de rendement de l'ordre de 40% et la curvulariose) et virale (la striure), les insectes ravageurs (Sitophilis, Cicadelles, Foreurs de tiges, etc.) et des plantes nuisibles notamment le striga (PARE, 1980 ; SERE et DIEME, 1990). L'amélioration de la production végétale dans les régions arides et semi-arides passe donc par l'amélioration des techniques de conservation de l'eau, du sol et de l'aménagement de différentes zones d'accumulation d'eau (bas-fonds et plaines) d'une part, et par l'utilisation de matériel végétal capable de résister aux stress environnementaux d'autre part.

L'adoption des techniques de conservation et de valorisation des zones d'accumulation d'eau est souvent limitée par le pouvoir financier des populations de ces régions, à cause des difficultés conceptuelles et techniques. Le manque d'encadrement et le faible niveau des revenus en sont les principales causes.

La création de matériels résistants aux stress environnementaux et adaptés aux différentes zones de culture, semble être la voie appropriée conduisant vers une véritable sécurité alimentaire au Burkina Faso et dans la sous région.

C'est dans ce contexte que nous situons notre étude dont le thème s'intitule: « Crédation et évaluation d'hybrides et de lignées de maïs dans le cadre d'une intensification de la maïsiculture au Burkina Faso ».

L'évolution de l'agriculture entraîne, pour le sélectionneur, l'obligation de revoir périodiquement ses objectifs en fonction des nouveaux besoins exprimés ou

prévisibles. Par conséquent, l'objectif poursuivi dans la réalisation de nos travaux est d'obtenir un matériel végétal performant et ayant un niveau de stabilité élevée vis-à-vis du rendement.

Pour mener à bien cette étude, nous présenterons dans la première partie de ce document une revue bibliographique traitant des généralités sur le maïs. Ensuite dans la deuxième partie nous présenterons une étude du thème comprenant une description des matériels et méthodes d'étude utilisés. Enfin suivront la présentation des résultats et la discussion que leur analyse a suscité et les conclusions et les perspectives auxquelles nous avons abouti.



CHAPITRE I : Revue bibliographique

I. Données générales sur le maïs

1.1. Connaissances générales de la plante du maïs

1.1.1. Systématique du maïs

Le maïs est une monocotylédone appartenant à la grande famille des Graminées ou Poaceae, tribu des maïdées ou tripsacées

La principale caractéristique que toutes les maïdées ont en commun est le monoécisme, c'est-à-dire la répartition des fleurs unisexuées en inflorescences mâles et femelles distinctes, mais sur le même pied.

1.1.2. Génétique du maïs

Chez le maïs, la garniture chromosomique typique normale est $2n = 20$. Toutefois, ce nombre n'est pas absolument constant dans toutes les variétés, et certains plants ayant un nombre de chromosomes supérieur au nombre type furent découverts par Randolph (année). Ces plants avaient un nombre de chromosomes variant entre 21 à 28. Selon LE CONTE (1950) quatre vingt six (86) gènes ont pu être situés exactement sur les chromosomes tandis que 108 autres ont été repérés mais sans localisation précise.

1.1.3. Morphologie de la plante du maïs

Le maïs est une plante allogame, c'est-à-dire à pollinisation croisée dominante. Cette allogamie est essentiellement due à deux (2) facteurs très différents : le monoïsme (l'organe femelle et l'organe mâle étant sur le même pied) et la protandrie (lorsque les anthères sont mûres avant que les stigmates soient réceptifs).

1.1.3.1. Appareil végétatif

L'appareil végétatif du plant de maïs est constitué par les racines, la tige et les feuilles.

Les racines : elles sont du type fasciculé, aussi traçantes que plongeantes. Des racines stabilisatrices encore appelées racines d'ancrage issues d'un nœud proche de la surface du sol améliorent la résistance de la tige à la verve.

La tige : la tige de maïs est un chaume sur lequel sont rattachées des feuilles engainantes, elle est le plus souvent unique avec une longueur de 1 à 3 m. Le

tallage qui est beaucoup souhaité pour la plus part des céréales notamment pour le riz et le mil est plutôt nuisible dans le cas du maïs.

La tige de maïs est remplie de mœlle sucrée, qui a une valeur fourragère mise à profit dans la culture du maïs fourrage.

Les feuilles : le nombre de feuilles chez le maïs varie est variable en fonction des génotypes, les nervures sont parallèles, alternées et larges. Le limbe est allongé environ 1m avec à sa base une ligule.

1.1.3.2. Appareil reproducteur

Les fleurs unisexuées et regroupées en inflorescence mâle et femelle constituent une particularité du maïs par rapport aux autres graminées.

Les fleurs mâles et femelles étant sur le même pied du fait du monoïsme du maïs, on constate une séparation de ces organes dans la disposition.

L'inflorescence mâle : elle est plus ou moins ramifiée sur chaque racème sincère par paire des épillets biflores ; chaque paire comprend un épillet pédicellé plus âgé et un épillet sessile. Chaque épillet est composé de deux fleurs enveloppées dans une paire de glumes ciliées. Ces deux fleurs comportent chacune trois étamines.

L'inflorescence femelle: elles sont groupées en un ou plusieurs épis (plantes prolifiques) à l'aisselle des feuilles, n'apparaissent que par leurs longs styles sortant de bractées ou spathes entourant l'épi. La figure 1 indique la morphologie de la plante de maïs.

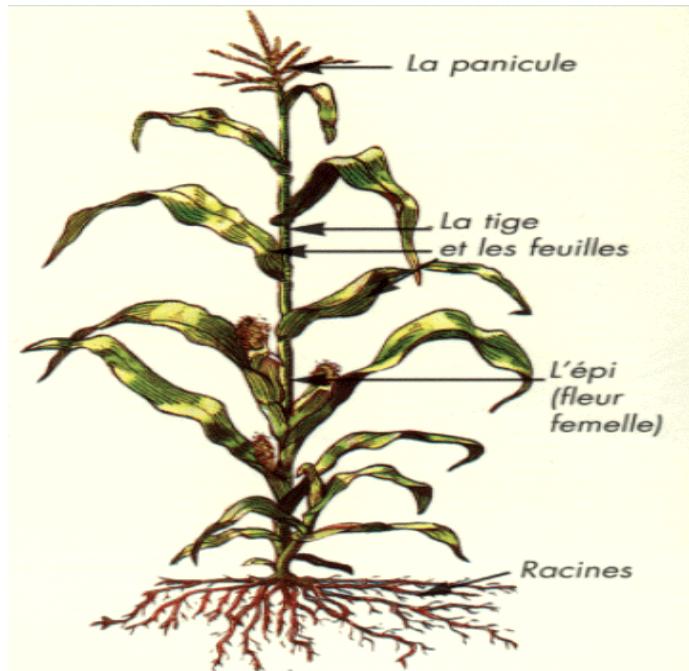


Figure 1 : Morphologie du maïs (source: Alveis de Olevira, 2010)

1.1.4. Environnement physique du maïs

Le maïs est une plante très sensible aux conditions écologiques. Son implantation exige par conséquent un raisonnement en fonction de la composition, de la structure du sol et des conditions climatiques (CAILLIEZ, 1984) cité par KABRE (2007).

1.1.4.1. Exigence en lumière et en chaleur

Le maïs est une plante exigeante en lumière. Ses mécanismes d'assimilation chlorophyllienne, différents de ceux du blé, lui confèrent de grandes possibilités dans la synthétisation de l'amidon, pourvu que l'énergie solaire ne lui soit pas épargnée (ROUANET, 1984). L'adaptabilité des génotypes de maïs est liée à la sensibilité à la photopériode. La variation de cette dernière influence les jours de floraison femelle, de floraison mâle et le nombre de feuilles (SHI-HUANG et DE-QUAN, 1994), cités par KABRE (2007). Le retard de floraison femelle est habituellement plus important que celui de la floraison mâle dans les conditions de jours longs et aboutit à une asynchronisation (KABRE, 2007).

Le maïs par ailleurs, a des exigences de température assez élevées notamment à la germination. Celle-ci est impossible en dessous de 10°C. Par contre de nombreuses variétés ont des difficultés à la germination, si le sol mal humidifié atteint des températures élevées. On constate également que la fécondation du maïs est

perturbée dès que l'on dépasse 35°C quand l'air est sec. La température optimum pour le développement du maïs tropical dans les basses terres et moyennes altitudes est d'environ 30 à 40°C. Elle est d'environ 21°C pour les hautes terres (ELLIS et al., 1992). La température a une influence non négligeable sur la durée du cycle végétatif (ROUANET, 1984).

L'influence de la température sur la durée du cycle végétatif est considérable : une même variété semée à 1500 m d'altitude aura sous les tropiques un cycle beaucoup plus long qu'au bord de la mer.

1.1.4.2. Sol et fertilisation

Selon CIMMYT (1988), le sol et les éléments fertilisants constituent des facteurs abiotiques qui ont une incidence sur la production du maïs et doivent par conséquent être pris en compte pour une adaptation dans les divers environnements des pays en voie de développement.

Le maïs, comme toutes les autres plantes exige pour sa croissance des éléments minéraux qu'il puise dans le sol. Il faut noter que ces besoins ne sont pas constants tout au long du cycle de la plante. En effet, dans la période critique de 30 à 40 jours autour de la floraison, la plante吸吸 75% de tous les éléments essentiels. GROS (1974) rapporte qu'au cours de la période critique le maïs absorbe les 2/3 de P2O5 et les 3/4 de l'azote nécessaires pour toute la végétation. De ce fait la fertilisation raisonnée consiste à lui apporter les quantités d'éléments qu'il n'est pas en mesure d'y trouver, au bon moment et en quantité suffisante. Cette fumure tient nécessairement compte des rendements espérés et du système de culture. Elle doit être économiquement justifiée : en tenant compte principalement des frais d'achat et d'épandage des engrains. Pour des rendements de 50 à 60 q/ha, le maïs prélève 100 à 150 kg d'azote, 40 à 60 kg d'acide phosphorique et 100 à 150 kg d'oxyde de potassium par hectare (PRASAD, 1978).

Il faut souligner l'exigence particulière en azote, juste avant la floraison pour permettre la formation normale de l'épi.

Lorsque les besoins ne sont pas satisfaits, la plante présente des symptômes visuels de carence qui sont aisément reconnaissables :

- pour l'Azote (N), les feuilles sont pâles et il apparaît un jaunissement à partir de la nervure centrale qui s'étend, en s'élargissant en forme de V vers l'extrémité du limbe ;

- pour l'acide phosphorique (P_2O_5), on observe une coloration rouge souvent limitée à la bordure externe des feuilles, mais qui peut gagner la feuille elle même surtout à son extrémité ;
- pour l'oxyde de potassium (K_2O), il apparaît un jaunissement et un desséchement du bord extérieur des feuilles.

En sol trop acide pour le maïs ($pH < 5$) l'usage d'un amendement calcique ou calco-magnésien, visant à modifier l'acidité devra être envisagé :

20 à 30 t/ha pour du fumier pailleux de bovins bien décomposé et convenablement enfoui plusieurs mois avant le semis;

5 à 10 t/ha s'il s'agit d'un fumier de déjection de volaille.

Il faut remarquer que les apports de paille et surtout de fumier, ne jouent pas uniquement sur le taux de matière organique et d'azote mais aussi sur les teneurs en éléments minéraux : c'est ainsi par exemple qu'une tonne de fumier de bovins apporte en moyenne 6 kg de potassium, 5kg d'azote et de chaux, 3 kg d'acide phosphorique, 2 kg de magnésie et 0,5kg de soufre.

Le maïs marque une tolérance vis-à-vis des sols acides à pH compris entre 5,5 et 7 (KABRE, 2007).

1.1.4.3. Besoins en eau et leur satisfaction

Le maïs est une plante exigeante en eau, à l'inverse du sorgho et du mil. Les besoins sont étroitement liés au climat. En zone équatoriale par exemple, ceux-ci sont faibles lorsque l'humidité ambiante est élevée et que la température ne dépasse pas 25°C. Ils sont par contre, plus importants en zone de savane soudanienne (le cas du Burkina Faso), à faible hygrométrie, sous des températures supérieures à 35°C. Enfin ils varient avec la durée du cycle de culture. C'est pourquoi 500 mm d'eau bien répartie suffisent pour un maïs de 90 jours en zone guinéenne alors que l'on estime que ces besoins peuvent dépasser 900 mm en zone soudanienne pour un maïs de 120 jours.

Le maïs est particulièrement sensible à un déficit hydrique pendant la période critique située entre 15 à 20 jours avant et après la floraison mâle, soit environ 45% du besoin total (KABRE, 2007). En quantifiant ces besoins, qui sont estimés en moyenne à 2,5 mm d'eau par jour jusqu'à ce que les plantes atteignent 33 cm et passent à 6-8 mm par jour pendant la période reproductive (IITA, 1981).

Dans les zones où la culture du maïs est possible sans recourir à l'irrigation, il sera particulièrement utile de réduire les risques de déficit hydrique en période critique par les pratiques suivantes:

- maintien d'une teneur en matière organique élevée ;
- augmentation de la capacité de rétention ;
- lutte contre les adventices.

Un choix variétal judicieux aidera aussi à limiter les risques :

- cycle bien adapté à la saison des pluies ;
- variété plus résistante à la sécheresse.

1.2. Techniques d'amélioration de la plante de maïs

1.2.1. Méthodes d'extraction de lignées

En pratiquant artificiellement des autofécondations on obtient des plantes dont la vigueur et la productivité diminuent et qui deviennent de plus en plus uniformes au fil des générations.

Une lignée est le fruit des descendants successifs par voie sexuée d'un même individu (ROUANET, 1984). Elle se définit comme étant un générateur de gamètes uniformes et dont la constitution génétique nous est relativement bien connue (LE CONTE, 1950). En effet, les lignées sont des individus présentant une très grande homogénéité sur le plan génétique. Ils sont homozygotes pour la presque totalité des caractères. Cependant, il existe une variabilité entre les lignées et dans les lignées de première génération (LE CONTE, 1950). Cela pourrait s'expliquer par le fait qu'elles ne sont pas encore fixées. Selon HIEMA (2005), une seule autofécondation ne suffit pas pour la ségrégation des gènes. Cela se traduit par une expression phénotypique semblable pour des lignées de première génération issues d'une même souche.

Des autofécondations successives d'une plante de maïs et de sa descendance pendant 7 à 8 générations permettent d'aboutir à une « lignée pure » qui est stable et très homogène. Cette procédure permet d'obtenir des lignées selon la « méthode pedigree » que stipulent SPRAGUE et EBERHART (1977).

Cependant il existe d'autres méthodes d'obtention de lignées fixées, parmi lesquelles on a le « SIB-crossing » qui est un croisement entre pieds frères (situés dans le

même poquet). Cependant en partant d'une semence en vrac, la première génération doit être autofécondée obligatoirement (GAY, 1984).

L' « effet d'inbreeding », a été observé pour la première fois par NAUDIN en 1861. Il est lié au degré d'homozygotie. C'est le phénomène inverse de l'hétérosis ; il est dû aux croisements consanguins, provoquant un affaiblissement des plantes.

Selon HAINZELIN (1988) cité par KABRE (2007) l'inbreeding est beaucoup plus marquée au niveau des caractères dits qualitatifs.

L'obtention des lignées pures n'est que le prélude des divers croisements que l'on peut réaliser entre elles (LE CONTE, 1950). Le maintien de lignées pures nous permet donc de contrôler génétiquement la fabrication des hybrides.

A moyen ou à long terme, les lignées de première génération sélectionnées seront le point de départ de plusieurs travaux d'amélioration variétale. Elles serviront entre autre à faire :

- des croisements pour l'obtention d'hybrides, de synthétiques ou de composites ; qui pourront combiner leurs performances agro morphologiques en vue de l'amélioration de la productivité du maïs ;
- des autofécondations successives pour l'obtention de lignées de génération avancée. A ce stade, les caractères seront assez fixés. Elles pourront alors faire l'objet d'hybridation pour l'obtention de variétés à potentialité agronomique élevée. C'est ainsi que HALLAUER et MIRANDA cités par (MARCHAND et al., 1997) rapportent un accroissement de la vigueur des hybrides issus de croisement entre lignées homozygotes (hybrides simples) qui sont 200 à 300% supérieur à leurs parents.

1.2.2. Hybridation

1.2.2.1. Définition et typologie des hybrides

Un hybride selon SHULL (1914) est le résultat d'un croisement de matériel soit de la première génération, soit d'une génération avancée. L'hybride permet de recouvrir la perte de vigueur et de production résultant de l'autofécondation.

On distingue trois (3) types d'hybrides dont, les synthétiques, les hybrides inter variétaux et les hybrides classiques. Par rapport à leur potentialité de production,

l'intensification de la culture du maïs n'est envisageable qu'avec les variétés d'hybrides classiques. Parmi ceux-ci on distingue également trois (3) types :

- **les hybrides simples**, ils sont constitués de deux (2) lignées pures (A^*B). Ils ont tendance à donner des rendements légèrement supérieurs à ceux des autres hybrides et donnent des plants et des épis uniformes. Un bon croisement simple doit avoir une fixité suffisante vis-à-vis des caractères du rendement et une plasticité aussi large que possible vis-à-vis des conditions du milieu (LE CONTE, 1950). En revanche, les semences d'hybrides simples reviennent très chères car seule la F1 de ces croisements est utilisée commercialement. En outre il se pose un problème de rentabilité économique de l'investissement fait dans les semences pour les producteurs. Comme alternative nous suggérons l'utilisation d'hybrides variétaux ou d'hybrides doubles.
- **les hybrides « trois voies »**, ils sont formés d'une lignée pure (C) jouant le rôle de géniteur mâle croisée avec un hybride simple (A^*B) (qui joue le rôle de géniteur femelle). Il faut donc que l'anthèse de la lignée pure s'opère dans les conditions satisfaisantes. Ces hybrides ont tendance à être plus uniformes et un peu plus productifs que les hybrides doubles (LE CONTE, 1950). Les hybrides « trois voies » sont utilisés pour prévoir le comportement des hybrides doubles.
- **les hybrides doubles**, constitués du croisement de 2 hybrides simples (A^*B)*(C^*D) ; ce croisement met en jeu 4 lignées pures. Ils ont des caractères un peu plus variables que les précédents car le croisement est réalisé entre 2 stocks chez lesquels la disjonction mendéienne a déjà eu lieu. Ils rassemblent dans une plante l'information génétique de quatre géniteurs différents. Leur grand avantage est de pouvoir produire de la semence commerciale à partir de 2 géniteurs vigoureux, et non sur des lignées pures comme le cas des hybrides simples (LE CONTE, 1950).

Les hybrides classiques constituent la formule la plus intéressante pour obtenir de très bons rendements (DZIDO, 1984).

1.2.2.2. Vigueur hybride et phénomène d'hétérosis chez le maïs

L'autofécondation se traduit par une baisse de la vigueur des plantes, qui s'accentue au fur et à mesure que le nombre de générations autofécondées s'accroît. Cependant, cette vigueur est restaurée dès que l'on croise entre elles deux lignées différentes (ROUANET, 1984).

Selon LE CONTE (1950), le terme hétérosis a été créé par SHULL en 1914 pour désigner la vigueur accrue que présentent les hybrides de certaines espèces de plantes, dont le maïs, non seulement par rapport aux lignées parentales, mais parfois aussi par rapport à l'ensemble de la population initiale d'où les lignées parentales furent tirées. Les manifestations de l'hétérosis sont diverses, parmi lesquelles on a la stimulation physiologique du développement de la plante. La vigueur hybride est maximale à la première génération F1 d'un croisement, on observe une augmentation de la vitesse de croissance, de la taille de la plante et du rendement, et une résistance aux diverses agressions et aux maladies parasitaires (PODA, 1979). C'est parce que l'hybride constitue un modèle uniforme, indéfiniment répété, que son emploi se traduit par des rendements plus élevés.

Divers mécanismes s'opèrent simultanément et ajoutent leurs effets pour créer cette vigueur accrue des hybrides ; cela est lié à l'hétérozygotie de l'hybride.

Selon LE CONTE (1950), l'hétérosis peut être dû à deux mécanismes essentiels : l'interaction d'allèles et l'action complémentaire de gènes dominants fournis par les deux géniteurs.

1.3. Synthèse des travaux sur les hybrides dans le contexte de l'intensification au Burkina

Dans la zone cotonnière, l'extension de la culture de rente a entraîné l'intensification du système d'exploitation et une plus grande réceptivité aux améliorations techniques, dont le maïs a été, après le cotonnier, le premier bénéficiaire. Cette culture à vocation alimentaire est devenue progressivement une culture de rente. On note une évolution vers la rotation binaire coton-maïs.

Bien qu'il occupe seulement 10% des superficies céréalières du Burkina, le maïs possède le meilleur potentiel de rendement que le sorgho et le mil (SANOU, 1996). L'importance du maïs est rendue possible grâce aux travaux d'amélioration de cette

plante. Par conséquent, sa culture doit être considérée en vue de galvaniser la sécurité alimentaire au Burkina.

A ce sujet, l'utilisation de variétés ayant un haut potentiel de rendement s'avère indispensable. A titre illustratif WEY (1992) montre que l'utilisation de la variété composite SR22 a conduit à une augmentation de rendement d'environ 30% par rapport aux variétés locales dans trois (3) zones d'expérimentation (Houndé, Tiéfora et Sidéradougou).

Avec la création de variétés de maïs fourrager, l'utilisation des grains de maïs dans le processus d'élevage et l'introduction des techniques d'ensilage de la plante entière de maïs en a fait la plus importante des cultures céréalières pour les ruminants et la volaille (ROUANET, 1984).

1.3.1. Niveaux d'intensification

La prise en compte de l'importance de l'intensification de l'agriculture est primordiale dans le choix d'une variété. De ce fait, 3 niveaux d'intensification ont été définis par (SANOU, 1989).

Niveau 1 : C'est une agriculture traditionnelle caractérisée par l'emploi d'un niveau faible ou nul d'intrants, par l'association culturale (mode traditionnel), et par l'absence quasi totale d'une amélioration foncière. L'autoconsommation est la principale destination de la production. Ce type d'agriculture occupe la majorité des agriculteurs (environ 74 % des exploitations), (CHATELIN, 1989). Ce sont les variétés rustiques qui sont utilisées à ce niveau, parce qu'elles s'adaptent aux conditions des exploitants. Ces variétés sont en général des variétés locales améliorées, admettant un début d'intensification (faible fertilisation). Ce type d'agriculture doit progresser vers l'agriculture semi-intensive si le paysan est bien imprégné des thèmes de vulgarisation (semis en ligne, fertilisation, etc.) Le niveau de production est autour de 2 à 3 t/ha.

Niveau 2 : C'est une agriculture en voie d'intensification, encore nommée agriculture améliorée ou semi-intensive. Elle est caractérisée par l'utilisation des itinéraires techniques proposés par la recherche et le développement. Le producteur est souvent doté d'une charrue et peut assurer ainsi une amélioration foncière (résidus de cultures, fumier, etc.) Ce type d'agriculture occupe dans la zone environ 25 % des

exploitations (CHATELIN, 1989). L'emploi de facteurs de production tels que la semence, la fumure minérale et éventuellement une protection phytosanitaire est envisageable. L'objectif de la culture est la commercialisation des excédents de l'autoconsommation. A ce niveau, on conseille l'emploi de variétés à bonne potentialité de rendement, exprimant une bonne production en conditions améliorées (variétés composites). Les rendements moyens vont de 3,5 à 4,5 t/ha. Si le paysan atteint les limites de rendement préconisées, il est souhaitable de l'encourager à investir un peu plus en fertilisation et en semence pour faire de l'agriculture intensive. Les variétés recommandées sont surtout les composites.

