

Table des matières

Dédicace.....	iv
Remerciements	v
Liste des tableaux.....	vii
Listes des photos.....	x
Liste des figures	x
Sigles et abréviations	xi
Résumé	xii
Abstract	xiii
Introduction générale.....	1
Chapitre 1 : Revue bibliographique	4
I.Importance des ressources génétiques dans l'amélioration du maïs au Burkina Faso	4
1.1.Risques de déperdition de la diversité génétique du maïs au Burkina Faso.....	4
1.2. Gestion des ressources génétiques du maïs au Burkina Faso	6
1.3. Enjeux des cultivars locaux pour l'amélioration du maïs au Burkina Faso .	7
II.Diversité génétique des cultivars locaux de maïs.....	8
2.1.Diversité phénotypique.....	9
2.2.Diversité biochimique	10
2.3.Diversité moléculaire.....	11
III.Performances agronomiques des cultivars locaux de maïs	11
3.1.Rusticité des cultivars locaux	12
3.2.Résistance des cultivars locaux aux maladies	13
3.3.Rendement des cultivars locaux	14
Chapitre 2 : Matériel et méthodes.....	15
2.1.Site expérimental.....	15
2.2.Matériel végétal	15

2.3.Méthodes.....	19
2.3.1.Dispositif expérimental	19
2.3.2.Mesures expérimentales	19
2.3.2.1.Architecture de la plante	20
2.3.2.2.Caractéristiques biométriques de l'épi	21
2.3.2.3.Maladies.....	21
2.3.2.4.Cycle de développement.....	22
2.3.2.5.Productivité	22
2.3.3.Analyses statistiques.....	23
Chapitre 3 : Résultats et discussion	25
A.Résultats	25
I.Evaluation agro-morphologique des cultivars de cycle intermédiaire.....	25
1.1.Description des cultivars locaux évalués.....	25
1.2.Caractéristiques des cultivars locaux de cycle intermédiaire présentant une singularité.....	30
1.3.Structuration de la diversité des cultivars de cycle intermédiaire	33
1.4.Regroupement des cultivars locaux de cycle intermédiaire sur la base des similarités	37
1.5.Vérification de l'appartenance des cultivars locaux aux différents groupes	39
II.Evaluation agro morphologique des cultivars de maïs de cycle précoce	41
2.1.Description des cultivars locaux de maïs de cycle précoce évalués	41
2.2.Caractéristiques des cultivars locaux de cycle précoce présentant une singularité.....	45
2.3.Structuration de la diversité des cultivars de cycle précoce	48
2.4.Regroupement des cultivars locaux de cycle précoce en fonction de leurs ressemblances.....	51
2.5.Vérification de l'appartenance des cultivars locaux de cycle précoce aux différentes classes	54
III.Similarités entre les cultivars locaux de cycle précoce et de cycle intermédiaire du Burkina Faso.....	56
3.1.Regroupement des cultivars locaux.....	56
3.2.Vérification de l'appartenance des cultivars locaux aux différents groupes	60
B.Discussion.....	61

1.Diversité agro-morphologique inter-cultivars locaux.....	61
2.Intérêt de la sélection des cultivars	62
3.Coexistence de cultivars locaux, de variétés améliorées et de variétés dégénérées	63
4.Sélection contre les maladies.....	63
5.Critères de structuration des cultivars locaux.....	64
6.Sélection inter-cultivars	65
7.Disponibilité des ressources.....	65
Conclusion et perspectives.....	66
Références bibliographiques	68
Annexes.....	I

Dédicace

**A MA TENDRE FAMILLE
ET AUX VAILLANTS AGRICULTEURS BURKINABÈ.**

Remerciements

Une personne ne saurait se réaliser dans la société sans l'appui pédagogique de plusieurs personnes. En toute humilité, nous désirons témoigner notre gratitude à toutes les personnes qui nous ont soutenus pendant ce stage de dix mois passés au programme Céréales Traditionnelles de Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA) Farako-Bâ.