Niveau 3 : C'est une agriculture intensive caractérisée par une bonne maîtrise du milieu ainsi que des techniques de culture. Une utilisation optimale de tous les facteurs de production (eau, fertilisants, semences, produits phytosanitaires, herbicides) est réalisée, dans l'optique principale de produire pour la commercialisation. L'amélioration foncière est une priorité. L'utilisation de charrues et de culture motorisée est notée. Les préoccupations monétaires sont déterminantes dans la dynamique de ces systèmes. L'accent est surtout mis sur des hybrides dont le potentiel de rendement est étendu (4 à 7 t/ha). Ces variétés permettront au producteur de rembourser son investissement et d'améliorer toujours son exploitation. On peut citer la variété Bondofa qui a un rendement potentiel de 7 à 9 t/ha. Une sédentarisation par la pratique d'une agriculture plus intensive sur un lopin de terre où la garantie de l'exploitation est assurée pourrait mettre fin à ce gaspillage du facteur de production qu'est la terre (BELEM, 1985).

1.3.2. Contraintes liées à l'intensification du maïs au Burkina

En dépit de certaines contraintes liées à l'insuffisance de variétés performantes les producteurs font face à des difficultés croissantes pour écouler leur surplus de production sur le marché. Hormis la culture cotonnière, où la commercialisation est suffisamment organisée avec un prix garanti et fixé avant les semis, la production céréalière ne bénéficie pas d'une commercialisation conséquemment organisée. L'Office national des céréales (OFNACER) n'arrive pas à assurer la collecte de tous les excédents céréaliers produits par les paysans. Les commerçants interviennent dans le circuit à des prix souvent dérisoires.

De même, on note une faiblesse de la capacité de transformation des unités agro-industrielles (maïs en grits et en farines pour l'alimentation humaine, pour les biscuiteries et les boulangeries).

La mise en place d'une politique conséquente permettant de lever les difficultés relatives à l'acquisition de moyens de production (surtout la disponibilité de variétés très productives) et d'assurer l'enlèvement de tous les surplus à un prix rémunérateur pourrait être une démarche efficace vers une intensification de nos systèmes de production, permettant ainsi une sécurité alimentaire.

1.3.3. Intensification dans son contexte réel

Pendant longtemps l'intensification d'une culture était considérée uniquement sur deux aspects fondamentaux :

avoir les meilleures conditions de sols (emploi de bonnes techniques de travail du sol) ;

optimiser sur les fertilisants organiques et minéraux.

Malgré l'importance grandissante de ces efforts, les rendements faibles, la pauvreté et même parfois la famine continuent d'être le lot quotidien de la plupart des populations des régions tropicales. Cette situation pourrait être résolue par la disponibilité de variétés performantes, surtout les variétés hybrides

En somme, l'utilisation d'itinéraires techniques intensifs avec pour objectif la rentabilité économique, justifient la création et l'emploi d'hybrides.

Les variétés hybrides ainsi créées permettront aux entrepreneurs agricoles de rentabiliser leurs investissements.

1.4. Importance du maïs au Burkina

1.4.1. Type de culture du maïs au Burkina

Au Burkina Faso le maïs se cultive sur des champs de case, des champs de villages et des champs de brousses, selon les zones agro écologiques. En présence d'une pluviométrie suffisante (900 mm au moins), les trois types de champs sont rencontrés. Lorsque les pluies se raréfient, seule subsiste, la culture de maïs de case (LE CONTE, 1957).

Deux types de maïs se rencontrent dans ces champs traditionnels : les maïs de case, de couleur jaune et de cycle hâtif ; les maïs de plein champs, de couleur

blanche ou bigarrée, de cycle tardif. Les premiers sont cultivés pour une consommation de leurs épis à l'état immature (maïs de soudure) tandis que les maïs de pleins champs servent pour la préparation du tô.

Le maïs se mange sous forme de tô, de maïs grillé ou bouilli, en couscous, galette, bouillies diverses, maïs à éclater. Les feuilles et les résidus de récolte servant énormément dans l'alimentation animale ou dans la restitution de la fertilité au sol (SANOU, 2003).

1.4.2. Etendue de la maïsiculture au Burkina

Le maïs est la troisième céréale de la grande culture au Burkina Faso.

La production moyenne des céréales traditionnelles est passée de 1.993.681 t en 1884-1993 à 2.329961 t en 1994-2001. Cette augmentation se justifie par l'accroissement des superficies passant de 2.645.765 ha de 1984-1993 à 2.821.246 ha en 1994-2001.

Par rapport à la période 1984-1993, la production de 1994-2001 est en nette hausse de 38,5% contre 18,2%, 12,7% et 1,18% respectivement pour le maïs, le mil, le sorgho et le fonio.

La progression de la production reste liée pour le sorgho, le mil et le fonio à l'augmentation des superficies, tandis que celle du maïs est soutenue par une amélioration du rendement de la culture (SANOU, 2003).

1.4.3. Variétés de maïs vulgarisées au Burkina

TRAORE (1997) stipule que la distribution naturelle du maïs au Burkina Faso est fortement tributaire des conditions climatiques prévalant dans différentes zones du pays. C'est ainsi que les variétés sont recommandées prioritairement en fonction de la zone écologique, des besoins des consommateurs, même selon le niveau du producteur. Le risque climatique, notamment la sécheresse en fin de cycle est prise en compte dans la localisation des variétés. L'annexe1 présente toute la grille variétale de maïs recommandée par l'INERA au Burkina Faso. Cette grille variétale couvre une large gamme d'utilisation.

1.4.4. Contraintes de production du maïs au Burkina

La productivité du maïs au Burkina est limitée par des contraintes pédoclimatiques et techniques (MARCHAND et al., 1997). Les contraintes pédoclimatiques se résument

à l'insuffisance et à l'irrégularité des pluies, à la dégradation et à l'appauvrissement des sols, à l'abondance des mauvaises herbes, aux maladies, etc. quant aux contraintes techniques, elles ont trait, d'une part à la mauvaise assimilation des connaissances techniques, d'autres part au coût élevé des intrants.

1.4.5. Composantes de rendement chez le maïs

Le rendement du maïs dépend de six (6) composantes de base se déterminant chacune à une période bien précise de la vie de la plante.

Le rendement est l'ultime aboutissement de l'ensemble des propriétés de la plante. Chez le maïs, il s'obtient de manière complexe, mais il peut être considéré dans ses composantes les plus simples, à savoir le nombre de grains par unité de surface et le poids de mille grains.

Le nombre de grains par unité de surface est déterminé par le nombre d'épis par plante et le nombre de grains par épis. Tandis que le poids de mille grains est beaucoup lié à la variété mais également à la position du grain sur l'épi.

Ainsi la caractéristique variétale ne peut pas s'exprimer pleinement, lorsque les conditions hydriques sont défavorables pendant la phase de maturation (NATITIA, 1987).

L'élaboration du poids de 1000 grains va de la floraison à la récolte. Le poids d'un grain est le produit de la durée de sa période de remplissage effectif et du taux de sa croissance. Par conséquent, ceux-ci déterminent le rendement final (TOLLENAR, 1977).

1.5. Synthèse sur le déficit hydrique

Dans les régions arides et semi arides, la détérioration persistante de la pluviométrie est parmi les principaux facteurs limitant de la productivité végétale. Même pour les agricultures les plus modernes, le stress hydrique constitue une limitation sérieuse des rendements en plus des stress salins et des maladies (HURD, 1969).

La question prend son importance lorsqu'on sait que près de 60% des régions arides et semi-arides du monde concernent des pays en voie de développement (PARE et al., 1990), qui doivent faire face aux besoins alimentaires de population dont les taux de croissance sont, en général, les plus élevés du monde.

Un des objectifs commun des programmes tropicaux d'amélioration du maïs est de stabiliser le rendement face à l'incertitude de l'approvisionnement en eau de la culture.

1.5.1. Définition du déficit hydrique

Dans une même zone agro écologique donnée, le déficit hydrique dans le sol ou l'atmosphère par rapport au bilan hydrique normal peut être provoqué par une sécheresse due à des perturbations climatiques aléatoires du lieu et de la période considérée (NODICHAO, 1997).

L'intensité et la distribution de ce déficit sont imprévisibles. La sécheresse peut surprendre les plantes à toutes les étapes de leur développement et ses effets sur la productivité de la région sont fonction de l'intensité et de la distribution spatio-temporelle du déficit hydrique.

1.5.2. Conséquences du déficit hydrique dans l'intensification

1.5.2.1. Effets sur la photosynthèse et la transpiration

La fermeture des stomates, au-delà du fait qu'elle permet à la plante de maintenir son état hydrique foliaire (réduction des pertes d'eau), aurait pour conséquence de réduire le taux de la photosynthèse donc de la production de la plante.

Il faut noter que la photosynthèse est intrinsèquement liée à la transpiration, cet échange est la principale limitation de la tolérance à la sécheresse.

1.5.2.2. Limitation de l'alimentation minérale

Le déficit hydrique altère les besoins en azote des cultures puisque ceux-ci croissent avec la biomasse produite. La conséquence immédiate du déficit hydrique est donc de réduire la demande en azote minéral du sol. Il faut ajouter à cela la mortalité des racines durant la période sèche, qui peut libérer encore d'avantage d'azote dans le sol.

Cependant le déficit hydrique induit une réduction de l'absorption minérale (MACKAY, 1985 ; PAYNE *et al.*, 1995), qui provient principalement des réductions de flux d'éléments minéraux à la racine, et secondairement des réductions des capacités d'absorption par les racines liées à la diminution de la surface de contact des racines avec les minéraux. Il y a également la réduction du transport entre la partie souterraine et les feuilles du fait de la chute de la transpiration.

Dans ces conditions, l'augmentation de la disponibilité en minéraux serait recommandable, mais elle ne serait efficace que s'il y a suffisamment de racines pour assurer l'absorption. Seules les plantes qui ont la capacité d'entrer en contact avec les minéraux seront favorisées par l'engrais en situation de déficit hydrique. L'apport de minéraux pourrait aider à augmenter efficacement la production agricole en zones semi-arides, si on utilise des génotypes possédant une bonne efficacité d'absorption et d'utilisation des minéraux en situation de déficit hydrique.

1.5.2.3. Limitation de la croissance des organes reproducteurs

De la même manière que les organes végétaux, aussi bien la croissance des jeunes organes reproducteurs (ovules, fleurs, et grains) que leur nombre, définis par des processus de ramification, sont limités en cas de déficit hydrique (ROBELIN, 1963 ; HILER *et al.*, 1972 ; CHAPMAN et EDMEADES , 1999 ; FONSECA et WESTGATE, 2005). Il s'ensuit une réduction du nombre de grains et donc du rendement.

Le déficit hydrique a également des conséquences sur les produits après la fécondation. Hormis la taille, d'autres modifications d'ordre physiologique ou pathologique sont causées par un déficit hydrique pendant la phase post-floraison. C'est le cas du mauvais remplissage des grains lorsqu'un déficit hydrique intervient juste une semaine après la floraison du maïs.

1.5.3. Mécanismes de résistance des plantes au déficit hydrique

La résistance au manque d'eau des céréales est associée à une stratégie englobant un ou plusieurs mécanismes d'évitement, d'esquive et de tolérance. La résistance à la sécheresse implique n'importe quelle réaction de la plante face à un déficit hydrique lorsque l'évapotranspiration potentielle n'est pas maintenue, même sous irrigation.

En conditions de déficit hydrique les facteurs comme : la vitesse de fermeture des stomates, le volume racinaire, l'interception de la lumière, l'indice foliaire et la tolérance à la dessiccation sont liés à des gènes positifs.

WALACE *et al.*, (1972) entendent par « gènes positifs » ceux dont il faut maximiser les effets pour obtenir un rendement optimal.

Certains symptômes comme le flétrissement, l'enroulement des feuilles ou même la mort précoce de la plante, sont en fait des adaptations de la plante. Les plantes en déficit hydrique sont déjà sèches alors que celles bien irriguées sont encore vertes.

Ce raccourcissement du cycle, un mécanisme adaptatif, permet à la plante de produire des grains alors qu'il reste encore de l'eau dans le sol. Selon (HAMMER et al., 2005) on ne peut donc pas qualifier à priori un symptôme comme une caractéristique défavorable d'un génotype. Tout dépend du scénario climatique.

1.5.3.1. Evitement ou précocité

Il consiste à empêcher que la plante ne soit soumise à un stress hydrique important. Il permet à la plante d'effectuer son cycle de développement en dehors des périodes de déficit hydrique. Du point de vue génétique, il s'agit des limitations de la surface foliaire et de la transpiration ; et d'un développement favorisé du système racinaire. C'est ainsi que la floraison hâtive et la maturité précoce constituent des phénomènes d'évitement qui sont souvent utilisés comme critères de sélection des variétés échappant aux effets du déficit hydrique terminal.

Du point de vue cultural, il s'agit d'une irrigation rationnée, qui consiste à apporter la quantité minimale d'eau pour maintenir une production acceptable.

1.5.3.2. Esquive ou maintien

L'esquive consiste à maintenir les fonctions de la plante malgré le déficit hydrique. Elle est de nature essentiellement génétique. Les mécanismes d'esquive permettent à la plante de conserver un potentiel hydrique faiblement négatif en condition de stress, évitant ainsi la déshydratation des tissus. Ceci peut être réalisé grâce à un système racinaire très développé ou par une conductivité hydraulique des tissus. La limitation des pertes d'eau peut résulter de la réduction de la surface transpirante (abscission des feuilles, feuilles de petite taille) ou encore de la diminution de la radiation interceptée (couche épicuticulaire cireuse ou lipidique). La fermeture des stomates constitue également un mécanisme réversible contribuant à réduire les pertes d'eau durant l'installation d'un déficit hydrique. Au niveau de certaines spéculations comme le blé on constate un enroulement foliaire chez certaines variétés résistantes au stress hydrique (EL JAAFARI et al., 1993).

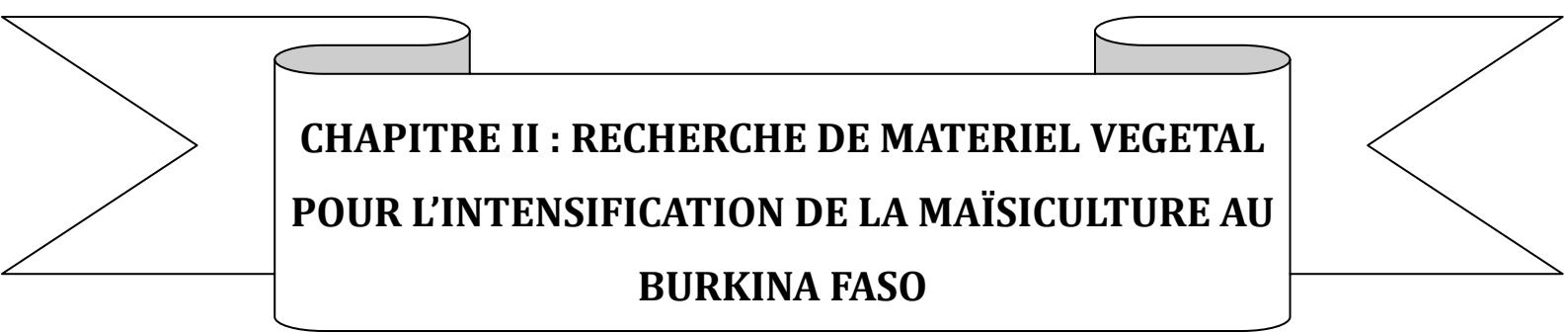
1.5.3.3. Tolérance

Elle se réfère à un faible niveau de dégâts en présence de stress. Les mécanismes de tolérance favorisent le maintien de turgescence de la plante alors que son potentiel hydrique est très négatif.

L'ajustement osmotique constitue le processus majeur permettant à la cellule de maintenir sa turgescence sous contrainte hydrique grâce à l'accumulation active de molécules particulières (alcools, sels de potassium et sucres solubles) (EL JAAFARI *et al.*, 1993 ; MONNEVEUX, 1992) cités par DABIRE (2000). La recherche d'une tolérance à la sécheresse consiste donc à sélectionner pour le meilleur rendement en conditions de déficit hydrique. MONNEVEUX (1992) rappelé par DABIRE (2000) propose une sélection de génotypes à courte période de remplissage.

Ces différents mécanismes sus cités ne sont pas exclusifs les uns les autres, ils peuvent être plutôt complémentaires.

En raison du caractère imprévisible de la contrainte hydrique, la meilleure « stratégie » serait celle qui permet à la variété de présenter un large spectre d'adaptation.



**CHAPITRE II : RECHERCHE DE MATERIEL VEGETAL
POUR L'INTENSIFICATION DE LA MAÏSICULTURE AU
BURKINA FASO**

I. Données communes à l'étude

1.1. Contexte et justification de l'étude

Parallèlement, génétique et sélection ont été de plus en plus efficaces pour créer des variétés à haut rendement : ces dernières valorisent de mieux en mieux les conditions naturelles et les moyens de production (ROUANET, 1984). C'est dans cette logique que s'inscrit notre étude qui vise à créer un matériel végétal performant, productif et résistant aux stress environnementaux. Ce matériel pourrait répondre aux exigences d'un nombre sans cesse croissant de producteurs formés.

1.2. Objectifs de l'étude

L'objectif global poursuivi à travers notre étude est de mettre à la disposition des producteurs une gamme variétale performante, productive et résistante stress environnementaux.

De façon spécifique il s'agit de :

1. Identifier des hybrides performants pour l'intensification de la maïsiculture au Burkina Faso;
2. Créer des hybrides pour l'intensification de la maïsiculture au Burkina Faso;
3. Identifier des lignées performantes pour la création d'hybrides;
4. Evaluer des lignées S2 de la variété FBC6 par rapport au déficit hydrique;
5. Extraire des lignées S2 complémentaires de la variété FBC6.

1.3. Hypothèses de l'étude

Dans la conduite de notre étude trois hypothèses ont été formulées :

Des hybrides et des lignées de maïs peuvent être créés pour les besoins d'une agriculture moderne ;

Il existe des hybrides et des lignées intéressants au sein du matériel à tester ;

Les hybrides et les lignées performants peuvent être sélectionnés et mis à la disposition des utilisateurs.

1.4. Présentation des sites expérimentaux

Les travaux ont été menés en campagne humide et sèche sur deux sites expérimentaux différents : la station de recherche de Farako-Bâ et la plaine aménagée de la Vallée du Kou.

La station de Farako-Bâ est située à 10 km au sud-ouest de Bobo-Dioulasso sur l'axe Bobo-Banfora. Elle se situe à 11°06' de latitude nord ; 4°20' de longitude ouest ; son altitude par rapport à la mer est de 405m. La plaine de la Vallée du Kou est située à 25 km de Bobo-Dioulasso. Elle est localisée à 10°20' de latitude nord, 4°20 de longitude ouest et se trouve à 420 m au dessus de la mer. Cette plaine est entièrement aménagée sur 1200 ha, avec une irrigation du type gravitaire sans pompage.

Il faut noter que les deux sites qui ont servi de cadre d'étude appartiennent à la même zone climatique et phytogéographique du type soudano-guinéen (GUINKO, 1984). Les figures 2 et 3 indiquent respectivement la répartition mensuelle des pluies au cours de l'année 2010 à la Vallée du Kou et à Farako-Bâ.

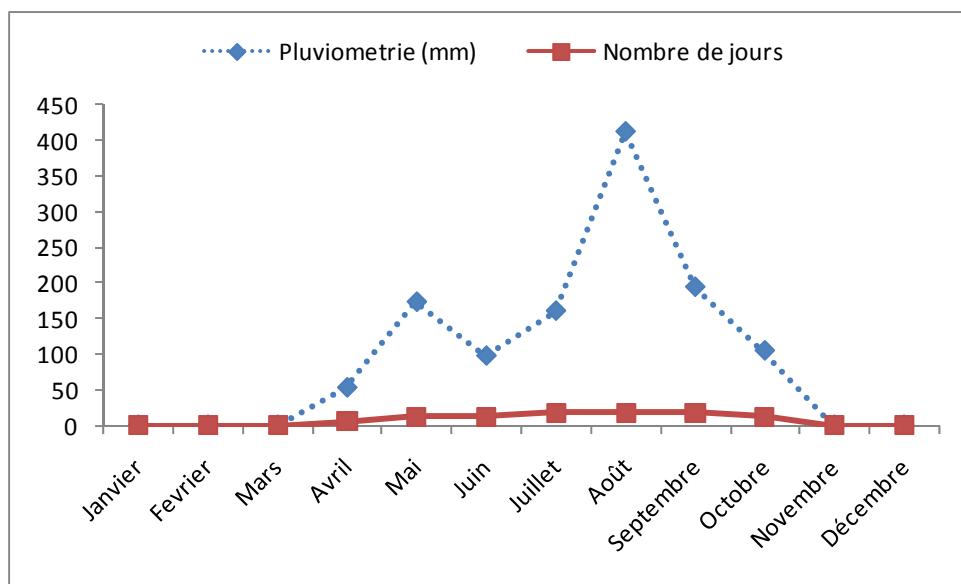


Figure 2 : Répartition mensuelle des pluies et températures au cours de l'année 2010 à la vallée du Kou

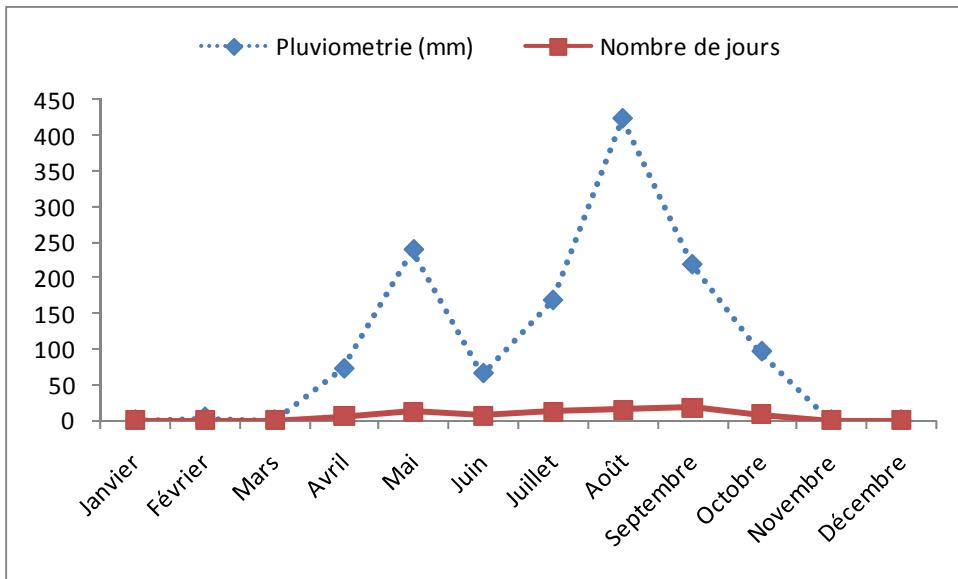


Figure 3 : Répartition mensuelle des pluies et températures au cours de l'année 2010 à la station de recherche de Farako-Bâ

1.5. Variables étudiées

La densité à la levée (DL) : elle correspond au comptage du nombre de plants normalement poussés 10 jas.

La floraison mâle (FM) : nombre de jours après semis pour atteindre la pleine floraison mâle (50% des plantes présentes de la parcelle utile émettant du pollen).

Floraison femelle (FF) : nombre de jours après semis pour atteindre la sortie des soies de 50% des plantes de la parcelle utile.

La hauteur moyenne des plantes (HMP) : c'est la mesure de la hauteur des plants, du sol jusqu'à la base de la panicule. Cette mesure est exprimée en centimètres (cm). La hauteur s'obtient à l'aide d'une toise, les mesures étant faites sur 10 plantes de la parcelle utile.

La hauteur moyenne d'insertion de l'épi (HMIE): elle correspond à la mesure en centimètre de la hauteur d'insertion de l'épi depuis la base de la plante jusqu'au nœud d'insertion de l'épi.

Le nombre total de feuilles (NTF) : c'est le comptage des feuilles des plantes choisies en tenant compte des feuilles situées à la base (souvent tombées).

Le nombre de feuilles au dessus de l'épi (FSE) : c'est le comptage du nombre de feuilles au dessus de l'épi chez les plantes de la parcelle utile.

Les maladies: La seule variable suivie est la notation des symptômes provoqués par les maladies fongiques et virales. Les maladies concernées sont la curvulariose (CURV), helminthosporiose (HELM), Striure du maïs (MSV). Les symptômes sont notés selon une échelle graduée de 1 à 5 (CIMMYT, 1985 cité par HIEMA , 2005) correspondant aux proportions suivantes :

1 = infection nulle à très légère (0-10%) marquée par très peu ou pas de lésions foliaires situées généralement sur les premières feuilles ;

2 = infection légère (11-25%) caractérisée par un nombre faible ou modéré de lésions situées en dessous de l'épi mais jamais au-dessus de celui-ci ;

3 = infection modérée (26-50%) marquée par un nombre modéré ou important de lésions sur les feuilles situées en dessous de l'épi et peu de lésions sur les feuilles situées au-dessus de l'épi ;

4 = infection forte (51-75%) matérialisée par un nombre important de lésions sur les feuilles situées en dessous de l'épi et un nombre modéré ou important de lésions sur les feuilles situées au-dessus de l'épi ;

5 = infection très forte (76-100%) présentant un nombre important de lésions sur toutes les feuilles de la plante.

La maturité (MAT) : c'est le nombre de jours semis- maturité de 50% des plantes de la parcelle utile ;

La sénescence des feuilles (SNF) : c'est une estimation de la surface foliaire desséchée ou enroulée en condition de stress hydrique. Cette estimation se fait selon une échelle préconisée par l'IITA et notée de 1 à 10 où 1 correspond à 10% de la surface desséchée, 2 correspond à 20%, ainsi de suite jusqu'à 10 correspondant à un desséchement total de la surface foliaire. Les observations sont réalisées à 14 jours après arrêt de l'irrigation.

La reprise des plantes (RP) : c'est une estimation de la mortalité des plantes due au stress hydrique. Cette évaluation est effectuée 14 jours après la reprise de l'irrigation. Elle est effectuée à partir d'une notation de 1 à 5 où 1 correspond à une reprise totale des plantes d'une entrée et 5 à aucune reprise.

Le décalage entre les floraisons mâle et femelle (ASI) : c'est la différence de jours entre les floraisons mâle et femelle à 50% au sein d'un matériel. Plus cet intervalle est important, moins le matériel considéré fleuri de manière synchrone. Cet intervalle est influencé par le stress hydrique. L'écart entre la floraison mâle et femelle est très important en amélioration variétale car il influence directement la fécondation des fleurs femelles et donc la formation de grains.

Le rendement (RDT) : c'est l'estimation en t/ha de la quantité de maïs-grains produite par parcelle. Il est calculé à partir des éléments suivants : le poids parcellaire des épis, le poids des épis échantillonnés en parcelle, le poids grains des épis de l'échantillon, de la superficie de la parcelle d'étude et de l'humidité relative des épis à la récolte

Le choix des paysans : il correspond à une appréciation du matériel testé par les utilisateurs. La méthodologie de la sélection participative est utilisée pour effectuer ce choix. Dans cette méthodologie trois visites commentées sont prévues avec les producteurs respectivement, à la montaison, à la phase réproductive et à la maturité. Dans la pratique, des notes allant de 1 à 3 sont affectées à chaque entrée du matériel étudié par les évaluateurs.

Note1: bon matériel au choix des producteurs ;

Note2 : matériel moyen au choix des producteurs ;

Note3 : mauvais matériel au choix des producteurs.

Le matériel testé est jugé en se basant sur des critères qui sont définis par les sélectionneurs. Les plus importants sont : l'aspect sanitaire des plantes ; le diamètre des tiges ; la largeur des feuilles ; l'homogénéité ou l'uniformité des plantes ; la forme des épis ; et l'homogénéité de maturité.

II. Identification d'hybrides performants pour l'intensification

2.1. Introduction

Afin de parvenir à la satisfaction durable des besoins d'une population qui est en perpétuel augmentation ; l'intensification des cultures devient un élément incontestable. Pour ce faire, la mise en place de variétés à haut rendement, notamment les hybrides reste le seul moyen efficace. Les hybrides sont des variétés qui valorisent de manière optimale l'environnement physique dans lequel ils se trouvent (eau, fertilisation, bonnes pratiques du sol etc.)

L'obtention de variétés de maïs productrices peut être envisagée par divers moyens, parmi lesquels les introductions et les créations variétales suivies d'évaluation et de sélection.

2.2. Justification

Avec l'émergence de l'entreprenariat agricole, l'intensification est vue non seulement comme un moyen d'enrichissement, mais comme un outil de meilleure gestion des superficies et donc une gestion plus rationnelle de l'environnement. La place du maïs dans le contexte d'intensification est justifiée car, selon SANOU (1996), il est une céréale qui possède le meilleur potentiel de rendement.

2.3. Objectifs de l'étude

2.3.1. Objectifs global de l'étude

L'objectif global de cette étude est d'évaluer dans les conditions agro-pédo-climatiques de la station de Recherche de l'INERA/Farako-Bâ, les hybrides disponibles.

2.3.2. Objectifs spécifiques

Trois objectifs spécifiques sont poursuivis dans cette expérimentation :

- Classer les différents hybrides testés par rapport au cycle ;
- Identifier les hybrides les plus résistants vis-à-vis des maladies ;
- Sélectionner les hybrides les plus performants par rapport au potentiel de rendement.

2.4. Matériel végétal

Le matériel végétal soumis à notre étude se compose de trois (3) groupes d'hybrides et de six (6) témoins. Le tableau I indique le matériel végétal utilisé dans notre étude.

Tableau I : Matériel végétal utilisé

Témoins	Matériels à évaluer
Espoir et Wari	51 Hybrides du CIMMYT
Barka, Bondofa	115 Hybrides de l'INERA
Obatanpa et SR21	4 Hybrides de l'IITA

Les listes des hybrides évalués au cours de notre étude sont consignées en annexe 2

Description des témoins utilisés

Espoir : c'est un composite issu d'une amélioration de la Pop 66 SR du CIMMYT/IITA. Ce composite se caractérise par la couleur jaune à jaune orangé de ses grains et une texture cornée dentée. Sur le plan nutritionnel, il est riche en provitamine A et présente surtout une richesse notable en acides aminés essentiels (lysine et tryptophane) assimilables par les animaux et les hommes.

C'est une variété intermédiaire de quatre vingt dix sept (97) jours avec un potentiel de rendement de 6,5 t/ha. La production nécessite un isolement pour conserver la qualité protéique de la variété.

Wari : créé au Burkina Faso à la station de recherche de Farako-Bâ, Wari résulte du brassage de dix (10) lignées résistantes à la sécheresse extraites de FBC6. Il est caractérisé par la couleur jaune de ces grains et une texture cornée. La variété Wari est résistante à certaines maladies telles que l'Helminthosporiose, la rouille, la Striure du maïs.

C'est une variété qui a un cycle de 91 jours avec un potentiel de rendement de 6,4 t/ha.

Obatanpa : qui signifie bonne mère est une variété composite issue de la pop 62 SR du CIMMYT/IITA. C'est une variété à grain blanc-dentés à cycles intermédiaire avec un rendement moyen d'environ 4,8 t/ha. Elle est riche en protéines de qualité, présente une résistance à la striure et est utilisée pour la sélection de variétés performantes en protéines de qualité et en rendement dans les expérimentations (SANOU, 2003)

Barka : il est issue du brassage de 6 lignées résistantes à la sécheresse, extraites dans pool 16 DT (IITA). Le cycle est de 80 jours dont 42 jours du semis à la floraison mâle 50%, avec un rendement moyen de 5,5 t/ha. Son aire de culture est comprise entre 650 et 900 mm ou en irriguée. Les grains sont blancs du type corné. Caractères de résistance: la variété Barka est résistante à l'helminthosporiose, la rouille et la striure du maïs.

SR21 : c'est une composite résistante à la striure du maïs sélectionnée dans la Pop 21 du CIMMYT rendue résistante au MSV par l'IITA au Nigeria. Ces grains sont de couleur blanche de type corné-denté. Elle a un cycle de 93 jours avec un rendement moyen de 5,1 t/ha.

Bondofa : c'est un hybride variétal issu du croisement de EV8444 SR et SR22. C'est une variété à cycle intermédiaire à grains blancs semi-cornés et cunéiformes. Il se caractérise par une bonne résistance aux maladies telles que l'helminthosporiose, la rouille et la virose du maïs. Sa culture est recommandée dans les zones à pluviométrie supérieure à 900 mm et dans les périmètres irrigués. Il présente un rendement potentiel de 6,5 t/ha avec des grains blancs et semi-cornés.

2.5. Méthodologie

2.5.1. Dispositif expérimental

Un dispositif en bloc Fisher complètement randomisé à trois (3) répétitions a été utilisé pour l'évaluation de l'ensemble du matériel d'étude. Pour des raisons d'insuffisance de semences, les hybrides du CIMMYT ont été implantés exceptionnellement dans deux (2) répétitions.

L'étude a été menée sur les sites expérimentaux de Farako-Bâ et de la Vallée du Kou. Les hybrides du CIMMYT ont été implantés uniquement à Farako-Bâ. Par contre ceux de l'INERA étaient implantés à la Vallée du Kou. Les quatre (4) hybrides de l'IITA et les trois (3) hybrides de l'INERA, définis dans le même essai, ont été implantés concomitamment à Farako-Bâ et à la Vallée du Kou. Dans cette étude, l'évaluation par rapport au cycle et le comportement vis-à-vis des maladies a été réalisée sur l'essai de Farako-Bâ. Quant au potentiel de rendement il a été évalué sur l'implantation de la Vallée du Kou.

Le semis est préconisé à deux grains /poquet sans démarrage. L'écartement de semis est de 0,8m x 0,40m, soit une densité théorique de 62500 plantes/ha. La

parcelle élémentaire est égale à la parcelle d'évaluation dans chaque répétition, elle comprend deux (2) lignes de 5m.

Les sarclages ont été réalisés à la demande pour contrôler les mauvaises herbes.

La fertilisation est celle recommandée par la recherche qui a consisté à un apport du NPK (14-23-14) à raison de 200 kg/ha du semis au 15ème jas. L'urée (46-0-0) a été apportée en deux fractions : 100 kg/ha au 30ème jas et 50 kg /ha au 45ème jas a été apporté. La première dose d'urée apportée lors d'un deuxième sarclage et la deuxième dose lors d'un buttage.

2.5.2. Variables étudiées

Elles concernent toutes les variables agro morphologiques observées dans les expérimentations du maïs. En fonction de nos objectifs spécifiques, nous nous sommes plus intéressés à quelques unes dont, la maturité à 50%, la résistance aux maladies (la curvulariose et l'helminthosporiose) et le rendement.

2.5.3. Conditions expérimentales

Exception faite des poches de sécheresse temporaires enregistrées sur la station de recherche de Farako-Bâ dans les deux (2) premières semaines du mois de septembre, l'étude s'est déroulée dans des conditions de culture optimales.

Une irrigation gravitaire à l'ETM a été effectuée tous les cinq (5) jours sur les essais pour limiter les coûts du déficit hydrique qui est intervenue pendant la montaison.

Quant à l'implantation de la Vallée du Kou, les hybrides simples créés à l'INERA, semés en campagne sèche ont été conduits sous l'irrigation à l'ETM.

Les semis ont été réalisés conformément aux écartements prévus (0,80m*0,40m) soit une densité réelle environ cinquante mille (50000) plantes/ha. Le résume l'ensemble des activités culturales observées sur les essais est consigné dans le Tableau II.

Tableau II : Dates des opérations culturelles réalisées sur les hybrides

Activités culturelles	Essais						
	hybrides jaunes du CIMMYT à Farako-Bâ	hybrides blancs du CIMMYT à Farako-Bâ	hybrides de l'IITA et de l'INERA à Farako-Bâ	hybrides de l'IITA à la Vallée du Kou	hybrides inter variétaux à la Vallée du Kou	hybrides de Espoir l'INERA à la Vallée du Kou	hybrides de FBC6 l'INERA à la Vallée du Kou
Semis	14-7-2010	14-7-2010	16-7-2010	31-8-2010	2-9-2010	2-9-2010	8-2-2011
Sarclage 1 + NPK	29/07/2010	29/07/2010	30-7-2010	15-9-2010	17-9-2010	17-9-2010	23-2-2011
Sarclage 2 + Urée1	13-8-2010	13-8-2010	15-8-2010	30-9-2010	1-10-2010	1-10-2010	10-3-2011
Buttage + Urée2	27-8-2010	27-8-2010	30-8-2010	15-10-2010	16-10-2010	16-10-2010	25-3-2011
Récolte	24-11-2010	26-11-2010	29-11-2010	14-12-2010	14-12-2010	14-12-2010	30-5-2011

2.5.4. Analyses statistiques

Une analyse de variances effectuée sur toutes les données mesurées et calculées prises sur les différents génotypes. Si les génotypes présentent de différences significatives, le test comparatif par DUNNETT (5%) a été réalisé pour classer les génotypes par rapport aux témoins. Les analyses statistiques des données ont été effectuées avec le logiciel SAS (Statistical Analysis System), version 9.2.

2.6. Résultats

Les données moyennes acquises sur les différents groupes d'hybrides sont consignés dans les tableaux III à IX.

Tableau III : Données moyennes acquises sur les hybrides jaunes du CIMMYT

Entré e	GENO	HELM	CURV	MAT	RDT
1	CLYQ202/CML165	2,67	2	96,33	4,13
2	((CML161*CML451)-B*(CML164*CML437)-B)-B-18-1-2-3-1-B/CML165	2	2	96,33	6,64
3	((CML161*CML451)-B*(CML164*CML437)-B)-B-18-1-2-3-2-B/CML165	2	2	95,67	6,73
4	CLYN201CL02450	2	2	96	5,86
5	CLYN202/CL02450	2,33	2	97,33	4,16
6	CLYN203/CL02450	2,33	2	96,33	4,52
7	CLYN204/CL02450	2	2	98,33	6,05
8	CLYN205/CL02450	2,33	2	97,33	4,3
9	CLRCY047/CML451	2,33	2	97	7,07
10	CL-RCY018 /CML451	2,33	2	96	5,8
11	CL-RCY031/CML451	2	2	98	6,4
12	CL-RCY029/CML451	2,33	2	93	6,84
13	CML451/CL02450	2	2	100,67	3,73
14	Espoir	2,33	2,33	94,67	4,72
15	Wari	2,67	2	97,67	3,58

Tableau IV : Données moyennes acquises sur les hybrides blancs du CIMMYT

Entrée	GENO	HELM	CURV	MAT	RDT
1	((CLQ-6203*CL-04321)-B-7-1-2-4-B/CL-FAWW11)-B-6-1-2-B-B-B-B/ML491	2,33	2	99,67	4,96
2	CLWQ238/ML491	2	2	99	5,17
3	CLQRCWQ124/ML494	2,33	2	96,67	6,28
4	CLQRCWQ123/ML491	2,33	2	99	5,51
5	CLWQ223/ML503	2	2,33	97,67	4,59
6	CLWQ221/ML503	2	2	97,67	3,6
7	CLWQ222/ML503	2	2	97,67	3,3
8	CLWN201/ML495	2,33	2	96,67	6,23
9	CLWN227/ML495	2	2	97,33	5,36
10	CLWN228/ML495	2	2	100,67	3,32
11	CLWN204/ML494	2	2	96	2,92
12	CLWN205/ML494	2	2	96	5,66
13	CLWN206/ML494	2,67	2	96	5,21
14	CLWN207/ML494	2,67	2	96	4,52
15	CLWN208/ML494	2	2	96	4,48
16	CLWN209/ML494	3	2	97,67	3,9
17	CLWN210/ML494	3	2,33	94,67	5,55
18	CLWN211/ML494	2	2	94,67	4,3
19	CLWN212/ML494	2	2,33	95,33	3,02
20	CLWN213/ML494	3	3,67	95	5,51
21	CLWN214/ML494	3	2,33	96	3,84
22	CLWN215/ML494	2,67	2	95,33	6,3
23	CLWN216/ML494	2,67	2	94	5,51
24	CLWN217/ML494	2	2	94,67	4,83
25	CLWN218/ML494	2,33	2	95,33	3,9
26	CLWN219/ML494	2,67	2,33	96	4,18
27	CLWN220/ML494	3,67	2,67	97	7,36
28	CLWN221/ML49	3,33	2,33	95,33	7,56
29	CLRCW104/ML494	2	2	95,33	4,72
30	CLWN222 /ML494	2,33	2	96	5,3
31	CLRCW109/ML494	2,67	2	96	5,02
32	CLWN223/ML494	2,67	2	94,67	4,71
33	CLWN224/ML494	2,67	2	96	5,38
34	CLRCW107/ML494	2,67	2	96	6,03
35	CLRCW105/ML494	2,33	2	95,33	4,31
36	ML494/ML495	2,67	2	96	4,86
37	ML491/ML503	2,33	2,67	99,33	3,77
38	CL04368/CLSPLW04	2	2	99,33	4,39
39	Obatanpa	2,5	2	102	4,6
40	Barka	2,67	2	98,33	5,12

Tableau V : Données moyennes acquises sur les hybrides de l'IITA à Farako-Bâ

Entrée	GENO	MAT	HELM	CURV	RDT
1	M00826-1	94	2,33	3,33	3,01
2	M0826-3	94	2,33	3,67	3,84
3	M0826-7	95,33	3,33	3	3,25
4	M0826-11	97,33	2	4	3,35
5	Tzi35 PlataxTzi18	95,33	2	3,33	2,21
6	Tzi18xWari	94,67	2,33	3,33	1,93
7	Tzi18 x Espoir	96,67	2	2,67	3,28
8	T1 : Wari	95,67	3	3,33	3,2
9	T2 : Espoir	96,67	2	2	3,9
10	T3 : Bondofa	100	2,33	3	2,42

Tableau VI : Données moyennes acquises sur les hybrides de l'IITA à la Vallée du Kou

Entrée	GENO	MAT	HELM	CURV	RDT
1	M00826-1	97,33	1,67	1,33	10,65
2	M0826-3	97	2,67	1,33	4,65
3	M0826-7	95,67	2,33	1,33	8,82
4	M0826-11	95	1,67	1	9,16
5	Tzi35 PlataxTzi18	93	1,67	1	7,45
6	Tzi18xWari	88,67	1,67	1,33	7,04
7	Tzi18 x Espoir	97	2	1	8,52
8	T1 : Wari	96,33	2,33	1,67	4,57
9	T2 : Espoir	95	2	1	6,2
10	T3 : Bondofa	91,33	1,67	1,33	8,38

Tableau VII : Données moyennes acquises sur les hybrides inter variétaux

Entrée	GENO	CURV	HELM	MAT	RDT
1	TZi18*KEB	1	1	83,33	5,88
2	TZi18*WARI	1,67	1	92	6,83
3	TZI18*KPB	2,67	1	93,33	6,37
4	FBMS1*KEJ	1,33	1,33	82,67	4,54
5	T1 : BONDOFA	1,67	1,33	94,67	7,47
6	FBMS1*SR21	1,33	1	92	7,48
7	T2 : ESPOIR	1,67	1,33	94,67	5,43
8	TZi18*OBANTAMPA	1,67	1	93,33	8,97
9	FBMS1*KEB	1	1	88,67	5,54
10	FBMS1*ESPOIR	1,67	1	90	6,05
11	TZi18*ESPOIR	2	1	92	7,09
12	FBMS1*KPB	1,67	1	89,33	4,89
13	FBMS1*OBANTAMPA	1	1	90,67	6,62
14	TZi18*KEJ	1	1,33	84,67	6,32
15	TZi35PLATA*KEJ	1,33	1	84,67	5,77
16	TZi18*SR21	1,33	1	94,67	7,54

Tableau VIII : Données moyennes acquises sur les hybrides simples de Espoir

Entrée	GENO	CURV	HELM	MAT	RDT	Entrée	GENO	CURV	HELM	MAT	RDT
1	131A*20D	1,33	1	92	3,51	26	112A*30D	1,33	1	93,33	3,92
2	139A*228B	1,33	1	93,33	4,33	27	305A*187B	1,67	1	91,33	3,4
3	228A*19B	2	1,33	94	4,86	28	76A*48D	1,67	1	93,33	4,46
4	312A*104D	1,67	1	94	4,64	29	T1 : ESPOIR	1,33	1	94	3,67
5	143A*239B	1,33	1	93,33	3,95	30	T2: BONDOFA	1,67	1	94,67	4,71
6	303A*218B	1,33	1	96	3,65	31	339A*79D	2	1	92,67	4,43
7	79A*37D	2,33	1,33	93,33	3,74	32	240A*8B	1,33	1	96	3,68
8	346A*58B	1,67	1	93,33	3,83	33	65A*180B	1	1	94	4,39
9	316A*92B	1,67	1	91	3,32	34	238A*10D	1,67	1	93,33	3,68
10	220A*114D	1,67	1	94,67	4,45	35	42A*103D	1,67	1	93,33	4
11	143A*50D	1	1	94,67	3,46	36	121A*145B	1,67	1	93,33	3,99
12	137A*228B	2,33	1	92,67	3,3	37	60A*96D	1	1	94	4,98
13	137A*2087B	1,33	1	94,33	5,05	38	276A*85D	1,33	1	93,33	4,07
14	104A*17B	1,67	1	93,33	2,77	39	80A*112B	1,67	1,67	94	3,57
15	323A*148B	2,33	1	90,33	3,65	40	323A*5D	1,33	1	93,33	4,13
16	81A*78D	2	1	93,33	3,98	41	269A*50B	1,33	1	94,67	3,76
17	313A*152B	1,67	1	94	4,68	42	209A*70D	1,67	1	94,67	3,93
18	250A*26D	1,33	1	92	4,08	43	276A*5B	1,33	1,33	94,67	4,13
19	346A*46D	2	1	93,33	4,02	44	269A*92D	1	1	93,33	3,71
20	76A*199B	1,67	1	94,67	3,99	45	314A*73D	1,67	1,33	94,67	4,29
21	316A*68D	1,67	1	96	4,1	46	338A*189B	1	1	95,33	3,24
22	313A*97D	1	1	96	4,24	47	79A*65B	1,67	1	95	3,4
23	18A*162B	1,67	1	93,33	2,98	48	202A*201B	1,67	1	95,33	4,51
24	283A*83B	1,67	1	92	3,66	49	228A*77D	2	1	94,67	4,51
25	86A*114B	1,33	1	92,67	3,93						

Tableau IX : Données moyennes acquises sur les hybrides simples créés en 2011

Entrée	GENO	HELM	CURV	MAT	RDT
1	Tzi35 Plata*DED811	1	1	100,67	8,29
2	Tzi35 Plata*MO17	1	1	98,67	4,31
3	Tzi35 Plata*B73	1	1	98	9,92
4	EV 84 44 SR*ELN41-2-7-2	1	1	104,67	7,16
5	EV 84 44 SR*ELN43-1-7-1	1,33	1	104	2,39
6	EV 84 44 SR*ELN42-4-4-5	1	1	100	7,17
7	EV 84 44 SR*ELN41-1-1-1	1	1	104	5,13
8	EV 84 44 SR*ELN40-2-7-1	1	1	104	6,03
9	EV 84 44 SR*ELN42-4-4-4	1	1	100	5,47
10	EV 84 44 SR*ELN48-3-9-2	1,33	1	104	7,72
11	EV 84 44 SR*ELN41-1-1-3	1	1	102	5,33
12	EV 84 44 SR*ELN41-2-7-3	1	1	104	7,2

13	Tzi35 Plata*ELN46-4-17-6		1	1	98,67	9,42
14	Tzi35 Plata*ELN46-4-17-1		1	1	100	7,58
15	Tzi35 Plata*ELN40-9-4-1		1	1	101,33	6,84
16	Tzi35 Plata*ELN40-8-2-3		1	1	103,33	5,88
17	Tzi35 Plata*ELN 45-1-6-1		1	1	100,67	8,23
18	Tzi35 Plata*ELN40-2-21-5		1	1	101,33	6,14
19	Tzi35 Plata*ELN45-1-4-3		1	1	101,33	5,4
20	Tzi35 Plata*ELN40-2-21-2	1,33		1	101,33	7,16
21	Tzi35 Plata*ELN42-4-4-2		1	1	102	6,24
22	Tzi35 Plata*ELN46-2-4-1		1	1	100	6,96
23	Tzi35 Plata*ELN40-8-3-3		1	1	98,67	6,47
24	Tzi35 Plata*ELN45-1-6-3		1	1	102	6,09
25	Tzi35 Plata*ELN40-2-21-1		1	1	100,67	8,11
26	Tzi35 Plata*ELN43-4-5-3		1	1	100	8,45
27	Tzi35 Plata*ELN40-2-21-4		1	1	101,33	6,53
28	Tzi35 Plata*ELN47-1-3-2		1	1	102,67	6,93
29	Tzi35 Plata*ELN39-3-8-5		1	1	100	6,03
30	Tzi35 Plata*ELN40-2-21-3		1	1	102	5,58
31	Tzi35 Plata*ELN46-2-12-2		1	1	101,33	7,31
32	Tzi35 Plata*ELN46-4-17-2		1	1	100	8,15
33	Tzi35 Plata*ELN46-4-17-7		1	1	102	7,87
34	EV 84 44 SR*ELN41-1-1-4		1	1	104,67	2,57
35	Tzi35 Plata*ELN43-5-7-4		1	1	100	6,05
36	Tzi35 Plata*ELN44-5-12-1		1	1	100	7,29
37	Tzi35 Plata*ELN44-4-11-1		1	1	101,33	7,49
38	Tzi35 Plata*ELN45-1-4-1		1	1	98	7,32
39	Tzi35 Plata*ELN44-5-13-5		1	1	100	6,97
40	Tzi35 Plata*ELN46-4-17-4		1	1	102	6,39
41	Tzi35 Plata*ELN43-4-5-1		1	1	100,67	6,8
42	Tzi35 Plata*ELN43-1-25-1		1	1	100	6,28
43	Tzi35 Plata*ELN40-8-2-1		1	1	99,33	7,58
44	Tzi35 Plata*ELN40-9-8-1		1	1	100,67	7,21
45	Tzi35 Plata*ELN46-4-16-1		1	1	102	6,44
46	Tzi35 Plata*ELN45-1-1-1		1	1	99,33	5,33
47	Tzi35 Plata*ELN45-3-7-2		1	1	100,67	5,81
48	Tzi35 Plata*ELN42-4-4-1		1	1	104	5,46
49	Tzi35 Plata*ELN45-3-7-1		1	1,33	104	6,05
50	Tzi35 Plata*ELN41-1-1-5		1	1	100,67	6,34
51	Tzi35 Plata*ELN43-4-5-2		1	1	99,33	7,12
52	T1 : Bondofa		1	1	104	5,08
53	T2 : SR21		1	1	102	6,72

2.6.1. Analyses de variances

L'analyse de variances a permis d'apprécier la variabilité phénotypique des hybrides testés. A part l'essai concernant les hybrides jaunes du CIMMYT, des effets significatifs dû au facteur répétition ont été notés dans tous les essais, ce qui justifie la pertinence du choix du dispositif. Le dispositif en bloc complètement randomisé, contrôle les variations environnementales dans les expérimentations.