Notre reconnaissance va à tout le corps professoral de l'Institut du Développement Rural pour les efforts consentis pour notre formation et pour avoir contribué à faire de nous des cadres aspirants au développement du monde rural.

Nous témoignons notre reconnaissance à M. Bégue DAO, Directeur de ce mémoire pour ses conseils visant l'amélioration de la qualité scientifique et la mise en forme du mémoire.

Nous voudrions exprimer notre profonde gratitude au Dr Jacob SANOU, Directeur Régional de la DRREA/Ouest, chef de la section CT/Maïs et notre maître de stage pour nous avoir permis d'effectuer notre stage dans sa structure. Malgré ses multiples occupations, il nous a consacré du temps pour nous encadrer, conseiller lors de la conduite de nos travaux et pour les lectures critiques de ce mémoire. Nous lui disons merci.

Nous adressons nos vifs remerciements au Dr Abdalla DAO notre Co-maître de stage pour sa compréhension, son indulgence et son soutien durant notre stage. Egalement, nous lui disons merci pour les formations qu'il nous a données sur l'analyse des données, ses remarques et suggestions au cours des expérimentations et pour les lectures critiques et approfondies de ce mémoire.

Notre gratitude va à l'INERA/CNS-FL qui nous a soutenus en nous octroyant une bourse de stage à travers le Programme de Productivité Agricole en Afrique de l'Ouest (PPAAO/WAAPP).

Merci au Dr Nofou OUEDRAOGO, M. Pascal PARE et Mme Jeanne SIB/KABORE pour leurs soutiens, conseils et pour l'ambiance de travail qu'ils ont su créer.

Nous disons merci à tout le personnel de l'INERA pour leur accueil chaleureux, leur multiple aide et leur compréhension lors des travaux champêtres et collecte des données.

A tous nos camarades stagiaires, en l'occurrence Salimata Ga-Djournagan TRAORE, merci pour ta franche collaboration, pour ton soutien pendant les moments de doutes et pour l'ambiance de travail et de convivialité que tu as su créer.

Merci à nos camarades de classe notamment à Aïchatou N. C. DAO, Mariam BARRO et à Florence YAMEOGO pour les moments passés ensemble durant les cinq années de formation et pour ces moments de joies et de peines vécus dans la fraternité.

Nous ne saurions terminer sans remercier ma famille qui a fait de moi ce que je suis et merci à eux pour leurs soutiens inestimables durant notre stage.

A tous nous disons merci, nous serons le porte flambeau des valeurs inculquées et les expériences vécues nous serviront toujours de leçons.

Liste des tableaux

Tableau 1 : Liste des cultivars locaux collectés dans la province du Houet et des variétés améliorées de maïs de cycle intermédiaire	17
Tableau 2 : Liste des cultivars locaux collectés dans la province du Houet et des variétés améliorées de maïs de cycle intermédiaire	18
Tableau 3 : Minimum, maximum, moyenne et coefficient de variation des variables de l'architecture des cultivars locaux et des variétés améliorées de cycle intermédiaire.....	27
Tableau 4 : Minimum, maximum, moyenne et coefficient de variation des variables des caractéristiques biométriques de l'épi des cultivars et variétés améliorées de cycle intermédiaire.....	28
Tableau 5 : Minimum, maximum, moyenne et coefficient de variation des variables du cycle des cultivars et des variétés améliorées de cycle intermédiaire	29
Tableau 6 : Minimum, maximum, moyenne et coefficient de variation des variables de la productivité des cultivars et variétés améliorées de cycle intermédiaire	29
Tableau 7 : Minimum, maximum, moyenne et coefficient de variation des variables de la maladie des cultivars et variétés améliorées de cycle intermédiaire.....	30
Tableau 8 : Liste des cultivars de cycle intermédiaire ayant exprimé la plus grande moyenne et la plus faible moyenne pour les variables d'architecture de la plante ...	31
Tableau 9 : Liste des cultivars de cycle intermédiaire ayant exprimé la plus grande moyenne et la plus faible moyenne pour les caractéristiques biométriques de l'épi.	32
Tableau 10 : Liste des cultivars de cycle intermédiaire ayant exprimé la plus grande moyenne et la plus faible moyenne pour le cycle	32
Tableau 11 : Relation entre les variables de la population de cycle intermédiaire....	33
Tableau 12 : Corrélation entre les variables mesurées sur la population de maïs de cycle intermédiaire.....	34
Tableau 13 : Valeur propre et corrélation des variables des cultivars locaux à cycle intermédiaire avec les composantes	35
Tableau 14 : Répartition des cultivars à cycle intermédiaire en fonction des classes	38
Tableau 15 : Caractéristiques des classes issues de la classification ascendante hiérarchique des cultivars de cycle intermédiaire	39
Tableau 16 : Test d'égalité des moyennes des classes des cultivars de cycle intermédiaire.....	40

Tableau 17 : Distance de Mahalanobis entre les classes formées par les cultivars de cycle intermédiaire.....	40
Tableau 18 : Minimum, maximum, moyenne et coefficient de variation des variables de l'architecture des cultivars et des variétés améliorées de cycle précoce	42
Tableau 19 : Minimum, maximum, moyenne et coefficient de variation des variables des caractéristiques biométriques de l'épi des géotypes de cycle précoce	43
Tableau 20 : Minimum, maximum, moyenne et coefficient de variation des variables du cycle des cultivars et variétés améliorées de cycle précoce.....	44
Tableau 21 : Minimum, maximum, moyenne et coefficient de variation des variables de la productivité des cultivars et variétés améliorées de cycle précoce	44
Tableau 22 : Minimum, maximum, moyenne et coefficient de variation des variables de la maladie des cultivars et variétés améliorées de cycle précoce.....	45
Tableau 23 : Liste des cultivars de cycle précoce ayant exprimé la plus grande moyenne et la plus faible moyenne pour les variables d'architecture de la plante ...	46
Tableau 24 : Liste des cultivars de cycle précoce ayant exprimé la plus grande moyenne et la plus faible moyenne pour les caractéristiques biométriques de l'épi.	47
Tableau 25 : Liste des cultivars de cycle précoce ayant exprimé la plus grande moyenne et la plus faible moyenne pour le cycle de la plante.....	47
Tableau 26 : Liste des cultivars de cycle précoce ayant exprimé la plus grande moyenne et la plus faible moyenne pour la productivité	48
Tableau 27 : Corrélation entre les variables mesurées sur les cultivars de cycle précoce.....	49
Tableau 28 : Vecteur propre et corrélation entre variables des cultivars de cycle précoce avec les composantes	50
Tableau 29 : Répartition des cultivars à cycle précoce en fonction des classes.....	53
Tableau 30 : Caractéristiques des classes issues de la classification ascendante hiérarchique des cultivars et variétés améliorées de cycle précoce	54
Tableau 31 : Test d'égalité des moyennes des classes des cultivars de cycle précoce	55
Tableau 32 : Distance de Mahalanobis entre les classes formées par des cultivars de cycle précoce.....	55
Tableau 33 : Répartition des cultivars en fonction des classes	58
Tableau 34 : Caractéristiques des classes issues de la classification ascendante hiérarchique.....	59

Tableau 35 : Test d'égalité des moyennes des classes des cultivars.....	60
Tableau 36 : Distance de Mahalanobis entre les classes formées par les cultivars de cycle précoce et intermédiaire	60

Listes des photos

Photo 1 : Diversité inter cultivars locaux de formes et de couleur des épis	9
---	---

Liste des figures

Figure 1 : Projection des cultivars de cycle intermédiaire (b) et des variables (a) dans le plan formé par les axes 1 et 2.....	36
Figure 2 : Classification ascendante hiérarchique des 35 échantillons (cultivars et variétés améliorées) de cycle intermédiaire.....	37
Figure 3 : Représentation des différentes classes (1,2 et 3) formées par les cultivars de cycle intermédiaire dans le plan canonique discriminant formé par les composantes canoniques 1 et 2	41
Figure 4 : Projection des cultivars de cycle précoce (a) et des variables (b) dans le plan formé par les axes 1 et 2	51
Figure 5 : Classification ascendante hiérarchique des cultivars et des variétés améliorées de cycle précoce	52
Figure 6 : Représentation des différentes classes formées par les cultivars de cycle précoce dans le plan canonique discriminant formé par les composantes canoniques 1 et 2.....	56
Figure 7 : Classification ascendante hiérarchique des cultivars de cycle précoce et intermédiaire.....	57
Figure 8 : Représentation des différentes classes formées par les cultivars de cycle précoce et intermédiaire dans le plan canonique discriminant formé par les composantes canoniques 1 et 2	61