2.6.1.1. Hybrides jaunes du CIMMYT

Au vue des résultats de l'analyse de variances, les hybrides jaunes du CIMMYT ne présentent aucune différence significative pour les variables considérées dans l'expérimentation. Ces résultats sont indiqués dans le tableau X.

Tableau X : Résultats de l'analyse de variances sur les hybrides jaunes du CIMMYT

Sources de variation	DDL	CURV	HELM	MAT	RDT
Hybrides	14	1,00 ns	0,81 ns	1,12 ns	1,40 ns
Répétitions	2	1,00 ns	0,77 ns	0,25 ns	0,25 ns
E_RES	28	0,15	0,451	2,62	2,13
Moyenne	.	2,02	2,24	96,71	5,37
CV (%)	.	7,37	20,08	2,72	39,70

ns = non significatif ; E_RES = erreur résiduelle ; CV = coefficient de variation ; DDL = degré de liberté ; CURV = curvulariose ; HELM = helminthosporiose ; MAT = maturité; RDT = rendement.

2.6.1.2. Hybrides blancs du CIMMYT

L'analyse de variances montre que des différences très hautement significatives sont observées entre les hybrides blancs du CIMMYT pour les caractères HELM et MAT. La différence phénotypique notée justifie l'existence d'une variabilité génétique au sein des hybrides blancs du CIMMYT. Le tableau XI résume les résultats de l'analyse de variances réalisée sur les hybrides blancs du CIMMYT.

Tableau XI : Résultats de l'analyse de variances sur les hybrides blancs du CIMMYT

Sources de variation	DDL	CURV	HELM	MAT	RDT
Hybrides	39	0,97 ns	2,60 ***	3,04 ***	1,14 ns
Répétitions	2	0,74 ns	1,78 ns	17,48 ***	111,71 ***
E_RES	77	1,86	0,45	1,71	1,72
Moyenne	.	2,25	2,44	96,64	4,88
CV (%)	.	82,66	18,57	1,77	35,45

ns = non significatif ; *** : significatif à 0,1%.

E_RES = erreur résiduelle ; CV = coefficient de variation ; DDL = degré de liberté ; CURV = curvulariose ; HELM = helminthosporiose ; MAT = maturité; RDT = rendement.

2.6.1.3. Hybrides de l'IITA et de l'INERA

Les résultats de l'analyse de variances montrent que des différences significatives existent entre les hybrides de l'IITA et de l'INERA implantés à Farako-Bâ. Ces différences se situent au niveau des variables HELM et MAT.

Quant aux hybrides de l'IITA et de l'INERA implantés à la Vallée du Kou, l'analyse montre des différences très hautement significatives entre les hybrides pour le rendement, significatives pour le caractère maturité des plantes. Les tableaux XII et XIII synthétisent respectivement les résultats de l'analyse de variances effectuée sur les hybrides de l'IITA et l'INERA sur le site de Farako-Bâ et de la Vallée du Kou.

Tableau XII : Résultats de l'analyse de variances des hybrides de l'IITA et l'INERA sur le site de Farako-Bâ

Source de variation	DDL	CURV	HELM	MAT	RDT
Hybrides	9	2,01 ns	3,45 *	2,68 *	1,12 ns
Répétitions	2	2,07 ns	0,18 ns	3,13 ns	18,05 ***
E_RES	18	0,67	0,43	1,91	1,00
Moyenne	.	3,17	2,37	95,97	3,04
CV (%)	.	21,23	18,00	1,99	35,51

ns = non significatif *, *** : significatif à 5% et 0,1% respectivement.

E_RES = erreur résiduelle ; CV = coefficient de variation ; DDL = degré de liberté ; CURV = curvulariose ; HELM = helminthosporiose ; MAT = maturité; RDT = rendement.

Tableau XIII : Résultats de l'analyse de variances des hybrides de l'IITA et l'INERA sur le site de la Vallée du Kou

Source de variation	DDL	CURV	HELM	MAT	RDT
Hybrides	9	0,93 ns	1,49 ns	3,45 *	9,22 ***
Répétitions	2	3,27 ns	4,56 *	6,81 **	10,33 **
E_RES	18	0,40	0,52	1,63	1,12
Moyenne	.	1,23	1,97	94,63	7,54
CV (%)	.		26,44	2,78	14,88

ns = non significatif *, **, *** : significatif à 5%, 1% et 0,1% respectivement.

E_RES = erreur résiduelle ; CV = coefficient de variation ; DDL = degré de liberté ; CURV = curvulariose ; HELM = helminthosporiose ; MAT = maturité; RDT = rendement.

2.6.1.4. Hybrides inter variétaux créés à l'INERA en 2010

Des différences très hautement significatives existent entre les hybrides inter variétaux créés à l'INERA en 2010, pour le caractère lié au cycle (MAT) et le rendement. Quant aux maladies (CURV et HELM), il n'existe aucune différence significative entre le matériel évalué. Le tableau XIV indique le bilan de l'analyse de Variances.

Tableau XIV : Résultats de l'analyse de variances des hybrides inter variétaux

Sources de variation	DDL	CURV	HELM	MAT	RDT
Hybrides	15	1,62 ns	0,80 ns	6,52 ***	8,87 ***
Répétitions	2	3,68 *	1,00 ns	2,73 ns	17,24 ***
E_RES	30	0,60	0,29	2,81	0,66
Moyenne	.	1,50	1,08	90,04	6,43
CV (%)	.	39,83	26,65	3,12	10,23

ns = non significatif *, *** : significatif à 5% et 0,1% respectivement.

E_RES = erreur résiduelle ; CV = coefficient de variation ; DDL = degré de liberté ; CURV = curvulariose ; HELM = helminthosporiose ; MAT = maturité; RDT = rendement.

2.6.1.5. Hybrides simples créés à l'INERA en 2010

L'analyse de variance ne nous a pas permis de constater des différences statistiques significatives entre les hybrides simples créés en 2010 à partir des lignées de la variété Espoir. Les résultats de l'analyse de variances réalisée sur les hybrides simples de Espoir sont indiqués dans le tableau XV.

Tableau XV : Résultats de l'analyse de variances des hybrides simples de Espoir

Sources de variation	DDL	CURV	HELM	MAT	RDT
Hybrides	48	1,01 ns	1,47 ns	0,77 ns	1,43 ns
Répétitions	2	8,80 ***	0,60 ns	0,72 ns	15,28 ***
E_RES	96	0,59	0,19	2,47	0,73
Moyenne	.	1,57	1,04	93,76	3,96
CV (%)	.	37,61	17,79	2,64	18,43

ns = non significatif ; *** : significatif à 0,1%.

E_RES = erreur résiduelle ; CV = coefficient de variation ; DDL = degré de liberté ; CURV = curvulariose ; HELM = helminthosporiose ; MAT = maturité; RDT = rendement.

2.6.1.6. Hybrides simples créés à l'INERA en 2011

Des différences très hautement significatives sont observées entre les hybrides simples créés par l'INERA en 2011 à partir des lignées introduites de l'INRA et des lignées de la variété FBC6. Ces différences ont été constatées au niveau des variables MAT et PE. Par contre l'analyse de variances n'indique aucune différence significative entre les hybrides évalués pour les caractères liés aux maladies (curvulariose et l'helminthosporiose). Le tableau XVI synthétise les résultats de l'analyse de variances effectuée sur les hybrides simples créés en 2011.

Tableau XVI : Résultats de l'analyse de variances des hybrides simples créés en 2011

Sources de variation	DDL	CURV	HELM	MAT	PE
Hybrides	52	1,00 ns	1,00 ns	2,19 ***	2,53 ***
Répétitions	2	1,00 ns	3,12 *	6,45 **	1,58 ns
E_RES	104	0,079	0,135	2,093	0,858
Moyenne	.	1,006	1,019	101,270	4,435
CV (%)	.	7,88	13,22	2,07	19,34

ns = non significatif *, **, *** : significatif à 5%, 1% et 0,1% respectivement.

E_RES = erreur résiduelle ; CV = coefficient de variation ; DDL = degré de liberté ; CURV = curvulariose ; HELM = helminthosporiose ; MAT = maturité; PE = poids épis.

2.6.2. Sélection d'hybrides performants

La comparaison des moyennes au moyen du test de DUNNETT (au seuil de 5%) a été utilisée pour choisir les hybrides les plus performants.

La résistance aux maladies et le potentiel de productivité sont mis en avant pour l'identification d'hybrides performants. Les matériels retenus dans cette étude sont ceux dépassant le témoin de 25% par rapport au potentiel de rendement.

Le regroupement des maladies, déterminé par DABIRE en 2000 et la classification variétale proposée par SANOU en 2009 pour les cycles de précocité sont utilisés comme référence, lorsque le comportement des témoins n'était pas encore connu par rapport à une variable donnée.

Tous les témoins inscrits dans l'expérimentation n'ont pas été utilisés pour les comparaisons. Le choix a été fonction des objectifs spécifiques poursuivis à travers notre étude. Le tableau **XVII** résume les résultats des analyses de variances réalisées sur les différents groupes hybrides.

Tableau XVII : Synthèse des résultats des analyses de variances réalisées sur les différents groupes d'hybrides

Sources de variation	Variables			
	CURV	HELM	MAT	RDT
Hybrides blancs (CIMMYT)	0,97 ns	2,60 ***	3,04 ***	1,14 ns
Hybrides jaunes (CIMMYT)	1,00 ns	0,81 ns	1,12 ns	1,40 ns
Hybrides (IITA+INERA) à FB	2,01 ns	3,45 *	2,68 *	1,12 ns
Hybrides (IITA+INERA) à VK	0,93 ns	1,49 ns	3,45 *	9,22 ***
Hybrides inter variétaux (INERA en 2010)	1,62 ns	0,80 ns	6,52 ***	8,87 ***

ns = non significatif *, **, *** : significatif à 5%, 1% et 0,1% respectivement.

2.6.2.1. Hybrides jaunes du CIMMYT

Selon les résultats de l'analyse de variances il n'y a pas de différences statistiques significatives entre les hybrides jaunes introduits du CIMMYT par rapport aux variables retenues pour cette sélection (confère tableau **XVII**). Les treize (13)

hybrides jaunes, sont donc identiques entre eux. Ils sont également identiques aux témoins (Espoir et Wari).

En somme, pour les caractères liés à la maturité, les hybrides jaunes du CIMMYT ont un cycle de précocité variant de précoce à intermédiaire. Ils sont résistants aux maladies (curvulariose et helminthosporiose). L'ensemble des hybrides testés ont un potentiel de rendement d'au moins 6,4 t/ha.

2.6.2.2. Hybrides blancs du CIMMYT

La comparaison des moyennes, réalisée au moyen du test de DUNNETT (au seuil de 5%), fait ressortir que tous les hybrides blancs du CIMMYT ont un comportement identique à celui de Barka pour la maturité et l'helminthosporiose.

La variété Barka étant reconnue pour sa résistance à l'helminthosporiose, ces hybrides pourraient avoir une bonne expression par rapport à cette maladie.

Concernant le cycle les hybrides blancs du CIMMYT sont extra-précoce comme la variété Barka.

L'analyse de variances n'ayant pas montré de différences significatives entre le matériel végétal utilisé pour les caractères liés à la curvulariose et au rendement, les hybrides testés et les témoins sont donc statistiquement identiques. Les hybrides blancs du CIMMYT ont donc le même potentiel de rendement que Obatanpa et Barka, compris entre 4,8-5,5 t/ha. Pour les variables liées aux maladies, ils ont un comportement identique au témoin.

Le tableau **XVIII** indique les résultats de comparaison réalisée entre les hybrides blancs du CIMMYT.

Tableau XVIII : Comparaison des moyennes des hybrides blancs du CIMMYT à Obatanpa

Variables	Barka (entrée 40)					
	Supérieure		Identique		Inferieure	
	Entrées	Taux (%)	Entrées	Taux (%)	Entrées	Taux (%)
MAT	*	0	Tous les hybrides testés	100	*	0
HELM	*	0	Tous les hybrides testés	100	*	0

*= aucune entrée ; MAT = maturité ; HELM = helminthosporiose

2.6.2.3. Hybrides de l'IITA et de l'INERA

Pour le caractère lié au cycle, la comparaison des moyennes indique que tous les hybrides testés ont un comportement identique à Espoir.

La variété Espoir ayant un cycle intermédiaire, donc l'ensemble des hybrides évalués ont un cycle intermédiaire.

Quant au comportement de ce matériel vis-à-vis de l'helminthosporiose, la comparaison réalisée n'indique aucun regroupement. La différence révélée par l'analyse de variances n'est pas identifiée par le test de DUNNET au seuil de 5%, les hybrides testés sont donc résistants à l'helminthosporiose.

Concernant le rendement, la comparaison indique deux groupes : le premier constitué des hybrides portant les entrées 1, 3, 4, 5, 6 et 7. Il s'agit respectivement des hybrides M0826-1, M0826-7, M0826-11, Tzi35 Plata*Tzi18, Tzi18*Wari et Tzi18*Espoir. Ce matériel est identique à Bondofa. Le deuxième lot est formé de l'hybride portant l'entrée 2, qui correspond à l'hybride M0826-3. Ce dernier a un potentiel de rendement plus faible que celui de Bondofa.

La variété hybride Bondofa, est reconnue pour sa forte productivité. Par conséquent, tout matériel ayant le même comportement peut rentrer dans le cadre d'une agriculture intensive. Dans la présente étude l'hybride M0826-1 est donc retenu pour son bon potentiel de rendement. Cet hybride peut être bien utilisé en agriculture intensive permettant une justification des investissements et une rentabilité économique pour les producteurs. Il présente un potentiel de rendement 10,65 t/ha.

Les tableaux **XIX** et **XX** présentent le regroupement des hybrides introduits de l'IITA et de l'INERA, implantés respectivement à Farako-Bâ et à Vallée du Kou.

Tableau XIX : Comparaison des moyennes des hybrides de l'IITA à Farako-Bâ

Variables	Espoir (entrée 9)					
	Supérieure		Identique		Inferieure	
	Entrées	Taux (%)	Entrées	Taux (%)	Entrées	Taux (%)
MAT	*	0	Tous les hybrides testés	100	*	0

*= aucune entrée ; MAT = maturité

Tableau XX : Comparaison des moyennes des hybrides de l'IITA à la Vallée du Kou

Variables	Bondofa (entrée 10)					
	Supérieure		Identique		Inferieure	
	Entrées	Taux (%)	Entrées	Taux (%)	Entrées	Taux (%)
RDT	*	0	1, 3, 4, 5, 6, 7	85,71	2	14,29

*= aucune entrée ; RDT = rendement

2.6.2.4. Hybrides inter variétaux créés à l'INERA en 2010

Les résultats de notre étude comparative indiquent l'existence de deux (2) groupes de précocité au sein des hybrides. La maturité des plantes à 50% nous a permis de réaliser cette comparaison. Le premier groupe (71,43%) est constitué d'hybrides ayant un comportement identique à Bondofa, c'est à dire qu'ils ont un cycle intermédiaire. Il s'agit là des hybrides codés par les entrées 2, 3, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13 et 16. Le deuxième groupe (28,57%) se caractérise par un cycle plus tardif que Bondofa. Il s'agit des entrées 1, 4, 14, et 15.

Pour le caractère lié à la productivité 64,29% d'hybrides testés sont identiques à Bondofa. Ils sont formés des entrées 1, 2, 3, 6, 8, 10, 11, 13, 14 et 16. Le lot constitué par les hybrides portant les entrées 4, 7, 9, 12 et 15, présentent un faible potentiel de rendement par rapport à Bondofa.

Les plus performants sont les entrées 6 et 8, ils ont un cycle intermédiaire comme Bondofa. Aucun d'entre eux n'est sélectionné car ne remplissant pas les conditions de sélection prédefinies

Le tableau **XXI** résume les résultats de la comparaison des moyennes effectuées sur les hybrides créés à l'INERA en 2010

Tableau XXI : Comparaison des moyennes des hybrides inter variétaux de l'INERA

Variables	Bondofa (entrée 5)						
	Supérieure		Identique			Inferieure	
	Entrées	Taux (%)	Entrées		Taux (%)	Entrées	Taux (%)
MAT	*	0	2, 3, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16		71,43	1 4 14 15	28,57
RDT	*	0	1, 2, 3, 6, 8, 10, 11, 13, 14, 16		64,29	4 7 9 12 15	35,71

*= aucune entrée ; MAT = maturité ; RDT = rendement

2.6.2.5. Hybrides simples créés à partir de Espoir en 2010

L'analyse de variances n'indique pas de différences significatives entre l'ensemble du matériel d'étude (les hybrides testés et les témoins). Cela montre qu'ils sont identiques et il est donc impossible d'effectuer une sélection intra hybrides.

Un cycle de précocité intermédiaire, une résistance à l'helminthosporiose et un rendement moyen de 6,5 t/ha, sont les caractéristiques déterminées au sujet des hybrides simples créés en 2010 à partir des lignées de la variété Espoir en croisement avec les lignées Tzi35 Plata et Tzi18.

2.6.2.6. Hybrides simples créés en 2011 à l'INERA

La comparaison des moyennes réalisée au moyen du test de DUNNETT (au seuil de 5%), indique que pour le caractère lié au cycle (MAT), tous les hybrides simples créés à l'INERA en 2011 à partir des lignées exotiques et des lignées de FBC6 sont identiques entre eux.

Quant au potentiel de rendement, on distingue deux groupes distincts. Le premier groupe (96,08%) formé des entrées 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50 et 51, sont identiques à Bondofa. Le deuxième groupe présentant seulement 3,92% des hybrides testés se distinguent par leur plus faible potentiel de rendement. Il est constitué des entrées 5 et 34.

Le tableau **XXII** indique les informations de la comparaison des moyennes sur les hybrides simples créés en 2011 à l'INERA. Les meilleurs hybrides correspondent aux entrées, 1, 3, 4, 6, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 20, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 31, 32, 33, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 43, 44, 45, 51. Ils pourraient être la cible d'une future vulgarisation, après d'autres tests d'évaluation.

Tableau XXII : Comparaison des moyennes des hybrides simples créés en 2011 à l'INERA

Variables	Bondofa (entrée 52)					
	Supérieure		Identique		Inferieure	
	Entrées	Taux (%)	Entrées	Taux (%)	Entrées	Taux (%)
MAT	*	0	Tous les hybrides	100	*	0
PE	*	0	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51	96,08	5 34	3,92

*= aucune entrée ; MAT = maturité ; PE = poids épis

2.6.3. Synthèse des travaux d'évaluation des hybrides

De l'ensemble des hybrides testés, seulement trente deux (32) d'entre eux se sont distingués par leur potentiel de rendement élevé et présentant une résistance aux maladies (curvulariose et helminthosporiose).

2.6.4. Choix des paysans sur les hybrides

Afin de s'assurer que les hybrides performants sélectionnés par la méthode conventionnelle seront utilisées par les producteurs, une sélection participative a été réalisée. En effet, deux visites d'évaluation ont été organisées avec les paysans respectivement, au stade de montaison et de maturation. Le but était de recueillir les avis des utilisateurs sur les caractères végétatifs et la productivité du matériel testé. Le matériel végétal soumis à cette étude est constitué des sept (7) hybrides introduits de l'IITA et existants à l'INERA, quatorze (14) hybrides inter variétaux de l'INERA et les quarante sept (47) hybrides simples créés en 2010 à l'INERA. Il s'agit des mêmes essais qui ont subit une évaluation des caractéristiques agro morphologiques. Pour les hybrides de l'IITA et ceux existants à l'INERA, l'évaluation participative a été effectuée sur l'implantation de la Vallée du Kou.

2.6.5. Résultats de l'évaluation participative

Les deux visites commentées ont été réalisées respectivement le 15 octobre 2010 et le 17 décembre 2010. Pendant la première visite dix sept (17) producteurs étaient présents. Quant à la deuxième visite nous avons noté la présence de (dix 10) producteurs. Le nombre de participants à la deuxième visite a baissé parce que ce passage avait coïncidé avec les activités de récoltes de riz.

Le tableau **XXIII** résume les avis des utilisateurs sur les hybrides du CIMMYT, les hybrides de Espoir et les hybrides de FBC6.

La note définitive attribuée à une entrée est obtenue de façon majoritaire.

Tableau XXIII : Appréciation des hybrides par les paysans

Essais	Montaison			Maturité		
	Note1	Note2	Note3	Note1	Note2	Note3
hybrides de l'IITA et de l'INERA	1, 2, 3, 4, 5	6, 7	*	5	1, 2, 3, 4, 6, 7	*
hybrides inter variétaux de l'INERA/2010	1, 2, 6, 8, 10, 11, 13, 14, 16	3, 9, 12	4, 15	4, 6, 9, 10, 12, 13,	2, 3, 8, 11, 14, 15, 16	1
hybrides simples de l'INERA/2010	2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 24, 26, 28, 32, 33, 35, 36, 38, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49	1, 4, 14, 21, 25, 27, 30, 31, 34, 37, 41	12, 15, 23, 29	1, 5, 6, 12, 14, 15, 16, 23, 29, 34, 43	1, 3, 4, 7, 9, 10, 11, 13, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 28, 30, 32, 33, 35, 36, 37, 41, 42, 44, 46, 47, 48, 49	8, 27, 31, 38, 45

*= aucune entrée

Les hybrides présentant la même note 1 pendant les deux phases ont été retenus.

A la suite des deux (2) évaluations il ressort que dans les hybrides introduits de l'IITA et ceux de l'INERA, c'est l'hybride portant l'entrée 5 (Tzi35 Plata*Tzi18) qui a été sélectionné par les paysans. Dans les hybrides inter variétaux les entrées 6, 10, et 13 ont fait l'objet du choix des producteurs.

Quant aux hybrides simples créés à l'INERA en 2010, ce sont les entrées 5, 6, 16 et 43 qui ont été identifiés par les paysans.

2.6.6. Conclusion partielle

L'expérimentation portée sur des matériels exotiques (les hybrides du CIMMYT et de l'IITA) et des créations de la recherche nationale, a permis d'identifier des variétés hybrides performantes. Cette sélection est le résultat de l'évaluation des

caractéristiques agro morphologiques, notamment la maturité à 50%, les maladies et le rendement.

Les essais sur lesquels la sélection participative a été réalisée, on se rend compte qu'il ya dans la majorité des cas une concordance entre les résultats indiqués par les analyses statistiques et ceux du choix des producteurs. Cette situation se justifie par le fait que le matériel testé était constitué des hybrides, présentant en général une bonne expression.

La recherche de variétés hybrides de maïs à partir des introductions et l'évaluation du matériel local pour l'intensification est une étape très importante dans l'amélioration de la grille variétale des hybrides vulgarisés au Burkina. Le matériel exotique introduit permet d'élargir la variabilité génétique du maïs au Burkina. Les travaux réalisés par le laboratoire de biotechnologie, de génétique et de gestion de ressources génétiques technologies/semences, ont permis de mettre au point un nombre important de variétés hybrides. Ces variétés hybrides sont confirmées pour leur performance élevée en rendement et ayant un bon comportement vis-à-vis des maladies courantes du maïs au Burkina.

III. Création d'hybrides pour l'intensification

3.1. Justification

La culture des hybrides ne semble, à court terme, être envisageable qu'en agriculture intensive maîtrisant l'ensemble des facteurs de production, notamment l'alimentation hydrique et minérale. La création d'hybrides possédant une résistance aux maladies et la capacité de supporter des conditions environnementales difficiles permettraient d'accroître considérablement les rendements dans les pays en développement.

L'expérimentation ici conduite vise à créer des hybrides performants de maïs en vue d'une intensification de la culture du maïs. Dans la mesure des besoins, des lignées exotiques ont été introduites de l'INRA en plus de celles existantes au niveau national. Les lignées extraites de la variété FBC6 feront l'objet des croisements d'hybridation.

3.2. Objectifs

L'objectif global de ce travail est de créer des hybrides performants afin d'améliorer la productivité du maïs et de contribuer à la sécurité alimentaire au Burkina Faso.

De manière spécifique il s'agit de créer des top crosses.

3.3. Matériel végétal

Le matériel végétal est constitué d'une part de seize géniteurs femelles pour les lignées exotiques et d'autre part de soixante six géniteurs femelles pour les lignées de FBC6. Deux testeurs communs (Tzi35 Plata et de EV84 44 SR) ont été utilisés pour réaliser les hybridations.

Les lignées jaunes seront croisées avec la lignée jaune Tzi35 Plata, par contre les lignées blanches seront croisées avec la variété blanche EV 84 44 SR.

L'annexe 3 indique les listes de lignées utilisées dans ces croisements.

3.4. Méthodologie

3.4.1. Dispositif expérimental

La méthode utilisée pour créer les hybrides simples était celle des tops cross.

Une parcelle de croisement formée de trois bandes a été utilisée comme dispositif expérimental.

Pour faciliter les opérations de croisement et réduire les risques de pollutions polliniques, les testeurs ont été implantés au milieu de deux bandes portant les géniteurs femelles.

Le semis est effectué à deux (2) grains par poquet à un écartement de 0,80m*0,40m.

Le cycle du matériel végétal utilisé n'étant pas parfaitement maîtrisé, le semis des testeurs a été réalisé de façon décalée pour permettre une synchronisation des floraisons : Chaque testeur a été semé sur dix (10) lignes, dont les 5 premières semées le même jour que les géniteurs femelles (J0) et les 5 autres lignes implantées sept (7) jas des géniteurs femelles. Le tableau XXX synthétise l'ensemble des activités d'entretien des plantes.

3.4.2. Opérations de croisement

Afin d'éviter toute pollution pollinique, une protection des épis a été prévue avec des sachets de papier kraft avant l'apparition des soies.

Cinq (5) fécondations croisées ont été effectuées par entrée. A la récolte les entrées ont été récoltées individuellement et codifiées selon la généalogie maternelle, suivie d'un égrenage épi par épi.

3.4.3. Critères de choix

A la récolte les épis ont été choisis en se basant sur le nombre de grains par épi, l'état sanitaire des épis, la redondance des épis et la pureté spécifique des épis.

Pour le premier critère par exemple, tous les épis ayant moins de cinquante (50) grains n'ont pas été sélectionnés pour la suite des travaux. Ensuite les épis pourris, les épis malades et les épis qui se ressemblaient ont été éliminés. Les épis qui portaient des grains de forme ou de couleur différente n'ont pas été sélectionnés également pour la suite de l'étude.

3.5. Résultats

Un apport d'eau complémentaire a été nécessaire pour permettre aux plantes de boucler leur cycle. Malgré les conditions climatiques optimales enregistrées sur le site d'expérimentation, les plantes ont subit un déficit hydrique terminal.

Sur les seize (16) familles d'hybrides simples prévus dans le cas des lignées de l'INRA, six (6) familles d'hybrides jaunes ont pu donner des résultats satisfaisants, soit un taux de succès de 37,5%.

Quant aux lignées de FBC6 nous avons pu obtenir un total de soixante un (61) hybrides satisfaisants sur les trois cent trente (330) hybrides qui étaient attendus, ce qui donne un taux de succès de 18,48%. Parmi ces hybrides on distingue : 11 hybrides blancs, 47 hybrides homogènes jaunes et 3 hétérozygotes jaunes-or sur les 66 qui étaient attendus pour la suite de notre étude. Ces résultats sont consignés dans le tableau **XXIV**.

Les faibles taux de succès 18,48% et 43,75% dans la création des hybrides s'expliqueraient par la non synchronisation des cycles entre les testeurs et les géniteurs femelles. Cela a provoqué une indisponibilité du pollen pendant les hybridations. Des problèmes d'adaptation des lignées exotiques ont été également notés.

Tableau XXIV : Liste des croisements satisfaisants

N°	Généalogie	N°	Généalogie	N°	Généalogie
1	EV 84 44 SR*ELN40-2-7-1	24	Tzi35 Plata*ELN40-7-9-5	47	Tzi35 Plata*ELN45-1-4-4
2	EV 84 44 SR*ELN41-1-1-1	25	Tzi35 Plata*ELN40-8-2-1	48	Tzi35 Plata*ELN45-1-6-1
3	EV 84 44 SR*ELN41-1-1-2	26	Tzi35 Plata*ELN40-8-2-2	49	Tzi35 Plata*ELN45-1-6-2
4	EV 84 44 SR*ELN41-1-1-3	27	Tzi35 Plata*ELN40-8-2-3	50	Tzi35 Plata*ELN45-1-6-3
5	EV 84 44 SR*ELN41-1-1-4	28	Tzi35 Plata*ELN40-8-3-1	51	Tzi35 Plata*ELN45-3-7-1
6	EV 84 44 SR*ELN41-2-7-2	29	Tzi35 Plata*ELN40-8-3-3	52	Tzi35 Plata*ELN45-3-7-2
7	EV 84 44 SR*ELN41-2-7-3	30	Tzi35 Plata*ELN40-9-4-1	53	Tzi35 Plata*ELN45-3-7-3
8	EV 84 44 SR*ELN42-4-4-4	31	Tzi35 Plata*ELN40-9-8-1	54	Tzi35 Plata*ELN46-2-12-2
9	EV 84 44 SR*ELN42-4-4-5	32	Tzi35 Plata*ELN43-1-25-1	55	Tzi35 Plata*ELN46-2-4-1
10	EV 84 44 SR*ELN43-1-7-1	33	Tzi35 Plata*ELN43-4-5-1	56	Tzi35 Plata*ELN46-4-16-1
11	EV 84 44 SR*ELN48-3-9-2	34	Tzi35 Plata*ELN43-4-5-2	57	Tzi35 Plata*ELN46-4-17-1
12	Tzi35 Plata*H99	35	Tzi35 Plata*ELN43-4-5-2	58	Tzi35 Plata*ELN46-4-17-2
13	Tzi35 Plata*Mo17	36	Tzi35 Plata*ELN43-4-5-3	59	Tzi35 Plata*ELN46-4-17-4
14	Tzi35 Plata*OH43	37	Tzi35 Plata*ELN43-5-7-1	60	Tzi35 Plata*ELN46-4-17-5
15	Tzi35 Plata*B73	38	Tzi35 Plata*ELN43-5-7-1	61	Tzi35 Plata*ELN46-4-17-6
16	Tzi35 Plata*C103	39	Tzi35 Plata*ELN43-5-7-2	62	Tzi35 Plata*ELN46-4-17-7
17	Tzi35 Plata*DE811	40	Tzi35 Plata*ELN43-5-7-4	63	Tzi35 Plata*ELN46-4-7-1
18	Tzi35 Plata*ELN39-3-8-5	41	Tzi35 Plata*ELN44-4-11-1	64	Tzi35 Plata*ELN47-1-3-2
19	Tzi35 Plata*ELN40-2-21-1	42	Tzi35 Plata*ELN44-5-12-1	65	Tzi35 Plata*ELN41-1-1-5
20	Tzi35 Plata*ELN40-2-21-2	43	Tzi35 Plata*ELN44-5-13-5	66	Tzi35 Plata*ELN42-4-4-1
21	Tzi35 Plata*ELN40-2-21-3	44	Tzi35 Plata*ELN45-1-1-1	67	Tzi35 Plata*ELN42-4-4-2
22	Tzi35 Plata*ELN40-2-21-4	45	Tzi35 Plata*ELN45-1-4-1		
23	Tzi35 Plata*ELN40-2-21-5	46	Tzi35 Plata*ELN45-1-4-3		

3.6. Conclusion partielle

Les résultats acquis nous ont permis de créer soixante sept (67) hybrides. Ceux-ci viennent renforcer le porte feuille variétale pour l'expérimentation au Burkina Faso.

L'existence de ce matériel permet d'envisager la création d'hybrides trois voies et des hybrides doubles, après une sélection des plus performants. La création d'autres matériels plus complexes (hybrides trois voies, hybrides doubles etc.) avec ces hybrides simples obtenus sera plus intéressante avec l'utilisation de testeurs ayant une base génétique différente de ceux-ci.

IV. Identification de lignées performantes pour la création d'hybrides

4.1. Introduction

La création de variétés très performantes, notamment les hybrides passe nécessairement par la disponibilité de lignées intéressantes. Pour ce faire, en plus du matériel local, des lignées ont été introduites du CIMMYT dans le but d'une sélection des meilleures.

4.2. Objectifs de l'étude

4.2.1. Objectif global de l'étude

L'objectif global de cette expérimentation est d'évaluer dans les conditions agro-pédo-climatique de la station de Recherche de l'INERA/Farako-Bâ, les lignées jaunes et blanches du CIMMYT et des lignées créées à l'INERA.

4.2.2. Objectifs spécifiques de l'étude

Trois objectifs spécifiques sont poursuivis dans notre expérimentation :

- Déterminer le cycle de ces lignées ;
- Evaluer leur comportement aux maladies courantes du maïs, notamment la curvulariose et l'helminthosporiose ;
- Evaluer le potentiel de rendement de ces lignées afin de retenir les plus productives.

4.3. Matériel végétal

Le tableau XXV indique le matériel végétal utilisé dans nos expériences.

Tableau XXV : Matériel végétal de l'étude

Témoins	Matériels à évaluer
Tzi35 Plata	31 lignées du CIMMYT
	37 lignées S2 de l'INERA

L'annexe 4 illustre les listes des lignées utilisées dans nos essais.

La lignée Tzi35 Plata, lignée fixée, sert d'étalon dans l'appréciation du comportement des lignées en évaluation. Elle a été introduite de l'IITA.

4.4. Méthodologie

4.4.1. Dispositif expérimental

L'expérimentation a porté sur un dispositif expérimental en bloc Fisher complètement randomisé à 2 répétitions pour les lignées du CIMMYT et à trois répétitions pour les lignées S2 de FBC6. La parcelle d'étude dans chaque répétition est constituée d'une ligne de 5m. Le semis est préconisé à 2 grains par poquet sans démarriage. L'écartement de semis est de 0,80m*0,40m. Les opérations d'entretien ont été réalisées à la demande. La fertilisation adoptée est celle préconisée par la recherche :

200kg/ha du NPK (14-23-14) du semis au 15ème jas ;

100kg/ha d'Urée (46%) du semis au 30ème jas ;

50kg/ha d'Urée (46%) du semis au 45ème jas.

4.4.2. Variables mesurées

Elles concernent toutes les variables courantes observées dans les expérimentations du maïs. En fonction des objectifs spécifiques de l'étude, les variables liées à la maturité, aux maladies (la curvulariose et l'helminthosporiose) et au rendement, ont fait l'objet de cette étude.

4.4.3. Conditions d'étude

Les entrées 10 et 15, correspondant respectivement aux génotypes CLQ-S89YQ04 et CLQ-S89YQ06 précédemment annoncés dans la liste des lignées jaunes ont été supprimés de l'expérimentation pour des problèmes de levée. Il en est de même pour les entrées 1 et 15 des lignées blanches du CIMMYT. Il s'agit respectivement des génotypes CLG2312 et CLSPLW04.

Une irrigation gravitaire à l'ETM a été réalisée à tous les essais. Cet apport complémentaire d'eau a été fait pendant que les plantes étaient en montaison pour ce qui concerne l'implantation de Farako-Bâ. Tandis qu'elle a été effectuée en fin de cycle sur l'expérimentation conduite à la Vallée du Kou. Les opérations d'entretien des cultures sont indiquées dans le tableau **XXVI**.

Tableau XXVI : Dates des opérations culturelles observées sur les lignées

Activités culturelles	Essais		
	Lignées jaunes du CIMMYT	Lignées blanches du CIMMYT	Lignées S2 de FBC6
Semis	13-7-2010	13-7-2010	17/09/2010
Sarclage1 + NPK	28/07/2010	28/07/2010	29/09/2010
Sarclage2 + Urée1	12-8-2010	12-8-2010	14/10/2010
Buttage + Urée2	26-8-2010	26-8-2010	30/10/2010
Récolte	5-11-2010	5-11-2010	14/12/2010

4.4.4. Analyses statistiques

Une analyse de variances a été réalisée sur les caractères mesurés que sur ceux calculés.

Lorsque des différences significatives sont notées entre les lignées, deux tests de comparaison des moyennes sont effectués :

- le test de DUNNETT (au seuil de 5%) sur les lignées du CIMMYT ;
- le test de Student-Newman-Keuls (SNK) sur les lignées S2 de la variété FBC6.

Les analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel SAS (version 9.2).

4.5. Résultats

4.5.1. Analyses de variances

Comme dans l'étude antérieure sur l'identification des hybrides performants, des effets statistiques significatifs sont notés dans tous les essais au niveau du facteur répétition.

4.5.1.1. Lignées jaunes du CIMMYT

Les résultats de l'analyse montrent que des différences très hautement significatives existent entre les lignées jaunes pour les variables liées aux maladies (la curvulariose et l'helminthosporiose). Pour le cycle, aucune différence significative n'a été notée entre les génotypes. Le tableau **XXVII** indique les résultats de l'analyse de variances effectuée sur les lignées jaunes du CIMMYT.

Tableau XXVII : Résultats de l'analyse de variances sur les lignées jaunes du CIMMYT

Sources de variation	DDL	CURV	HELM	MAT	PE
Lignées	12	9,34 ***	7,36 ***	2,68 ns	-
Répétitions	1	0,32 ns	1,16 ns	1,37 ns	-
E_RES	12	0,35	0,365	1,85	0,00
Moyenne	.	2,12	2,00	98,27	1,43
CV (%)	.	16,50	18,24	1,88	

ns = non significatif ; *** : significatif à 0,1%.

E_RES = erreur résiduelle ; CV = coefficient de variation ; DDL = degré de liberté ; CURV = curvulariose ; HELM = helminthosporiose ; MAT = maturité ; PE = poids épis.

4.5.1.2. Lignées blanches du CIMMYT

Les résultats de l'analyse de variances (tableau XXVIII) indiquent des différences très hautement significatives entre les lignées blanches pour la MAT, tandis que des différences hautement significatives sont observées pour l'HELM. L'existence de différences significatives est révélée également entre les lignées pour le caractère PE.

Tableau XXVIII : Résultats de l'analyse de variances sur les lignées blanches du CIMMYT

Sources de variation	DDL	CURV	HELM	MAT	PE
Lignées	14	2,16 ns	5,68 **	13,97 ***	2,56 *
Répétitions	1	4,85 *	1,75 ns	6,13 *	7,46 *
E_RES	14	0,37	0,35	1,62	0,19
MOY	-	1,62	1,78	101,93	0,44
CV (%)	-	23,09	19,35	1,59	44,25

ns = non significatif *, **, *** : significatif à 5%, 1% et 0,1% respectivement.

E_RES = erreur résiduelle ; CV = coefficient de variation ; DDL = degré de liberté ; CURV = curvulariose ; HELM = helminthosporiose ; MAT = maturité ; PE = poids épis.

4.5.1.3. Lignées S2 de FBC6

Des différences très hautement significatives sont également observées entre les génotypes pour la variable HELM.

Au vue des résultats de l'analyse de variances, il n'existe aucune différence significative entre les lignées S2 de FBC6 pour les variables CURV, MAT et PE. Le

tableau **XXIX** indique les résultats de l'analyse de variances effectuée sur les lignées S2 de FBC6.

Tableau XXIX : Résultats de l'analyse de variances sur les lignées S2 de FBC6

Sources de variation	DDL	CURV	HELM	MAT	PE
Lignées	36	0,84 ns	3,17 ***	1,04 ns	0,88 ns
Répétitions	2	2,77 ns	0,17 ns	4,33 *	0,40 ns
E_RES	72	0,84	0,70	2,60	0,36
Moyenne	-	2,23	1,81	119,77	0,60
CV (%)	-	37,58	38,60	2,17	60,38

ns = non significatif *, *** : significatif à 5% et 0,1% respectivement.

E_RES = erreur résiduelle ; CV = coefficient de variation ; DDL = degré de liberté ; CURV = curvulariose ; HELM = helminthosporiose ; MAT = maturité ; PE = poids épis.

Les données moyennes acquises sur les lignées en étude sont indiqués dans les tableaux **XXX** à **XXXII**

Tableau XXX : Données moyennes acquises sur les lignées jaunes du CIMMYT

Entrée	GENO	HELM	CURV	MAT	PE
1	CL02450Q	2,5	3,25	96	1219,2
2	CLQG2508	1,75	2,75	96	1430,4
3	CLQRCYQ40	1,75	1,75	96	1056
4	CLQRCY44	1,75	3,75	99	1824
5	CLQ-RCYQ49	1,25	1,5	100,5	1608
6	CLQRCYQ59	1,5	1,5	102	1209,6
7	CLQRCYQ60	1,5	1,25	100	1843,2
8	CLQ-RCYQ62	2	2	99	1363,2
9	CLQRCYQ67	19,5	13,5	99	1171,2
12	CML451Q	2	1,5	96	1368
13	CML161	3	1,75	96	1776
14	CML165	1,5	2,5	97,5	1315,2

Tableau XXXI : Données moyennes acquises sur les lignées blanches du CIMMYT

Entrée	GENO	HELM	CURV	MAT	PE
2	CLRCW100	2	2,5	101,5	255,5
3	CLRCW105	1,25	1,25	98	587
4	CLRCW40	2,5	1,25	98,5	597,5
5	CML500	1,75	1,75	103,5	629,5
6	CLRCW43	2,75	2	99	328,5
7	CML498	1,5	2,5	105	553
8	CLRCW72	1	1,25	103,5	580
9	CLRCW85	1,75	1,75	63	186
10	CLRCW87	1	1,25	100,5	838
11	CLRCW89	2	2	105	51
12	CLRCW95	1,5	1,25	95	192,5
13	CLRCW96	1,5	1,25	104	543
14	CLRCW97	1,25	1,75	105	256
16	CML494	2,75	1,5	95	658,5
17	CML495	2,25	1,5	109,5	453,5

Tableau XXXII : Données moyennes acquises sur les lignées S2 de FBC6

Entrées	GENO	CURV	HELM	MAT	PE	Entrées	GENO	CURV	HELM	MAT	PE
1	ELN 40-2-21-5	2,67	1	120	593,33	20	ELN 43-4-5-1	2,67	2,67	120,33	626,67
2	ELN 40-2-21-3	1,67	1,33	119,67	603,33	21	ELN 45-1-6-3	1,67	2	118,67	546,67
3	ELN 40-2-21-1	3	1,33	118,67	523,33	22	ELN 43-5-7-4	2,33	2,33	117,33	713,33
4	ELN 40-2-21-2	1,67	1	119,67	603,33	23	ELN 41-1-1-5	2,33	2	118,67	483,33
5	ELN 40-2-21-4	2,33	1,33	120,33	626,67	24	ELN 43-5-7-1	2,33	1	121,33	613,33
6	ELN 43-1-7-1	2,33	3	119,67	266,67	25	ELN 46-4-17-7	2,33	2	117,33	853,33
7	ELN 41-2-7-1	1,67	1	83	743,33	26	ELN 45-3-7-3	1,67	1,67	121,33	280
8	ELN 39-3-8-5	2	2	120,67	693,33	27	ELN 45-1-6-2	3	1,67	118,67	506,67
9	ELN 41-2-7-3	2	1,33	120,33	1290	28	ELN 45-1-1-2	2	1,67	121,33	673,33
10	ELN 41-2-7-2	2	1	123,33	1100	29	ELN 45-1-6-1	2,67	1,33	121,33	520
11	ELN 43-4-5-3	2	3	120,33	503,33	30	ELN 45-1-1-1	2,33	1	120,33	526,67
12	ELN 43-4-5-2	2	3	118,67	573,33	31	ELN 46-4-17-2	3	2,67	118	540
13	ELN 42-4-4-2	2	1,67	117,33	813,33	32	ELN 41-1-1-3	3	1,67	119	693,33
14	ELN 46-4-16-1	2	2,33	118,67	526,67	33	ELN 46-4-17-1	2,67	1	121,33	426,67
15	ELN 40-9-8-1	2,67	2,33	118	813,33	34	ELN 41-1-1-4	2	1,67	120,33	393,33
16	ELN 40-8-3-3	1,67	3,67	118,67		35	ELN 41-1-1-1	2,33	1,33	121,33	570
17	ELN 42-4-4-1	1,67	1,33	120,33	433,33	36	ELN 41-1-1-2	2	1,67	119,67	486,67
18	ELN 40-8-3-1	1,67	3	118	560	37	ELN 46-4-17-3	3	2	119,67	580
19	ELN 45-1-4-3	2,33	1	120,33	623,33						

4.5.2. Sélection de lignées performantes

La comparaison au test de DUNNETT(seuil = 5%) pour les introductions du CIMMYT et celle de SNK pour les lignées S2 de FBC6, nous a permis d'effectuer la sélection. Dans cette expérimentation, contrairement à l'identification d'hybrides performants ; toutes les lignées ayant un potentiel de rendement identique à celui de la lignée de référence (Tzi35 Plata), et résistantes aux maladies ont été sélectionnées.