Sigles et abréviations

ACP : Analyse en Composantes Principales

AFD : Analyse Factorielle Discriminante

CAH : Classification Ascendante Hiérarchique

CIMMYT : Centre International pour l'Amélioration du Blé et du Maïs

CNS-FL : Centre National de Spécialisation en Fruits et Légumes

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

FBC6 : Farako-Bâ Maïs Composite n°6

INERA : Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles

KPB : Kamboinsé Extra Précoce Blanc

KPJ : Kamboinsé Précoce Jaune

PNSAN : Politique Nationale de Sécurité Alimentaire et Nutritionnelle

PPAAO : Programme de Productivité Agricole en Afrique de l'Ouest

SR 21 : Streak Resistance n° 21

SR 22 : Streak Resistance n° 22

Résumé

Trente-un cultivars de cycle intermédiaire et onze de cycle précoce collectés dans la province du Houet ont été évalués sur le plan agro-morphologique dans un dispositif en blocs complètement randomisés sur le site d'expérimentation de l'INERA Farako-Bâ. Neuf variétés améliorées vulgarisées par la recherche ont servi de variétés témoins.

L'objectif de l'étude est d'étudier la diversité agro-morphologique au sein des cultivars locaux et d'étudier la diversité phénotypique entre les cultivars locaux et les variétés améliorées vulgarisées. La caractérisation du matériel végétal a été réalisée à l'aide de diverses variables définissant l'architecture de la plante, les caractéristiques agronomiques de l'épi, les maladies, le cycle de développement et la productivité.

Les analyses descriptives ont révélé une forte hétérogénéité phénotypique entre les cultivars locaux de maïs. L'analyse en composantes principales a synthétisé l'information apportée par les dix variables en 2 composantes qui restituent 77,15% de la variance totale pour les cultivars de cycle intermédiaire et 86,42% pour les cultivars de cycle précoce. La classification ascendante hiérarchique a permis de structurer la diversité génétique des cultivars de cycle intermédiaire et de cycle précoce en trois classes distinctes chacune. Les analyses multivariées quant à elles, ont permis l'identification de dix variables discriminantes des trois classes pour les cultivars de cycle intermédiaire, neuf pour ceux précoces et dix pour l'ensemble des deux.

En somme, ces variables pourraient constituer des critères de base pour différencier les cultivars locaux de maïs. Au vu des variabilités génétiques qu'ils renferment, ils pourront être utilisés comme sources de gènes d'intérêt pour l'amélioration et la création de composites ou d'hybrides performants.

Mots clés : cultivar local, diversité phénotypique, amélioration, maïs, Burkina Faso.

Abstract

Thirty one landraces intermediate maturing and eleven early maturing collected in the province of Houet were agro-morphologically evaluated in randomized block design in Farako-Bâ (INERA) station. Nine improved varieties were used as controls.

The objective of this study was to evaluate the phenotypic diversity among landraces and between landraces and improved varieties. The characterization of the varieties was carried out using many traits defining the architecture of the plant, the ear agronomic parameters, the diseases, the maturity and the productivity.

Descriptive statistics showed an important phenotypic variability for all traits used. Principal component analysis summarized the information contained in the ten variables into two components that explained 77, 15% of the total variance for intermediate maturing and 86, 42% for early maturing. The cluster analysis allowed us to group the genetic diversity of each intermediate and early maturing into three main clusters. Multivariate analyses have identified ten discriminate traits of the three classes for the intermediate maturing, nine for the early maturing and ten for both of them.