Résultats des tests de comparaison sur le matériel d'étude

4.5.2.1. Lignées jaunes du CIMMYT

Pour le caractère lié à la curvulariose, la comparaison des moyennes définit deux (2) groupes. Un groupe qui se manifeste par sa sensibilité à la curvulariose. Ce groupe représente 16,67% des lignées testées. Dans ce lot on distingue les entrées 1 et 4. Le deuxième groupe est constitué de 83,33% des lignées évaluées. On y distingue les entrées 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 12 et 13

Le comportement des lignées testées par rapport à l'helminthosporiose, nous a permis de distinguer également deux (2) groupes. Un premier groupe sensible (16,67%), formé des entrées 9 et 13. Un deuxième groupe (83,33%), constitué des entrées 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13 et 14. Ces lignées se sont distinguées par leur comportement identique par rapport à Tzi35 Plata.

Quant à la productivité, deux groupes sont définis par rapport à la lignée Tzi35 Plata. Les lignées 2, 4, 5, 7 et 13, les plus productives représentent 38,48%. Par contre le groupe formé par les lignées 1, 3, 6, 8, 9, 12 et 14, se caractérisent par leur plus faible potentiel de rendement.

Au vue de ces résultats les lignées portant les entrées 2, 5, 7, et 13 sont sélectionnées pour leur résistance aux maladies (curvulariose et helminthosporiose) et leur forte productivité. Il s'agit respectivement des lignées CLQG2508, CLQRCYQ49, CLQRCYQ60 et CML161. Le tableau **XXXIII** résume le regroupement des lignées jaunes introduites du CIMMYT.

Tableau XXXIII : Comparaison des lignées jaunes du CIMMYT

Variables	Matériel de référence					
	Tzi35 Plata (entrée 15)					
	Supérieure		Identique		Inferieure	
	Entrées	Taux (%)	Entrées	Taux (%)	Entrées	Taux (%)
CURV	1 4	16,67	2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 13	83,33	*	0
HELM	9 13	16,67	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14	83,33	*	0
PE	2 4 5 7 13	38,48	*	0	1, 3, 6, 8, 9, 12, 14	61,52

*= aucune entrée ; CURV = curvulariose ; HELM = helminthosporiose ; PE = poids épis.

4.5.2.2. Lignées blanches du CIMMYT

Pour la variable helminthosporiose, on distingue deux (2) groupes, dont des lignées sensibles (6 et 16), et des lignées tolérantes (2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16 et 17). Les lignées sensibles représentent 12,5% des lignées blanches introduites du CIMMYT. Les lignées résistantes représentent 87,5% des lignées testées.

Quant à la maturité, trois (3) groupes de précocité sont ainsi identifiés. Les plus tardifs (l'entrée 17), les intermédiaires (les entrées 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13 et 14), et les plus précoce (les entrées 12 et 16). Pour le potentiel de rendement, toutes les lignées ont un comportement identique à Tzi35 Plata.

Les lignées caractérisées par leur résistance à l'helminthosporiose, un cycle semi-maturité plus précoce et ayant un poids épis identique à celui de la lignée Tzi35 Plata ont été identifiées comme étant les plus performantes. Il s'agit des entrées 12 et 16, correspondant respectivement aux lignées CLRCW95 et CML494. Le tableau XXXIV résume le regroupement des lignées blanches introduites du CIMMYT.

Tableau XXXIV : Comparaison des lignées blanches du CIMMYT

Variables	Matériel de référence					
	Tzi35 Plata (entrée 18)					
	Supérieure		Identique			Inferieure
	Entrées	Taux (%)	Entrées		Taux (%)	Entrées
HELM	6 16	12,5	2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17		87,5	*
MAT	17	6,67	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14		80	12, 16
PE	*	0	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17		100	*

*= aucune entrée ; HELM = helminthosporiose ; MAT = maturité ; PE poids épis

4.5.2.3. Lignées S2 de la variété FBC6

Les lignées extraites de la variété FBC6 ont été scindées en deux (2) vis-à-vis de leur comportement par rapport à l'helminthosporiose. Le premier groupe est formé des entrées 1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 10, 17, 19, 24, 29, 30, 33 et 35. Ces lignées se sont distinguées des autres par leur résistance à l'helminthosporiose. La lignée portant l'entrée 16, s'est différenciée par sa sensibilité à l'helminthosporiose.

Nous retenons les lignées du deuxième groupe comme matériel intéressant, pour leur bon comportement face à l'helminthosporiose. Le séparateur du test de SNK n'a pas permis de distinguer des regroupements. Donc elles sont toutes identiques pour le poids épis. De ce fait toutes les lignées résistantes sont sélectionnées. Les lignées concernées peuvent être utilisées dans un programme de création d'autres matériaux plus complexes (les hybrides simples, les hybrides trois voies, les hybrides doubles etc.). Le tableau **XXXV** résume les résultats du test de SNK.

Tableau XXXV : Résultats du test de Student Newman-Keuls (SNK) sur le S2 de FBC6

Groupes	Entrées	Comportement	Variables
1	16	Sensible	HELM
2	1 2 3 4 5 7 9 10 17 19 24 29 30 33 35	Résistantes	

HELM = helminthosporiose.

4.6. Conclusion partielle

L'étude sur l'évaluation des caractéristiques agro morphologiques a porté sur soixante six lignées, dont 29 du CIMMYT et trente sept (37) de l'INERA. Ainsi l'évaluation a permis de connaître le cycle de précocité de chaque lignée, le comportement par rapport au cycle et leur potentiel de rendement.

A l'issu de notre travail, 21 lignées ont été sélectionnées pour leur bon comportement vis-à-vis des maladies (curvulariose et helminthosporiose) et présentent un potentiel de rendement plus élevé. Parmi les lignées sélectionnées six (6) seulement sont du CIMMYT contre quinze (15) de l'INERA, soit un taux de succès de 19,35% et de 40,54% respectivement pour les lignées du CIMMYT et les lignées de l'INERA. Parmi les lignées du CIMMYT on note 4 jaunes et 2 blanches.

Le fort taux noté pour les lignées de l'INERA sélectionnées se justifierait par le fait que les lignées sont de deuxième génération et sont issues d'une variété composite

qu'est la FBC6. A ce stade d'autofécondation, les lignées sont génétiquement proches des variétés parentales. Selon HIEMA (2005) une seule autofécondation ne suffit pas pour la ségrégation et l'appariement de tous les gènes. Cela se traduit par une expression phénotypique semblable pour des lignées d'une même souche qui restent proche de leur origine. Pour les lignées du CIMMYT, elles sont connues pour leur fixité élevée. Donc leur faible taux de réussite s'expliquerait par le phénomène d'inbreeding qui se traduit par une baisse de vigueur des plantes.

V. Evaluation des lignées S2 de la variété FBC6 pour la résistance au déficit hydrique

5.1. Justification

Près de 40% des superficies emblavées en céréales sont semées en condition arides et semi-arides, tandis que 60% subissent régulièrement une sécheresse temporaire (HURD, 1969). La recherche d'une tolérance à la sécheresse constitue donc à sélectionner pour le meilleur rendement en condition de déficit hydrique. La réduction de la longueur de la saison des pluies et l'apparition des périodes d'absence de précipitation de plus en plus longues et fréquentes au cours de l'hivernage seraient les causes probables de la détérioration de la pluviométrie.

Le phénomène de réchauffement actuel de la planète demande non seulement à réviser les dates de semis, mais également la création de cultivars adaptés aux nouvelles conditions climatiques.

Le maïs étant une culture fortement consommatrice d'eau, ce qui pose des problèmes de sa production en cas de déficit hydrique. Le rendement du maïs dépend de la satisfaction de ses besoins en eau, en particulier dans les deux semaines précédent et suivant la floraison. Ce paramètre final de la production est également influencé par divers facteurs génétiques, climatiques et agronomiques.

Parmi les moyens de lutte proposés pour diminuer les effets du déficit hydrique, on peut citer la mise au point de lignées de maïs présentant une bonne synchronisation entre les dates de floraison mâle et femelle, dont l'intervalle (ASI) est un paramètre informatif important dans une stratégie de sélection pour la tolérance au stress hydrique.

5.2. Objectifs de l'étude

5.2.1. Objectif global

L'objectif global de l'étude est de sélectionner des lignées présentant une certaine résistance au stress hydrique dans notre contexte de déficit pluviométrique fréquent. Ces lignées pourront servir à mettre au point à cours et à moyen terme des hybrides qui conservent une grande part de leur potentiel de rendement même en situation de déficit hydrique.

5.2.2. Objectifs spécifiques

De façon plus spécifique il s'agit de :

Comparer ces lignées aux lignées Tzi35 Plata et Tzi18 pour un projet de recombinaison ;

Evaluer le comportement sous stress hydriques des lignées de FBC6, Tzi35 Plata et Tzi18 ;

Identifier les meilleurs génotypes assurant l'optimisation des performances des plantes stressées.

5.3. Matériel végétal

Le matériel végétal est constitué de quatre vingt huit (88) lignées de FBC6 (voir l'annexe 5) et de cinq (5) témoins (Bondofa, Wari, Tzi35 Plata, Tzi18 et FBC6). Le matériel a été extrait à partir de la S1 des semences provenant du croisement de FBC6*FBMS1.

Description du matériel végétal de référence

Wari : créé au Burkina Faso à la station de recherche de Farako-Bâ, Wari résulte du brassage de 10 lignées résistantes à la sécheresse extraites de FBC6. Il caractérisé par la couleur jaune de ses grains et une texture cornée. La variété résiste à certaines maladies telles que l'Helminthosporiose, la rouille, la Striure du maïs. C'est une variété qui a un cycle de 91 jours avec un potentiel de rendement de 6,4 t/ha.

Tzi18 : est une lignée pure pour déceler l'existence de possibles variations de l'environnement. Elle provient également de l'IITA.

FBC6 : Elle est générée par un brassage de 8 composites. La variété FBC6 présente l'avantage d'une bonne précocité (91 jours), une tolérance aux viroses (STREAK) et

aux maladies fongiques. Elle a une bonne qualité gustative et un potentiel de rendement assez élevé (5,6 t/ha), avec des grains de couleur jaune à jaune-orangé.

5.4. Méthodologie

5.4.1. Dispositif expérimental

L'expérimentation a été conduite dans un essai factoriel type 2 (facteur lignée et facteur hydrique) avec trois répétitions.

Le facteur lignée correspond au génotype et chaque niveau de ce facteur est randomisé dans les répétitions deux blocs.

Le facteur hydrique correspond à 2 niveaux de stress hydrique :

- le niveau T0 correspond à une parcelle irriguée à l'ETM (apport optimal d'eau estimé à 20-30 mm de pluie, à intervalle régulier de 5 jours).
- le niveau TS correspond à une parcelle subissant un stress hydrique de 14 jours autour de la FM, repartie comme suit : 7 jours avant et 7 jours après la FM.

Le semis sera effectué après un rayonnage de 0,80 m x 0,40 m sur une parcelle préalablement labourée au tracteur. Le semis est préconisé à 2 grains/poquet sans démarlage, ce qui permettra d'avoir une densité théorique de 62500 plantes/ha.

La parcelle d'évaluation dans chaque bloc est constituée de deux lignes de 5m.

La fertilisation est celle recommandée par la recherche qui constitue à un apport du NPK (14-23-14) à raison de 200 kg/ha du semis au 15ème jas. L'urée (46-0-0) sera apportée en deux fractions : 100 kg/ha au 30ème jas et 50 kg /ha au 45ème jas sera apporté. La première dose d'urée apportée lors d'un binage et la deuxième dose lors d'un buttage. Les sarclages ont été réalisés à la demande pour contrôler les mauvaises herbes. Le tableau **XXXVI** résume les activités d'entretien des plantes.

Tableau XXXVI : Dates des opérations culturales sur l'implantation de la sécheresse

Opérations	Semis	Sarclage+NPK	Binage+Urée 1	Buttage+Urée 2	Récolte
Dates	8-2-2011	23-2-2011	10-3-2011	25-3-2011	31-5-2011

5.4.2. Variables mesurées

En plus des variables mesurées lors de l'évaluation des hybrides et des lignées, d'autres variables physiologiques ont été utilisées pour caractériser l'effet du stress hydrique. Il s'agit de :

- **la sénescence des feuilles (SNF)** : c'est une estimation de la surface foliaire desséchée ou enroulée en condition de stress hydrique. Cette estimation se fait selon une échelle préconisée par l'IITA et notée de 1 à 10 où 1 correspond à 10% de la surface desséchée, 2 correspond à 20%, ainsi de suite jusqu'à 10 correspondant à un desséchement total de la surface foliaire. Les observations sont réalisées à 14 jours après arrêt de l'irrigation.
- **la reprise des plantes (RP)** : c'est une estimation de la mortalité des plantes due au stress hydrique. Cette évaluation est effectuée à 14 jours après la reprise de l'irrigation. Elle est effectuée à partir d'une notation de 1 à 5 où 1 correspond à une reprise totale des plantes d'une entrée et 5 à aucune reprise.
- **le décalage entre les floraisons mâle et femelle (ASI)** : c'est la différence de jours entre les floraisons mâle et femelle à 50% au sein d'un matériel. Plus cet intervalle est important, moins le matériel considéré fleuri de manière synchrone. Cet intervalle est influencé par le stress hydrique. L'écart entre la floraison mâle et femelle est très important en amélioration variétale car il influence directement la fécondation des fleurs femelles et donc la formation de grains.

5.4.3. Conditions de réalisation

L'expérimentation a été implantée le 8 février 2011 sous irrigation à l'ETM, sur le site de la Vallée du Kou. Comme précédemment annoncée, dans le bloc T0 un apport d'eau continu à l'ETM (tous les 5 jours) a été observé. Quant au bloc TS, un arrêt d'irrigation a été appliqué 7 jours avant et 7 jours après la floraison mâle.

5.4.4. Analyses statistiques

Les analyses statistiques ont porté sur : une analyse de variances selon le principe de bloc factoriel randomisé. Elle a permis de mettre en évidence les différences significatives entre les lignées, entre les niveaux d'irrigation et enfin entre leur

interaction pour des variables prises individuellement. Cette analyse a été effectuée en utilisant des programmes conçus sur le logiciel S.A.S (version 9.2).

5.4.5. Critères de sélection

Le critère de sélection consiste à choisir dans un premier temps les lignées S2 ayant un bon comportement dans les conditions de culture optimales. Ensuite nous effectuerons un choix parmi les lignées S2 retenues mais qui sont en condition de stress hydrique.

Les travaux antérieurs réalisés par DABIRE (2000) et OUEDRAOGO (2008) ont montré qu'en cas de sécheresse chez le maïs, les variables physiologiques ont une importance capitale car elles permettent de déceler des génotypes les moins sensibles. En général ces génotypes ont des notes de sénescence relativement faibles et ont une bonne capacité de reprise. Ils arrivent à exprimer au moins 75% de leur rendement potentiel quand la sécheresse intervient en cours de culture. Pour cela, nous avons adopté l'échelle proposée par OUEDRAOGO (2008). Le tableau **XXXVII** résume les critères physiologiques de référence utilisés lors de cette sélection.

Tableau XXXVII : Répartition des lignées selon la note de la sénescence foliaire et de la reprise

Groupes	Notes (SNF)	Notes (RP)
Lignées résistantes	1 à 2,5	1 à 2,5
Lignées tolérantes	2,6 à 4	2,6 à 3,5
Lignées sensibles	>4	>3,5

SNF= sénescence des feuilles ; RP reprise des plantes.

Suite à ces deux premières étapes, les lignées présélectionnées obtenant un ratio TS/T0 pour les 3 variables (la hauteur moyenne de la plante prise au 10ème et 14ème jai et le poids épis) seront sélectionnées pour la résistance à la sécheresse. Cela correspond à une récupération d'au moins 75% du rendement potentiel de la variété en cas du déficit hydrique

5.5. Résultats

5.5.1. Analyse de variance

L'analyse de variances montre que des différences très hautement significatives existent entre les lignées pour les facteurs liés à l'écart entre la floraison femelle et la floraison mâle, les caractères architecturaux (HMP1 et HMP2), la reprise des plantes et le poids des épis. Des différences significatives sont observées également entre les lignées pour la sénescence et la reprise des feuilles.

Des différences sont très hautement significatives entre le régime hydrique pour l'écart entre la floraison femelle et la floraison mâle, la sénescence et la reprise des feuilles et le poids épis. Par contre, des différences significatives sont notées entre les lignées pour la hauteur moyenne des plantes au 10ème jai. Pour le caractère lié à hauteur moyenne des plantes au 14ème jai, il n'existe pas de différences significatives entre le matériel testé pour le régime hydrique

Quant à l'interaction entre le régime hydrique et le matériel d'étude, on note des différences très hautement significatives pour la reprise des plantes, hautement significatives pour le poids épis et hautement significatives pour la sénescence des feuilles. L'analyse ne montre pas des effets statistiques significatifs au niveau de cette interaction pour l'ASI, le HMP1 et la HMP2.

Au vue des résultats de notre analyse, des effets statistiques significatifs ont été constatés au niveau du facteur répétition. La pertinence du choix du dispositif en bloc complètement randomisé se trouve justifié.

Le tableau **XXXVIII** indique les résultats de l'analyse de variances réalisée sur les lignées S2 de la variété FBC6, évaluées au déficit hydrique.

Tableau XXXVIII : Résultats de l'analyse de variances sur les lignées S2 de FBC6

Sources de variation	DDL	ASI	HMP1	HMP2	SNF	RP	PE
Répétitions (A)	2	6,50 *	17,45 ***	11,46 ***	44,34 ***	21,47 ***	19,07 ***
Lignées (B)	92	2,22 ***	8,33 ***	7,89 ***	1,37 *	2,00 ***	5,76 ***
RH (C)	1	128,94 ***	6,27 *	2,58 ns	2281,15 ***	1234,63 ***	400,35 ***
(C)*(B)	-	1,41 ns	1,08 ns	1,04 ns	1,37 *	2,02 ***	1,51 **
E RES	338	0,61	15,25	16,14	1,50	0,66	0,33
Moyenne	-	2,94	151,12	157,60	3,02	1,96	0,67
CV (%)	-	88,78	10,09	10,24	49,73	33,65	48,60

ns = non significatif ; * , ** , *** : significatif à 5%, 1% et 0,1% respectivement.

E RES= erreur résiduelle ; CV= coefficient de variation ; DDL = degré de liberté ; RH = régime hydrique ; ASI = écart entre floraison mâle et femelle ; HMP1 = hauteur moyenne des plants au dixième jour après l'arrêt de l'irrigation (jai) ; HMP2 = hauteur moyenne des plants au quatorzième jour après l'arrêt de l'irrigation ; SNF = sénescence des feuilles ; RP = reprise des plantes ; poids épis.

5.5.2. Etude de la productivité des lignées S2 en condition normale

Pour déterminer les lignées S2 qui ont un bon comportement dans les meilleures conditions, le poids brut de ces lignées sera comparé avec celui du témoin parental FBC6. Nous utiliserons dans cette sélection le poids brut des épis (PE) car le temps ne nous a pas permis d'obtenir les rendements des lignées testées. Selon SIMPORE (2003), rappelé par (ZOMA, 2010), le poids brut des épis est fortement corrélé au rendement Ainsi pour l'étude de la productivité nous avons procédé à une comparaison entre le PE =1,8kg du témoin parental (FBC6) et les différentes lignées. Les lignées retenues sont celles qui ont un poids bruts compris entre 0,8 kg et 2,8 kg. Les résultats sont consignés dans le tableau XXXIX.

Tableau XXXIX : Liste des lignées S2 productives en poids épis en condition normale

Entrée	PE	Entrée	PE	Entrée	PE	Entrée	PE
4	0,8	45	0,9	22	1,6	67	0,9
5	1,5	46	1,1	24	1,1	69	0,9
6	1,2	47	1,2	25	1,2	70	0,8
7	0,9	50	1,2	26	1,5	71	0,8
8	1	52	0,8	27	1,1	74	1,2
9	2,5	53	1,6	29	1,1	76	0,9
10	1,5	56	1	30	1,2	77	1
11	1,3	58	1,2	38	1,3	78	1,1
14	1	59	1	39	1	80	1,2
17	0,9	60	1	42	1,1	83	0,8
19	1,2	63	1,1	43	1,4	86	0,9
20	0,9	64	0,9	44	0,9	93	1
21	0,8	66	1,1				

PE = poids épis.

La première étape de la sélection nous a permis de retenir 50 lignées S2 de FBC6 sur 88 lignées considérées en début d'expérimentation. Le résultat obtenu correspond à un taux de succès de 56,82% pour la suite de l'étude.

5.5.3. Sélection des Lignées S2 de FBC6 par rapport aux variables physiologiques

Dans cette partie, les lignées qui ont présenté de faibles notes de sénescence des feuilles (SNF) et de reprise des plantes (RP) sont les plus intéressantes. Le tableau LIII indique la liste des lignées qui se sont distinguées par leur bonne performance. Selon OUEDRAOGO (2008) une lignée résistante est celle qui a une note comprise entre 1-2,5 pour la SNF et la RP. Le tableau XL indique la liste des lignées S2 présélectionnées sur la base des variables SNF et RP.

Tableau XL : Liste des lignées S2 présélectionnées sur la base des variables SNF et RP

Entrées	SNF	RP	Entrées	SNF	RP
4	2	2,25	39	1,5	2
8	2	1,75	69	1,5	2,5
11	1,75	1,25	77	1,75	2
21	1,75	2,5	83	1,75	2,25
25	1,5	1,5	93	1,75	1

SNF = sénescence des feuilles ; RP = reprise des plantes après l'irrigation.

Les résultats de l'effet du déficit hydrique sur les 50 lignées retenues précédemment pour leur bonne productivité en conditions normales, montrent seules dix (10) d'entre elles qui présentent une faible sénescence des feuilles et bonne reprise de plantes après l'apport d'eau. Le taux de réussite à ce niveau est de 20%.

5.5.4. Identification des lignées S2 résistantes au déficit hydrique et productives

Le critère de sélection consiste à examiner le rapport TS/T0 pour les variables architecturales (HMP1 et HMP2) et l'écart entre les deux (2) floraisons (ASI). Selon les études de l'IITA (1983), la hauteur des plantes est un caractère positivement lié à la tolérance à la sécheresse (IITA, 1983). DABIRE (2000), souligne également que les meilleures lignées en condition de déficit hydrique sont celles présentant une faible variation entre le traitement à l'irrigation optimale et le traitement en privation d'eau pour les caractères ASI, HMP1 et HMP2. L'existence de cette variabilité vis-à-vis du stress hydrique nous a permis d'identifier dix (10) lignées comme présentant un bon comportement sous stress hydrique. Les rapports TS/T0 des lignées sélectionnées sont présentés dans le tableau **XLI**.

Tableau XLI : Réponse des lignées S2 issues de la variété FBC6 aux traitements TS

Entrées	ASI			HMP1			HMP2		
	TS	T0	TS/T0	TS	T0	TS/T0	TS	T0	TS/T0
4	6,50	2,00	3,25	162,00	165,33	0,98	162,00	172,67	0,94
8	3,00	2,00	1,50	150,00	147,67	1,02	155,00	150,33	1,03
11	6,17	1,33	4,63	162,67	172,00	0,95	167,00	174,00	0,96
21	1,00	1,33	0,75	156,00	145,33	1,07	163,33	149,33	1,09
25	8,50	2,33	3,64	160,00	146,67	1,09	159,67	173,00	0,92
39	3,50	2,00	1,75	125,67	138,33	0,91	131,67	140,67	0,94
69	2,67	1,33	2,00	173,00	151,33	1,14	182,33	177,00	1,03
77	2,67	5,00	0,53	126,67	134,33	0,94	135,00	144,33	0,94
83	6,67	2,00	3,33	168,33	171,33	0,98	178,67	176,33	1,01
93	3,00	0,50	6,00	162,67	157,33	1,03	168,67	158,33	1,07

ASI = écart entre la floraison mâle et femelle ; HMP1 = hauteur des plantes au 10ème jai ; HMP2 = hauteur des plantes au 14ème jai ; T0 = traitement sans stress hydrique TS = traitement stress hydrique.

De l'ensemble des quatre vingt huit (88) lignés S2 de la variété FBC6, ayant subi le stress hydrique, dix (10) d'entre elles ont présenté à la fois un bon comportement vis-à-vis de la sécheresse et une bonne productivité. L'écart moyen entre les floraisons mâle et femelle (ZSI) tourne autour de six (6) jours. En outre il n'existe pas une différence importante entre l'intervalle des floraisons de la culture sous stress et de la culture en condition normale. Bien qu'ayant subi la sécheresse, ces lignées ont pu produire 75% de rendement de leur génotype cultivé en condition normale.