Then, these traits could be primary criteria to differentiate maize landrace. The genetic variability of the landraces could be exploited in cultivars development as source of beneficial genes.

Keywords: Landraces, phenotypic variability, improvement, maize, Burkina Faso.

Introduction générale

L'agriculture remplit la fonction de secteur leader pour le développement et la sécurité alimentaire des pays africains. Pays sahélien et essentiellement agricole, le Burkina Faso, reste confronté au défi permanent d'assurer une sécurité alimentaire et nutritionnelle durable à sa population. Son agriculture repose principalement sur la culture de céréales pluviales (sorgho, mil, maïs) qui occupe annuellement plus de 88 % des surfaces emblavées. Aussi, le régime alimentaire burkinabé est-il essentiellement composé de céréales qui participent pour 67 à 70 % à l'apport calorifique total des ménages (PNSAN, 2013).

La filière maïs fait partie des chaînes de valeur de première importance pour la sécurité alimentaire (Kaminski *et al.*, 2013). En effet, le maïs a une importance économique de premier ordre au plan national (Paliwal, 2002) car il contribue environ à 3 % au Produit Intérieur Brut du pays (Kaminski *et al.*, 2013). Néanmoins, sa production est principalement destinée à la satisfaction des besoins alimentaires nationaux (Guissou, 2012). Son usage est multiple et varié car c'est la seule céréale qui puisse être utilisée comme aliments à diverses étapes du développement de la plante (Paliwal, 2002).

Cependant, la filière maïs demeure marquée par des contraintes importantes telles que la faible productivité, la forte dépendance à la pluviométrie, les faibles liens avec les marchés et les systèmes financiers, la gestion foncière difficile, la faible transformation et la valorisation insuffisante des productions agricoles (Guissou, 2012). La croissance démographique et l'augmentation soutenue du Produit Intérieur Brut (PIB) que cette culture favorise, influent le plus sur la demande en maïs (Kaminski *et al.*, 2013). De plus, cette demande nationale s'accroît et la satisfaire, notamment par l'amélioration des rendements, constitue un défi pour les producteurs (Guissou, 2012).

La performance en amélioration des plantes est l'un des critères les plus recherchés par les sélectionneurs. Ainsi de nombreuses études portent sur la diversité génétique. Au Burkina Faso, des variétés améliorées vulgarisées coexistent avec celles dites locales. Si l'introduction de variétés élites devient un processus permanent et généralisé, on pourrait atteindre un seuil où le transfert de gènes de

ces dites variétés réduirait ou éliminerait la diversité génétique des populations locales (Berthaud et Gepts, 2004). La diminution ou réduction de la diversité génétique pourrait engendrer l'apparition des variétés dites créolisées, lesquelles variétés sont nettement différentes des cultivars locaux mais faiblement différentes des variétés élites.

C'est dans cette optique que plusieurs collectes de cultivars locaux ont été entreprises dans différentes localités du Burkina Faso. Ces collectes étaient réalisées en vue d'une évaluation génétique aboutissant à une préservation de la diversité génétique pour une exploitation ultérieure efficiente dans les programmes d'amélioration variétale.

De même, face aux crises alimentaires à répétition dues à la récurrence des aléas climatiques (répartitions inégales des pluies, inondations et/ou sécheresses) couplée aux contraintes biotiques et abiotiques qui compromettent les récoltes et à la forte croissance démographique (3,1% par an) observée ces dernières années, des efforts sont consentis par l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles. Ces efforts sont fournis notamment en amélioration et sélection variétale du maïs en vue de combler ce déficit alimentaire et nutritionnel, et de promouvoir l'autosuffisance alimentaire. La présente étude qui est une contribution à la réalisation de ces travaux, s'intéresse à la diversité agro-morphologique de cinquante (50) cultivars locaux de maïs (*Zea mays* L. 1753) collectés dans la province du Houet (Burkina Faso).

Elle a été conduite suivant différentes hypothèses :

- ✓ Il existe une diversité agro-morphologique entre les cultivars locaux et les variétés améliorées ;
- ✓ Il existe une diversité agro-morphologique au sein des cultivars locaux.