5.6. Discussion

Au regard des résultats, il ressort l'existence d'une variation de notre milieu d'étude. L'influence de cette différence sur l'expression génotypique des lignées testées reste incontestable. Cela justifie la pertinence du dispositif expérimental choisi.

L'analyse de variances révèle une variabilité du matériel évalué par rapport aux différents caractères agro morphologiques étudiés. La variabilité génétique observée est beaucoup plus remarquable au niveau de la hauteur des plantes.

Ces variations s'expliqueraient d'une part par l'influence des traitements et d'autre part par les propriétés intrinsèques de chaque lignée. L'aboutissement de notre étude de sélection de lignées résistantes ou tolérantes au déficit hydrique se justifie par cette variabilité au sein du matériel végétal étudié.

En effet, relativement aux lignées sensibles, les meilleures lignées sont celles qui présentent le moins de variations entre les deux niveaux d'irrigation par rapport à la hauteur ces résultats sont en accord avec ceux trouvés par SARR, 1975 et TESHA, (1991), qui ont montré l'existence de la variabilité au niveau de la hauteur moyenne des plantes et la hauteur moyenne d'insertion de l'épi entre les cultivars pour la résistance à la sécheresse. La capacité de matériel résistant à croître sous stress hydrique est liée selon OUATTAR *et al.*; (1987), à l'existence d'un gène majeur dominant, présent chez le matériel résistant et responsable de l'accumulation de sucres dans la tige de maïs. Cette accumulation des hydrates de carbone (sucre) constitue une réserve importante en cas de stress hydrique.

En effet, la tige de maïs est la source principale d'assimilats pour le remplissage de grains en cas de longues périodes de sécheresse. Ce même constat a déjà été effectué par ZOMA, (2010).

Les résultats de l'analyse de variances indiquent l'existence des différences très hautement significatives entre les lignées pour le décalage entre la floraison mâle et

la floraison femelle. Ces résultats sont en accord avec ceux de (MORIZET *et al.*, 1984) qui ont montré que le stade floraison est le seuil auquel la variabilité génotypique de la résistance au déficit hydrique se manifeste. Aussi, HERRERO et JOHNSON (1987) indiquent que le stress hydrique est responsable d'une augmentation de l'écart entre la floraison mâle et femelle chez les génotypes les plus sensibles. Contrairement à cette situation des études de classification de lignées S1 de la variété Espoir menées par ZOMA en 2010 ont montré que pour le décalage entre la floraison mâle et la floraison femelle, ils n'existent pas de différences significatives entre les lignées

La singularité de nos résultats pourrait s'expliquer par le phénomène d'inbreeding, en ce sens que l'homozygotie dérivant des autofécondations entraîne une baisse de vigueur des plantes et une ségrégation pour la résistance ou la sensibilité aux stress environnementaux.

Pour les caractères physiologiques liés à la résistance au déficit hydrique (la sénescence foliaire et la reprise des plantes), l'analyse de variances montre des différences significatives entre les lignées testées. Ces résultats confirment ceux de (MORIZET *et al.*, 1984) cité par ZOMA (2010). Il a montré par mesure directe pendant la période sèche et également après, et en condition de fort éclairement, que la variété résistante Liza a une activité photosynthétique supérieure à celle de la variété sensible LG11.

Selon ZOMA (2010) l'aptitude d'une reprise accélérée tout comme cette capacité à limiter la surface foliaire desséchée chez les génotypes résistants peut contribuer à un rendement important par suite d'un niveau élevé de photosynthèse tardive.

5.7. Conclusion partielle

Dans l'ensemble, la variabilité notée entre le matériel testé nous a permis de grandes possibilités pour la sélection des lignées pouvant bien répondre aux différents soucis posés par les irrégularités de la pluviométrie dues aux changements climatiques.

En somme, pour les quatre vingt huit (88) lignées S2 extraites de la variété FBC6, soumises à notre étude, il ressort que cinquante (50) d'entre elles sont productives en conditions normales. Parmi ces dernières, seulement dix (10) ont montré une bonne résistance au déficit hydrique. Une étude permettant d'évaluer le

comportement de ce matériel en saison humide serait nécessaire pour tout programme futur d'hybridation.

VI.Extraction de nouvelles lignées S2 à partir de la variété FBC6

6.1. Objectif

L'objectif de ce travail est d'obtenir des lignées pour la création future d'hybrides, après évaluation et sélection. Les hybrides qui seront créés à partir de ces lignées seront inscrits sur la liste des variétés à vulgariser. Ces variétés hybrides rentreront dans le contexte de l'intensification de la culture du maïs au Burkina Faso.

6.2. Matériel végétale

Le matériel végétal est issu de la F2 ou de la S1 des semences provenant du croisement de FBC6*FBMS1.

La variété FBC6 présente des grains normaux gouvernés par un gène dominant Su et la variété FBMS1(ou maïs sucré) a des grains ratatinés, gouvernés par un gène récessif su.

Le croisement de FBC6*FBMS1 donne en F1 100% d'hybrides : Susu (épis apparemment normaux). La F1 a été autofécondée pour donner en F2 les proportions suivantes : $\frac{1}{4}$ SuSu, $\frac{1}{2}$ Susu et $\frac{1}{4}$ susu.

Les épis de génotype susu obtenus par ségrégation de gènes ne sont plus pris en compte dans la suite du travail.

Les graines issues de Susu ont été semées et autofécondées afin d'extraire en S2 des lignées.

Quatre vingt dix (90) entrées ont fait l'objet de cette extraction. Elles ont été choisies selon différents critères : la couleur des graines, la couleur des graines etc. Le tableau 1 regroupe 90 hybrides S1 obtenus dans l'hybridation de la variété FBC6 et du « maïs sucré » ou FBMS1 (FBC6*FBMS1). Le tableau XLI indique la liste de matériels destinés à l'extraction de nouvelles lignées S2 de FBC6*FBMS1.

La liste de matériels destinés à la création de nouvelles lignées (S2 de FBC6*FBMS1) est indiquée en annexe 6.

6.3. Méthodologie

La méthode d'extraction rapide de lignées endogames est utilisée pour l'obtention des lignées de la variété FBC6 au stade S2.

6.3.1. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental choisi est une parcelle de croisement (autofécondation).

La parcelle élémentaire correspond à la parcelle d'expérimentation, qui est de deux (2) lignes de 5m. Les conditions de semis et d'entretien ont été similaires à ceux des essais ultérieurs.

6.3.2. Opérations de croisement

Dix autofécondations par génotypes ont été effectuées par entrée. A la récolte les épis ont été récoltés individuellement et codifiés selon la généalogie maternelle.

Les épis hétérogènes c'est-à-dire qui comportaient des graines sucrées et des graines normales obtenus à la récolte ont été éliminés pour la suite de l'étude. Les épis homogènes c'est-à-dire qui ne portent que des grains normaux ont été égrainés épi par épi. L'extraction ainsi réalisée a fait suite à une évaluation à la sécheresse des lignées obtenues.

6.4. Résultats

Le choix des épis a été effectué en se basant sur les aspects qualitatifs et quantitatifs des épis récoltés (épis sans défaillance génétique, épis sains, épis non redondants, épis homogènes pour la couleur et la forme des grains et épis ayant au moins cinquante (50) grains).

Sur les neuf cent (900) épis prévus, deux cent vingt cinq (225) ont pu donner de résultats satisfaisants pour la suite de notre expérimentation. Soit un taux de succès de 25%. Ces résultats sont consignés dans le tableau LVIII.

Ce faible résultat s'expliquerait par que c'est seulement 25% ou $\frac{1}{4}$ de notre matériel de base qui était susceptible de donner des épis homogènes à grains normaux. Le tableau **XLII** indique la liste des autofécondations satisfaisantes

Tableau XLII : Liste des autofécondations satisfaisantes

N°	Généalogie	NEC									
1	ELN46-4-9	6	21	ELN45-2-4	1	41	ELN40-9-12	2	61	ELN48-1-10	3
2	ELN41-2-3	2	22	ELN40-9-22	3	42	ELN44-3-15	3	62	ELN40-1-14	2
3	ELN46-2-10	2	23	ELN41-3-3	1	43	ELN43-4-6	4	63	ELN45-2-7	5
4	ELN48-2-9	1	24	ELN46-3-4	1	44	ELN48-2-8	3	64	ELN46-2-1	5
5	ELN40-9-1	1	25	ELN43-4-22	2	45	ELN42-4-8	6	65	ELN45-2-2	5
6	ELN43-2-14	3	26	ELN47-1-2	2	46	ELN43-4-25	3	66	ELN41-3-5	3
7	ELN40-7-2	4	27	ELN43-2-5	3	47	ELN40-7-10	2	67	ELN44-3-4	2
8	ELN46-5-5	3	28	ELN46-2-2	2	48	ELN48-4-5	2	68	ELN44-4-8	4
9	ELN43-4-3	1	29	ELN44-4-16	1	49	ELN43-1-3	3	69	ELN43-2-2	2
10	ELN45-1-2	4	30	ELN46-2-11	3	50	ELN48-3-15	2	70	ELN46-5-2	7
11	ELN46-1-12	2	31	ELN40-9-17	1	51	ELN40-7-6	6	71	ELN44-5-5	3
12	ELN40-7-14	1	32	ELN48-2-11	2	52	ELN39-2-16	2	72	ELN42-4-14	5
13	ELN41-3-4	1	33	ELN40-9-5	2	53	ELN40-1-4	2	73	ELN43-1-19	6
14	ELN42-3-4	2	34	ELN46-4-14	3	54	ELN44-3-6	4	74	ELN46-5-6	7
15	ELN45-3-10	3	35	ELN40-1-7	2	55	ELN6-1-5	3	75	ELN40-9-9	3
16	ELN40-1-11	5	36	ELN47-1-9	2	56	ELN40-2-17	3	76	ELN46-4-10	2
17	ELN40-8-4	4	37	ELN43-2-3	1	57	ELN46-4-13	3	77	ELN44-1-10	1
18	ELN48-3-11	3	38	ELN43-4-8	2	58	ELN47-2-1	3	78	ELN48-4-9	4
19	ELN43-1-10	3	39	ELN46-4-1	3	59	ELN45-2-3	2	79	ELN46-2-3	2
20	ELN43-1-20	2	40	ELN40-4-1	1	60	ELN40-1-12	2	80	ELN39-2-11	3

NEC = nombre d'épis choisis

6.5. Conclusion partielle

Les quatre vingt (80) familles de lignées potentielles de la variété FBC6 obtenus sont plus ou moins homogènes pour la plus part des caractères. Elles seront évaluées par rapport au déficit hydrique et aux maladies. L'évaluation de leur comportement en saison humide sera nécessaire afin de les mettre dans un programme future de création d'autres matériels plus complexes (hybrides simples, hybrides « trois voies », hybrides doubles etc.)

CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES

L'étude qui a été menée en condition hydrique favorable ce qui nous a permis de sélectionner 32 hybrides pour leur fort potentiel de rendement et présentant une résistance aux maladies les plus récurrentes du maïs au Burkina Faso.

L'évaluation du matériel du CIMMYT n'a pas permis de sélectionner parmi eux les plus productifs. Les analyses statistiques de variances ne présentent pas de différences significatives au sein du matériel d'étude pour les variables considérées. Ils ont un comportement identique aux témoins de référence qui sont des variétés composites.

Les meilleurs hybrides ont été identifiés parmi les hybrides créés à l'INERA.

L'objectif de sélection du maïs est sans doute d'obtenir les hybrides les plus productifs possibles. Mais avant d'en arriver là, il faudra trouver les meilleures combinaisons possibles, donc les meilleurs parents. C'est dans cette optique qu'une partie de notre étude a porté sur l'évaluation des caractéristiques agro morphologiques de lignées d'origines génétiques différentes disponibles. Soixante huit (68) lignées du CIMMYT et de l'INERA ont été évaluées dans les conditions climatiques normales. Les lignées testées en saison humide étaient constituées de trente-un (31) du CIMMYT et trente sept (37) de l'INERA.

L'irrégularité des pluies, devenue le quotidien des agriculteurs des zones arides et semi-arides, l'étude du comportement général de quatre vingt huit (88) lignées aux conditions d'expérimentation difficiles a été également réalisée durant cette expérimentation. Le matériel testé en situation de stress hydriques a pour source la variété composite FBC6.

En définitive, pendant l'évaluation en campagne humide, 21 lignées ont été identifiées pour leur résistance aux maladies (curvulariose et helminthosporiose) et leur bon potentiel de rendement.

Pour le teste en conditions de déficit hydrique parmi les quatre huit (88) lignées testées, dix (10) ont été retenues pour leur bonne productivité en conditions non stressantes, une sénescence faible et une bonne capacité de reprise des plantes en condition stressante dès que l'eau est disponible.

En plus du travail effectué sur la création de matériels complémentaires, nous avons créés de matériels nouveaux. Ils sont constitués de 67 hybrides simples et de 80 lignées S2 de la variété FBC6.

Quant aux lignées, elles ont été extraites de la variété FBC6 par la méthode rapide d'extraction des lignées après hybridation.

Vue les résultats obtenus dans cette étude, des perspectives suivantes se dégagent : Une évaluation en milieu réel les hybrides identifiés par rapport au potentiel de rendement et la résistance aux maladies est nécessaire afin de confirmer leur niveau de performance ;

Une utilisation des lignées sélectionnées pour l'amélioration variétale serait souhaitable. De ce fait une série d'autofécondation de celles-ci permettra l'obtention de lignées pures qui sont d'une grande importance pour les travaux de synthèse d'hybrides pour une culture intensive de maïs au Burkina ;

Une étude de l'aptitude générale à la combinaison des lignées extraites permettra d'envisager diverses formules d'hybrides pour une production de semences commerciales.

BIBLIOGRAPHIE

- BADU-APRAKU B, COULIBALY O, FAJEMINSI J.M., FAKOREDE M.A.B., 1999:** Maize research and development priorities in sub-Saharan Africa in the next millennium: in impact, challenges and prospects of maize research and development in west and central Africa. proceeding of a regional maize workshop 4-7 May, IITA-Cotonou, Benin republic, 31-58.
- BELEM., 1 985:** Coton et systèmes de production dans l'ouest du Burkina Faso. Thèse, Université Paul Valéry, Montpellier III, France, 344 p.
- CHAPMAN S.C., EDMEADES G. O.; 1999:** selection improves drought tolerance in tropical maize populations. II. Direct and correlated changes among secondary traits. Crop science, 39, 1315-1324.
- CHATELIN E., 1989:** Enquête systèmes de cultures dans la zone ouest. CRPA des hauts-bassins.
- CILSS, 1981:** Intensification des cultures pluviales dans les pays du sahel. Synthèse de l'atelier de Bamako, 12-14 mai 1981, 279p.
- CILSS, 1989:** Le Sahel en lutte contre la désertification, leçons d'expériences. GTZ, Eschborn, 592 p.
- CIMMYT.; 1990:** Réalités et tendances: potentiel maïsicole de l'Afrique Subsaharienne, Mexico, Mexique, 71p.
- CIMMYT; 1985:** Managing trials and reporting data for CIMMYT's international maize testing program, Mexico, Mexique, 20p.
- CIMMYT; 1991:** CIMMYT 1989/1990, Réalités et tendances: potentiel maïsicole de l'Afrique Subsaharienne, Mexico, Mexique, 71p.
- DABIRE F., 2000:** Sélection inter et intra variétale pour la résistance à la sécheresse en cours de culture chez le maïs (*Zea mays L.*). Mémoire de fin de cycle d'ingénieur du développement rural, IDR/UPB, Bobo Dioulasso, Burkina Faso, 79p.
- DGPER/MAHRH, 2009:** Statistiques agricoles au Burkina Faso. Fichier téléchargé le 25 mars 2010 à la direction régionale du MAHRH/Hauts-Bassins.
- DZIDO.J.L, 1984:** Note sur l'amélioration du maïs et son application à Madagascar, FOFIFA/CIRAD, 20p.
- DZIDO J.;1997:** Le maïs dans L'amélioration des plantes tropicales, CIRAD, ORSTOM, pp401-428.

Mémoire de fin de cycle. IDR, UPB, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 65p.

EL JAAFARI, PAUL, R., LEPOIVRE, P., SEMAL, J ; et LAITAT, E. ; 1993: Résistance à la sécheresse et réponse à l'acide abscissique : analyse d'une approche synthétique. Cahier d'agriculture ; 2 :256-163p.

ELLIS, R.H., SUMMERFIELD, R.J., EDMEADES, G.O., ROBERTS, E.H.; 1992: Photoperiod, Temperature, and the interval from sowing to tassel initiation in diverse cultivars of maize. In le maïs en zone tropical: Amélioration des plantes. pp 97-108.

FAO, 1987: Amélioration et production du maïs, mil et sorgho, vol (2), Rome, 559p

FONSECA A.E., WESTGATE M.E.; 2005: Relationship between dissipation and viability of maize pollen. Field Crops Research, 94, 114-125.

GAY J. P.; 1984: Fabuleux maïs: histoire et avenir d'une plante, AGPM, Infocompo, Pau, 295p.

GROS A.; 1974: Engrais: Guide pratique de la fertilisation, 436p.

GUINKO S. 1984: Végétation de Haute-Volta. Thèse de doctorat. Tome I. Université de Bordeaux III. France, 313p.

HAINZELIN E., 1988: Manuel du producteur de semences de maïs en milieu tropical : 30 questions-réponses élémentaires ; IRAT, Montpellier, France, 136p.

HAMMER G., CHAPMAN S., VAN OOSTEROM E., PODLICH D.; 2005: trait physiology and crop modeling as a framework to link phenotypic Agricultural research, 56, 947-960.

HIEMA S.C., 2005: Caractérisation et classification de lignées de maïs (*Zea mays L.*). Mémoire de fin de cycle. IDR, UPB, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 71p.

HILER E.A., VAN BEVE IC.H.M., JORDAN W.R.; 1972: sensitivity of southern peas to plant water deficit at three growth stages. Agronomy journal, 64, 60-64.

HURD EA.; 1969: Method of breeding for yield of wheat in semi-arid climates. Ephytica; 18: 217-26.

IDESSA ; 1983: La production semencière du maïs : questions-réponses. Bouaké, Côte d'Ivoire, 14p.

IITA, 1981: Manuel de production-le maïs. Ibadan, Volume 1(12).

KABRE P.S., 2007: Evaluation de variétés de maïs (*Zea mays L.*) riches en protéines de qualité pour une amélioration de la valeur nutritive du maïs au Burkina Faso.

LE CONTE, J. ; 1950: Le maïs hybride aux Etats Unis d'Amérique : Archives de l'Institut des recherches agronomiques de l'Indochine, 187p.

LE CONTE, J.; 1957: Enquête sur la culture et l'amélioration génétique des mils et des maïs cultivés en Haute-Volta. Compte rendu de missions réalisées du 15 au 20 octobre, 30p.

MACKAY A.D., BARBER S.A.; 1985: Effect of soil moisture and phosphate level on root hair growth of corn roots. Plant soil 86: 321-331.

maïs (z

MARCHAND J., BERTHAUD J., CLERGET B., DINTINGER J., REYNAUD B.,

MILLOGO, G. ; 2010: Création et évaluation d'hybride et de matériels introduits performants en vue d'une intensification de la culture du maïs au Burkina Faso, Mémoire de fin de cycle, IDR, UPB, Bobo Dioulasso, Burkina Faso, 62p.

MONNEVEUX, P., 1992: Amélioration génétique de la tolérance au déficit hydrique des céréales d'hiver. ENSA Montpellier. INRA, France. 47p.

MORIZET, J. ; TRIBO, A.M., et POLLACSEK, M ; 1984: Resistance à la sécheresse chez le maïs : quelques mécanismes impliqués. Physiologie et production du maïs. INRA (Pau) France. 167-174.

NATITIA, C., 1987: Etude du comportement de divers groupes génétiques en croisement avec un testeur. Mémoire de fin de cycle d'ingénieur du développement rural, IDR/UO, Burkina Faso, 98p.

NODICHAO L. ; 1997: Biodiversité racinaire et résistance à la sécheresse, 152p.

OUATTAR, S., JONES, R.J., CROOKSTON, R.K. and KAJEIOU, M. ; 1987: Effect of water Deficit During Filling on the Pattern of maize Kernel Growth and Development. Crop Sci. 27: 726-730

OUEDRAOGO N., 2008: Amélioration variétale de la résistance à la sécheresse en cours de culture de quatre variétés de maïs riches en protéine : cas de Espoir, Obatanpa, QPM1 et QPM2. Mémoire de fin de cycle d'ingénieur du développement rural, IDR /UPB, Burkina Faso, 43p.

PARE D. ; 1980: Pathologie du maïs en Haute Volta : cas particulier de l'helminthosporiose. Mémoire de fin d'étude, Institut du Développement Rural, Université de Ouagadougou, Burkina Faso, 62p.

PAYNE W.A., HOSSNER L.R, ONKEN A. B et WENDT C.W.; 1995: nitrogen and phosphorus uptake in pearl millet and its relation to nutrient and transpiration efficienc. Agron. J. 1987: 425-431.

- PODA E. 1979:** L'amélioration du maïs pour la productivité et la valeur nutritionnelle, Etude de la proliférance en épis et des facteurs de richesse en lysine du grain, Mémoire de fin d'études, DESTOM, INRA Montpellier, 106p.
- PRASAD R., 1978:** Management practices for improving maize yield In Technology for increasing food production, FAO, Rome. 554-558.
- ROBELIN, M., 1983:** Fonctionnement hydrique et adaptation à la sécheresse. Colloque Physiologie du maïs, Royan 15-17 Mars 1983, INRA Paris
- ROUANET G. ; 1984:** Le maïs : Le technicien d'Agriculture tropicale. Édition Maisonneuve et Larose, Paris, France 142p.
- SANOU J. ; 1991a:** Rapport national du Burkina Faso sur l'amélioration variétale du maïs, INERA, Ouagadougou, Burkina Faso, 15p.
- SANOU, J. ; 1991b:** Sélection du maïs (*Zea mays L.*) pour la résistance à la sécheresse. Synthèse bibliographique, ENSA Montpellier. 17p.
- SANOU J., 1996:** Analyse de la variabilité génétique des cultivars locaux de maïs de la zone de savane Ouest Africaine en vue de sa gestion et de son utilisation. Thèse de doctorat, ENSA. Montpellier, France, 98 p.
- SANOU J., 2009:** Variétés de maïs vulgarisées au Burkina Faso, actualisation 2009. INERA/CT, 2p.
- SANOU J., 2003:** Programme d'activités de recherches 2003. Génétique et amélioration du maïs ouest et centre du Burkina Faso).INERA/Ouagadougou, 10p.
- SANOU J., SAUVAIRE D., 1988:** Sélection au Burkina Faso de maïs adaptés à un niveau d'intensification. L'agronomie tropicale 43-2 :99-105
- SARR A., 1975:** Modèle d'étude d'une structure de population : Analyse de la variabilité des populations «naturelles » de maïs (*Zea mays L.*) du Sénégal. Thèse de doctorat-ingénieur. Université de Paris-Sud, France, 155p.
- SAUVAIRE D., 1987:** communication présentée à l'atelier sur l'amélioration du niébé et du maïs en Afrique occidentale et centrale, Ouagadougou, Burkina Faso, 23-27 mars 1987, 15p.
- SERE Y., DIEME E. ; 1990:** Problèmes phytosanitaires du maïs au Burkina Faso. INERA ; Ouagadougou, Burkina Faso, 30p.
- SIMPORE, B.A. ; 2003:** Etude de la variabilité génétique des cultivars locaux de maïs (*Zea mays L.*) au Burkina Faso. Mémoire de fin de cycle d'ingénieur agronome, IDR/UPB, Burkina Faso 50 p.