L'objectif global est de contribuer à la compréhension des données génétiques en vue de la création et de l'amélioration de variétés de maïs pour l'atteinte de la sécurité alimentaire. De façon spécifique, il s'agit de :

- ✓ étudier la diversité phénotypique entre les cultivars locaux et les variétés améliorées vulgarisées ;
- ✓ étudier la diversité agro-morphologique au sein des cultivars locaux.

Le présent mémoire s'articule en trois chapitres :

- ✓ le premier chapitre présente la revue bibliographique qui aborde l'importance des ressources génétiques dans l'amélioration du maïs au Burkina Faso, la diversité génétique et la performance agronomique des cultivars locaux de maïs ;
- ✓ le deuxième chapitre porte sur le matériel et les méthodes utilisés au cours des évaluations;
- ✓ le troisième chapitre présente les résultats de la caractérisation agromorphologique des cultivars locaux et la discussion.

Chapitre 1 : Revue bibliographique

Ce chapitre aborde le contexte de la recherche à travers l'importance des ressources génétiques dans l'amélioration du maïs au Burkina Faso, la diversité génétique et la performance agronomique des cultivars locaux de maïs.

I. Importance des ressources génétiques dans l'amélioration du maïs au Burkina Faso

L'amélioration des plantes est définie par Gallais (2011), comme l'art et la science de la création des variétés de plantes répondant de mieux en mieux aux besoins de l'homme. Ainsi, pour améliorer les caractères d'intérêt d'une espèce végétale, la sélection utilise la variabilité au sein et entre les populations. La diversité génétique est donc très importante pour satisfaire les besoins présents, mais encore plus importante pour la satisfaction des besoins futurs.

De ce fait, l'objectif global assigné à la recherche agricole burkinabè sur le maïs est de contribuer à l'accroissement de la production en vue d'atteindre l'autosuffisance alimentaire par la modernisation et l'intensification de sa culture (Ouédraogo, 2004). Par ailleurs, l'implication du secteur public dans les travaux de recherche consacrés au maïs, parallèlement aux programmes menés par les instituts scientifiques internationaux, en collaboration avec les centres nationaux (y compris l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles), a permis l'accroissement rapide des investissements selon Kaminski *et al.* (2013). Ces investissements réalisés dans la recherche et la vulgarisation du maïs au Burkina Faso ont été très rentables du fait de l'augmentation du rendement, de la maîtrise des thèmes techniques et de la rapidité d'adoption des variétés améliorées par les producteurs (Ouédraogo, 2004).

1.1. Risques de déperdition de la diversité génétique du maïs au Burkina Faso

Les ressources phytogénétiques incluent des variétés traditionnelles, des variétés de pays, des cultivars commerciaux, des hybrides et autres matériels végétaux développés par amélioration. Egalement, elles renferment des espèces

sauvages apparentées aux espèces cultivées, et d'autres qui pourraient être utilisés à l'avenir pour leurs effets bénéfiques dans l'agriculture (De Vicente et Fulton, 2003). La diversité génétique des espèces domestiquées est localisée dans les variétés traditionnelles maintenues par les systèmes ruraux traditionnels (Camacho-Villa *et al.* 2006). Avec la disparition des modes de vie et des langues traditionnelles de par le monde, une grande partie des connaissances en matière de cultures et de variétés locales sera probablement perdue et, avec elle, une grande partie de la valeur des ressources génétiques (FAO, 2010). Malheureusement, ceci est une réalité largement répandue (De Vicente et Fulton, 2003).

Selon la FAO (2010), l'érosion génétique qui se définit comme la perte de gènes individuels et de combinaisons de gènes tels qu'on les retrouve dans les variétés adaptées aux conditions locales, est causée par de nombreux facteurs. Ces facteurs sont essentiellement dus au passage total des systèmes de production traditionnelle dépendant des variétés des agriculteurs, aux systèmes de production modernes basés sur les variétés améliorées. L'érosion génétique est également provoquée par la surexploitation des ressources, la pression démographique, la dégradation de l'environnement, l'évolution des systèmes agricoles, le surpâturage, les politiques et les législations inadéquates, ainsi que les ravageurs, maladies et mauvaises herbes inféodés aux cultures. Néanmoins, la situation relative à l'étendue réelle de l'érosion génétique est très complexe.