- SIVAKUMAR M. V. K, GNOUMOU F., 1987:** Agroclimatologie de l'Afrique de l'ouest, Burkina Faso. ICRISAT.Bulletin d'information no 23, 192p
- SPRAGUE G. F., EBERHART.;1977:** Corn breeding in Corn and corn improvement, Sprague G. F., Number 18 in the series AGRONOMY, American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA, pp305-354.
- SPRAGUE G.F.S. and DUDLEY.J.W., 1988:** Corn and corn improvement 3th ed. Madison, USA, American society of Agronomy, 986p.
- TESHA A. J.; 1991:** Testing for drought resistance in maize cultivars grown in Tanzania. Influence du climat sur la production des cultures tropicales. Compte rendu du Séminaire régional organisé par la Fondation International pour la Science (IFS) et le Centre Technique de Coopération Agricole et Rurale (CTA), Ouagadougou, Burkina Faso. 219-224.
- TOLLENAR.M, 1977:** Sink-source relashionships during reproductive development in maize. A review. Maydica 22:49-75.
- TRAORE, N.S. ; 1997:** Etude bioécologique des cicadelles du genre Cicadulina(Homoptera, Cicadellidae), vectrices de la striure du maïs au Burkina Faso. Implications épidémiologiques. Thèse de Doctorat d'Etat. UNCI. 248p
- WALLACE DH, OZBIN JL, MUNGER HM., 1972:** Physiological genetics of crop yield. Adv.
- WALLACE DH., OZBIN JL., MUNGER HM. ; 1972:** Physiological genetics of crop yield. Adv. Np.
- WERY J. ; 1987:** Adaptation des plantes cultivées au déficit hydrique. Cours UB4 (Maîtrise de l'eau et du bioclimat). ENSA Montpellier
- WEY J., 1992: Rapport de synthèse programme agronomie maïs. Campagne 1991.
- ZOMA, W. O. ; 2010:** Amélioration de la variété Espoir de maïs en vue de l'intensification de sa culture, Mémoire de fin de cycle, IDR, UPB, Bobo Dioulasso, Burkina Faso, 51P

ANNEXES

ANNEXE 1 : Variétés de maïs vulgarisées par zone, par type d'agriculture et autorisées en production de semences au Burkina Faso en 2009

Type d'agriculture	Fertilisation minérale	Cycle variétal en jours après semis			
		Extra précoce 70-84 j	Précoce 85-94 j	Intermédiaire 95-110 j	Tardif + de 110 j
AGRICULTURE TRADITIONNELLE Potentiel variétal: 2-3t/ha Type variétal : composite	NPK : 100 kg/ha Urée : 100 kg/ha	KEB KEJ JFS	Jaune de Fô	Massayomba IRAT 80	
AGRICULTURE SEMI-INTENSIVE Potentiel variétal: 3,5-6,5t/ha Type variétal : composite	NPK : 200 kg/ha K ₂ SO ₄ : 50 kg/ha Urée1 : 100 kg/ha Urée2 : 50 kg/ha	Barka*****	Maka *** KPB KPJ FBC 6*** Wari*****	IRAT 171 Poza Rica 7822 IRAT 200 *** SR 22 SR 21 FBPC 1 * FBPC 2 * FBMS 1 ** FBMGS 1 ** Obatanpa **** Espoir **** FBDR3***** FBDR4***** ACR 94 TZE Comp.5-W ⁺ ACR 94 TZE Comp.5-Y ⁺	
AGRICULTURE INTENSIVE Potentiel variétal: 5-7t/ha Type variétal : Hybride	NPK : 300 kg/ha K ₂ SO ₄ : 50 kg/ha Urée1 : 100 kg/ha Urée2 : 50 kg/ha			FBH 1 FBH 33 FBH 33 ST FBH 34 ST Bondofa Oba super 2	IRAT 81
Zones agro-écologiques (pluviométrie)		Pluie<600 mm	Pluie<900 mm	Pluie>900 mm Périmètres irrigués	Périmètres irrigués
Site de référence		Saria	Kamboinsé	Farako Bâ, Niangoloko Kouaré	Vallée du Kou

Légende

- * Maïs à éclater
- ** Maïs sucré
- *** maïs à griller
- **** maïs riche en protéine
- ***** maïs résistant à la sécheresse

ANNEXE 2 : Listes des hybrides utilisés de l'étude

Liste des hybrides jaunes du CIMMYT

Entrées	Hybrides
1	CLYQ202/CML165
2	((CML161*CML451)-B*(CML164*CML437)-B)-B-18-1-2-3-1-B/CML165
3	((CML161*CML451)-B*(CML164*CML437)-B)-B-18-1-2-3-2-B/CML165
4	CLYN201CL02450
5	CLYN202/CL02450
6	CLYN203/CL02450
7	CLYN204/CL02450
8	CLYN205/CL02450
9	CLRCY047/CML451
10	CL-RCY018 /CML451
11	CL-RCY031/CML451
12	CL-RCY029/CML451
13	CML451/CL02450

Liste des hybrides blancs du CIMMYT

Entrées	Généalogie	Entrées	Généalogie
1	((CLQ-6203*CL-04321)-B-7-1-2-4-B/CL-FAWW11)-B-6-1-2-B-B-B-B/CML491	20	CLWN213/CML494
2	CLWQ238/CML491	21	CLWN214/CML494
3	CLQRCWQ124/CML494	22	CLWN215/CML494
4	CLQRCWQ123/CML491	23	CLWN216/CML494
5	CLWQ223/CML503	24	CLWN217/CML494
6	CLWQ221/CML503	25	CLWN218/CML494
7	CLWQ222/CML503	26	CLWN219/CML494
8	CLWN201/CML495	27	CLWN220/CML494
9	CLWN227/CML495	28	CLWN221/CML49
10	CLWN228/CML495	29	CLRCW104/CML494
11	CLWN204/CML494	30	CLWN222 /CML494
12	CLWN205/CML494	31	CLRCW109/CML494
13	CLWN206/CML494	32	CLWN223/CML494
14	CLWN207/CML494	33	CLWN224/CML494
15	CLWN208/CML494	34	CLRCW107/CML494
16	CLWN209/CML494	35	CLRCW105/CML494
17	CLWN210/CML494	36	CML494/CML495
18	CLWN211/CML494	37	CML491/CML503
19	CLWN212/CML94	38	CL04368/CLSPLW04

Liste du matériel végétal utilisé dans l'évaluation des hybrides de l'IITA et de l'INERA

Entrées	Généalogie	Couleurs	Origine
1	M00826-1	blanc	IITA
2	M0826-3	Blanc	IITA
3	M0826-7	blanc	IITA
4	M0826-11	Blanc	IITA
5	Tzi35 PlataxTzi18	jaune	INERA
6	Tzi18xWari	jaune	INERA
7	Tzi18 x Espoir	jaune	INERA

Liste des hybrides inter variétaux

Entrée	Généalogie	Couleurs
1	TZi18*SR21	blanc
2	FBMS1*Espoir	jaune
3	FBMS1*KEB	blanc
4	TZi18*KEB	blanc
5	TZi18* Espoir	blanc
6	FBMS1*Obatanpa	blanc
7	TZi18*Obatanpa	blanc
8	FBMS1*KEJ	jaune
9	FBMS1*SR21	blanc
10	TZi18*KEJ	jaune
11	TZi18*KPB	blanc
12	FBMS1*KPB	blanc
13	Tzi35 Plata*KEJ	blanc
14	TZi18*Wari	jaune

Liste des hybrides simples issus de Espoir en 2010

Entrée	Généalogie	Couleurs	Entrée	Généalogie	Couleur
1	220A*114D	jaune	25	276A*5B	jaune
2	139A*228B	jaune	26	346A*58B	jaune
3	79A*37D	jaune	27	323A*148B	jaune
4	137A*208B	jaune	28	76A*199B	jaune
5	250A*26D	jaune	29	80A*112B	jaune
6	143A*50D	jaune	30	202A*201B	jaune
7	312A*104D	jaune	31	269A*50B	jaune
8	131A*20D	jaune	32	121A*145B	jaune
9	209A*70D	jaune	33	283A*83B	jaune
10	276A*85D	jaune	34	316A*92B	jaune
11	228A*77D	jaune	35	316A*68D	jaune
12	139A*228B	jaune	36	86A*114B	jaune
13	346A*46D	jaune	37	323A*5D	jaune
14	314A*73D	jaune	38	79A*65B	jaune
15	60A*96D	jaune	39	313A*97D	jaune
16	81A*78D	jaune	40	339A*79D	jaune
17	313A*152B	jaune	41	42A*103D	jaune
18	18A*162B	jaune	42	112A*30D	jaune
19	228A*19B	jaune	43	76A*48D	jaune
20	143A*239B	jaune	44	238A*10D	jaune
21	104A*17B	jaune	45	240A*8B	jaune
22	305A*187B	jaune	46	269A*92D	jaune
23	238A*189B	jaune	47	65A*180B	jaune
24	303A218B	jaune			

A = lignées Espoir ; B = lignée Tzi18 ; D = lignée Tzi35 Plata

Liste des hybrides simples créés en 2011

Entrées	Généalogie	Couleurs	Entrées	Généalogie	Couleurs
1	Tzi35 Plata*DED811	jaune	27	Tzi35 Plata*ELN40-2-21-4	jaune
2	Tzi35 Plata*MO17	jaune	28	Tzi35 Plata*ELN47-1-3-2	jaune
3	Tzi35 Plata*B73	jaune	29	Tzi35 Plata*ELN39-3-8-5	jaune
4	EV 84 44 SR*ELN41-2-7-2	blanc	30	Tzi35 Plata*ELN40-2-21-3	jaune
5	EV 84 44 SR*ELN43-1-7-1	blanc	31	Tzi35 Plata*ELN46-2-12-2	jaune
6	EV 84 44 SR*ELN42-4-4-5	blanc	32	Tzi35 Plata*ELN46-4-17-2	jaune
7	EV 84 44 SR*ELN41-1-1-1	blanc	33	Tzi35 Plata*ELN46-4-17-7	jaune
8	EV 84 44 SR*ELN40-2-7-1	blanc	34	EV 84 44 SR*ELN41-1-1-4	blanc
9	EV 84 44 SR*ELN42-4-4-4	blanc	35	Tzi35 Plata*ELN43-5-7-4	jaune
10	EV 84 44 SR*ELN48-3-9-2	blanc	36	Tzi35 Plata*ELN44-5-12-1	jaune
11	EV 84 44 SR*ELN41-1-1-3	blanc	37	Tzi35 Plata*ELN44-4-11-1	jaune
12	EV 84 44 SR*ELN41-2-7-3	blanc	38	Tzi35 Plata*ELN45-1-4-1	jaune
13	Tzi35 Plata*ELN46-4-17-6	jaune	39	Tzi35 Plata*ELN44-5-13-5	jaune
14	Tzi35 Plata*ELN46-4-17-1	jaune	40	Tzi35 Plata*ELN46-4-17-4	jaune
15	Tzi35 Plata*ELN40-9-4-1	jaune	41	Tzi35 Plata*ELN43-4-5-1	jaune
16	Tzi35 Plata*ELN40-8-2-3	jaune	42	Tzi35 Plata*ELN43-1-25-1	jaune
17	Tzi35 Plata*ELN 45-1-6-1	jaune	43	Tzi35 Plata*ELN40-8-2-1	jaune
18	Tzi35 Plata*ELN40-2-21-5	jaune	44	Tzi35 Plata*ELN40-9-8-1	jaune
19	Tzi35 Plata*ELN45-1-4-3	jaune	45	Tzi35 Plata*ELN46-4-16-1	jaune
20	Tzi35 Plata*ELN40-2-21-2	jaune	46	Tzi35 Plata*ELN45-1-1-1	jaune
21	Tzi35 Plata*ELN42-4-4-2	jaune	47	Tzi35 Plata*ELN45-3-7-2	jaune
22	Tzi35 Plata*ELN46-2-4-1	jaune	48	Tzi35 Plata*ELN42-4-4-1	jaune
23	Tzi35 Plata*ELN40-8-3-3	jaune	49	Tzi35 Plata*ELN45-3-7-1	jaune
24	Tzi35 Plata*ELN45-1-6-3	jaune	50	Tzi35 Plata*ELN41-1-1-5	jaune
25	Tzi35 Plata*ELN40-2-21-1	jaune	51	Tzi35 Plata*ELN43-4-5-2	jaune
26	Tzi35 Plata*ELN43-4-5-3	jaune			

Annexe 3 : liste des lignées utilisées pour la création d'hybrides

Liste des lignées exotiques

N°	Génotypes	Couleurs	N°	Génotypes	Couleurs
1	W153	jaune	9	A632	Jaune
2	B37	Jaune	10	Co158	jaune
3	Mo17	Jaune	11	H99	Jaune
4	FV2	jaune	12	DE811	Jaune
5	EP1	Jaune	13	FV252	jaune
6	FV7	Jaune	14	W182E	Jaune
7	C103	jaune	15	OH43	Jaune
8	F283	Jaune	16	B73	jaune

Liste des lignées de FBC6

N°	Génotypes	Couleurs	N°	Génotypes	Couleurs
1	ELN 41-2-7-3	blanche	34	ELN 40-8-3-3	jaune
2	ELN 41-1-7-3	blanche	35	ELN40-9-8-1	jaune
3	ELN48-3-9-2	blanche	36	ELN 46-4-17-7	jaune
4	ELN43-1-7-1	blanche	37	ELN46-2-12-2	jaune
5	ELN 41-2-7-2	blanche	38	ELN 46-4-17-1	jaune
6	ELN 41-2-7-1	blanche	39	ELN40-8-3-1	jaune
7	ELN 42-4-4-4	blanche	40	ELN 45-1-1-2	jaune
8	ELN41-1-1-2	blanche	41	ELN46-4-7-1	jaune
9	ELN 41-1-1-1	blanche	42	ELN 40-8-2-2	jaune
10	ELN 41-1-1-3	blanche	43	ELN46-4-17-5	jaune
11	ELN41-1-1-4	blanche	44	ELN 46-4-17-3	jaune
12	ELN 41-1-1-5	blanche	45	ELN 43-5-7-1	jaune
13	ELN42-4-4-2	blanche	46	ELN43-4-5-1	jaune
14	ELN 42-4-4-5	blanche	47	ELN45-1-4-3	jaune
15	ELN42-4-4-1	blanche	48	ELN 43-5-7-2	jaune
16	ELN 40-2-21-3	jaune	49	ELN46-2-4-1	jaune
17	ELN40-2-21-2	jaune	50	ELN45-3-7-1	jaune
18	ELN 40-2-21-4	jaune	51	ELN 46-4-16-1	jaune
19	ELN 39-3-8-5	jaune	52	ELN46-4-17-6	jaune
20	ELN 40-2-21-1	jaune	53	ELN 45-1-4-1	jaune
21	ELN 44-5-13-5	jaune	54	ELN46-4-17-2	jaune
22	ELN 40-2-21-5	jaune	55	ELN 45-3-7-2	jaune
23	ELN 44-5-12-1	jaune	56	ELN43-5-7-4	jaune
24	ELN45-1-6-1	jaune	57	ELN40-8-2-1	jaune
25	ELN45-1-6-2	jaune	58	ELN 46-2-12-1	jaune
26	ELN45-1-6-3	jaune	59	ELN 43-4-5-2	jaune
27	ELN 43-1-25-1	jaune	60	ELN 44-4-11-1	jaune
28	ELN40-9-4-1	jaune	61	ELN45-1-1-1	jaune
29	ELN47-1-3-2	jaune	62	ELN46-4-17-4	jaune
30	ELN 45-1-4-4	jaune	63	ELN 40-7-9-1	jaune
31	ELN 43-4-5-3	jaune	64	ELN45-3-7-3	jaune
32	ELN45-3-7-4	jaune	65	ELN 43-4-5-2	jaune
33	ELN43-5-7-1	jaune	66	ELN40-8-2-3	jaune

Annexe 4 : Liste des lignées testées

Liste des lignées jaunes introduites du CIMMYT

Entrée	Généalogie	Entrée	Généalogie
1	CL02450Q	8	CLQ-RCYQ62
2	CLQG2508	9	CLQRCYQ67
3	CLQRCYQ40	10	CLQ-S89YQ04
4	CLQRCY44	11	CLQS89YQ06
5	CLQ-RCYQ49	12	CML451Q
6	CLQRCYQ59	13	CML161
7	CLQRCYQ60	14	CML165

Liste des lignées blanches introduites du CIMMYT

Entrée	Généalogie	Entrée	Généalogie
1	CLG2312	10	CLRCW87
2	CLRCW100	11	CLRCW89
3	CLRCW105	12	CLRCW95
4	CLRCW40	13	CLRCW96
5	CML500	14	CLRCW97
6	CLRCW43	15	CLSPLW04
7	CML498	16	CML494
8	CLRCW72	17	CML495
9	CLRCW85		

Liste des lignées S2 de FBC6

Entrées	Généalogie	Couleurs	Entrées	Généalogie	Couleurs
1	ELN 40-2-21-5	jaune	20	ELN 43-4-5-1	jaune
2	ELN 40-2-21-3	jaune	21	ELN 45-1-6-3	jaune
3	ELN 40-2-21-1	jaune	22	ELN 43-5-7-4	jaune
4	ELN 40-2-21-2	jaune	23	ELN 41-1-1-5	blanche
5	ELN 40-2-21-4	jaune	24	ELN 43-5-7-1	jaune
6	ELN 43-1-7-1	blanche	25	ELN 46-4-17-7	jaune
7	ELN 41-2-7-1	blanche	26	ELN 45-3-7-3	jaune
8	ELN 39-3-8-5	jaune	27	ELN 45-1-6-2	jaune
9	ELN 41-2-7-3	blanche	28	ELN 45-1-1-2	jaune
10	ELN 41-2-7-2	blanche	29	ELN 45-1-6-1	jaune
11	ELN 43-4-5-3	jaune	30	ELN 45-1-1-1	jaune
12	ELN 43-4-5-2	jaune	31	ELN 46-4-17-2	jaune
13	ELN 42-4-4-2	blanche	32	ELN 41-1-1-3	blanche
14	ELN 46-4-16-1	jaune	33	ELN 46-4-17-1	jaune
15	ELN 40-9-8-1	jaune	34	ELN 41-1-1-4	blanche
16	ELN 40-8-3-3	jaune	35	ELN 41-1-1-1	blanche
17	ELN 42-4-4-1	blanche	36	ELN 41-1-1-2	blanche
18	ELN 40-8-3-1	jaune	37	ELN 46-4-17-3	jaune
19	ELN 45-1-4-3	jaune			

Annexe 5 : Liste des lignées S2 de la variété FBC6

Entrée	Généalogie	Entrée	Généalogie	Entrée	Généalogie
1	ELN43-4-3-1	31	ELN47-2-1-1	61	ELN40-1-14-1
2	ELN44-3-4-1	32	ELN45-2-2-1	62	ELN40-1-11-1
3	ELN48-3-15-1	33	ELN40-7-2-1	63	ELN48-2-11-1
4	ELN40-2-17-1	34	ELN45-2-2-2	64	ELN41-3-5-2
5	ELN42-4-8-5	35	ELN39-2-11-2	65	ELN39-2-11-1
6	ELN46-5-2-5	36	ELN48-1-10-1	66	ELN46-4-14-1
7	ELN46-5-2-2	37	ELN43-1-3-1	67	ELN46-5-2-1
8	ELN45-2-3-2	38	ELN45-2-3-1	68	ELN48-5-11-1
9	ELN44-3-15-1	39	ELN40-7-10-1	69	ELN40-7-6-5
10	ELN46-5-6-4	40	ELN48-1-10-2	70	ELN46-5-6-1
11	ELN45-2-7-1	41	ELN45-3-10-1	71	ELN40-7-6-2
12	ELN45-2-7-3	42	ELN46-5-6-5	72	ELN46-5-2-4
13	ELN46-2-1-1	43	ELN42-4-14-1	73	ELN40-9-22-3
14	ELN46-4-1-1	44	ELN48-2-8-1	74	ELN46-5-6-2
15	ELN45-3-10-2	45	ELN40-7-6-6	75	ELN40-1-11-2
16	ELN43-1-3-2	46	ELN45-2-2-3	76	ELN43-4-6-2
17	ELN48-4-5-1	47	ELN46-5-5-2	77	ELN39-2-16-1
18	ELN46-4-13-1	48	ELN40-1-4-2	78	ELN43-1-10-1
19	ELN46-4-9-2	49	ELN42-4-8-4	79	ELN48-4-9-2
20	ELN45-2-7-2	50	ELN42-4-8-3	80	ELN48-2-9-1
21	ELN44-4-8-2	51	ELN40-7-2-2	81	ELN40-1-12-1
22	ELN46-4-9-1	52	ELN46-5-2-3	82	ELN45-2-4-1
23	ELN40-9-9-1	53	ELN46-5-6-3	83	ELN40-8-4-2
24	ELN46-1-5-1	54	ELN46-4-10-1	84	ELN40-8-4-1
25	ELN42-4-8-1	55	ELN44-1-10-1	85	ELN48-4-9-3
26	ELN46-5-5-1	56	ELN41-3-5-1	86	ELN48-4-9-1
27	ELN47-2-1-2	57	ELN40-2-17-3	87	ELN40-8-4-3
28	ELN40-1-4-1	58	ELN42-4-8-2	93	ELN46-4-10-2
29	ELN40-2-17-2	59	ELN43-1-10-2		
30	ELN40-7-2-3	60	ELN48-2-8-2		

Annexe 6 : Liste de matériels destinés à la création de nouvelles lignées (S2 de FBC6*FBMS1)

N°	Généalogie	N°	Généalogie	N°	Généalogie
1	ELN 39-2-12	31	ELN 40-7-2	61	ELN 40-1-4
2	ELN 39-2-14	32	ELN 40-7-6	62	ELN 40-1-11
3	ELN 39-2-16	33	ELN 40-9-1	63	ELN 40-7-14
4	ELN 40-4-1	34	ELN 40-9-5	64	ELN 40-8-4
5	ELN 40-5-14	35	ELN 40-9-9	65	ELN 40-9-12
6	ELN 41-2-3	36	ELN 42-4-8	66	ELN 40-9-17
7	ELN 41-3-3	37	ELN 42-4-14	67	ELN 43-2-5
8	ELN 41-3-5	38	ELN 43-1-19	68	ELN 43-4-8
9	ELN 42-3-4	39	ELN 43-1-20	69	ELN 43-4-14
10	ELN 43-4-15	40	ELN 43-2-2	70	ELN 43-4-20
11	ELN 44-1-4	41	ELN 43-2-3	71	ELN 44-4-1
12	ELN 44-1-5	42	ELN 43-4-3	72	ELN 45-2-2
13	ELN 46-1-5	43	ELN 43-4-6	73	ELN 45-2-3
14	ELN 46-1-12	44	ELN 43-4-22	74	ELN 46-2-2
15	ELN 47-1-9	45	ELN 43-4-25	75	ELN 46-2-3
16	ELS 48-2-8	46	ELN 44-1-10	76	ELN 46-2-10
17	ELN 48-2-9	47	ELN 44-3-3	77	ELN 46-3-4
18	ELN 40-1-12	48	ELN 44-3-4	78	ELN 46-4-14
19	ELN 40-7-10	49	ELN 44-3-6	79	ELN 46-5-5
20	ELN 40-9-22	50	ELN 44-3-15	80	ELN 47-2-1
21	ELN 43-1-3	51	ELN 44-4-8	81	ELN 48-2-11
22	ELN 43-4-19	52	ELN 44-4-16	82	ELN 48-3-15
23	ELN 45-2-4	53	ELN 44-5-5	83	ELN 48-4-5
24	ELN 45-2-12	54	ELN 45-1-2	84	ELN 48-4-9
25	ELN 46-2-1	55	ELN 45-2-7	85	ELN 41-3-4
26	ELN 46-2-11	56	ELN 46-4-1	86	ELN 43-1-10
27	ELN 46-5-6	57	ELN 46-4-9	87	ELN 44-5-2
28	ELN 48-3-11	58	ELN 46-4-10	88	ELN 45-3-10
29	ELN 40-1-7	59	ELN 46-4-13	89	ELN 47-1-2
30	ELN 40-2-17	60	ELN 46-5-2	90	ELN 48-1-10