Certaines études ne signalent aucune réduction, ni même une augmentation de la diversité génétique et de la richesse allélique dans les variétés mises en circulation, comme c'est le cas dans les variétés de printemps de blé tendre du Centre international d'amélioration du riz et du blé (CIMMYT), dans les variétés de maïs et de petits pois en France, dans les variétés de fruits au Yémen et dans l'orge en Autriche et en Inde.

D'autres études par contre, signalent une diminution initiale, suivie par une augmentation de la diversité génétique (FAO, 2010). Il n'est donc pas possible de généraliser, dans certains cas, aucune preuve n'existe. Toutefois, la vulnérabilité génétique définie par la FAO (2010) comme « la situation que l'on observe lorsqu'une plante de grande culture est constamment sensible aux attaques des ravageurs, d'un agent pathogène ou au risque écologique du fait de sa constitution

génétique, ce qui crée des possibilités de pertes importantes de cultures» a été signalée comme significative. A cela s'ajoute l'existence de variétés introgressées ou créolisées.

Les variétés créolisées résultent de croisements spontanés avec d'autres variétés ou des variétés améliorées de maïs, dans les champs de production à proximité et du manque de rigueur dans le processus de sélection et stockage des semences (Heerwaarden, 2009). Lorsqu'une variété améliorée est reconduite plus de 10 ans par l'agriculteur, elle devient créolisée à travers le processus de recyclage consécutif de la semence, ce qu'induit une perte progressive des caractéristiques de la variété améliorée. A ces variétés créolisées sont généralement attribués les noms locaux, devenant une partie du groupe de variétés considérées comme locales par les agriculteurs dans les zones de production (Bellon et Risopoulos, 2001).

Face aux risques de déperdition, de nombreux pays signalent le besoin d'une utilisation accrue de la diversité génétique afin de répondre à la menace potentielle qu'elle représente pour la production agricole. Au Burkina Faso, il n'y a pas de législation prise en faveur des ressources phytogénétiques. Il n'y a pas non plus de budget alloué exclusivement aux ressources phytogénétiques. Les ressources financières, matérielles utilisées à cet effet sont du ressort des différents programmes de recherches de l'INERA (FAO, 1997). Morais (2012) atteste suite à ces travaux, que les écotypes du Burkina Faso ont une large diversité génétique et que certains d'entre eux ont été introgressés.

1.2. Gestion des ressources génétiques du maïs au Burkina Faso

Les paysans jouent un rôle significatif voire déterminant en s'appropriant la gestion *in situ* des cultivars locaux. Effectivement, une prospection réalisée au Burkina Faso par Samba (2014) révèle que les cultivars collectés étaient conservés dans des environnements différents. Il avait trouvé que 27% des cultivars étaient dans des greniers, 34,2% noués en bouquet et suspendus à des arbres et 38,6% dans d'autres lieux de conservation (cuisines, sacs et canari).

Les agriculteurs influent ainsi sur les processus de sélection et de dérive génétique liée au nombre limité d'épis retenus pour la semence (Sanou *et al.*, 1997).

En effet, des travaux menés par Sanon (2014) stipulent que 61,76% de la collection en étude a été identifiée comme étant du matériel local et 38,24% comme du matériel ayant des caractéristiques similaires aux variétés améliorées. Généralement, les ressources génétiques végétales collectées et conservées dans les différentes banques de gènes sont gérées par des sélectionneurs. Les échantillons collectés sont criblés en vue d'une utilisation ultérieure dans un programme de sélection (FAO, 1997).

Depuis 1981, un important travail de collecte d'écotypes a été réalisé au Burkina Faso. Certes, les diverses prospections effectuées n'ont pas été exhaustives, ni coordonnées, mais elles ont permis de rassembler selon la FAO (1997) un matériel représentatif, une partie non négligeable de la variabilité naturelle pour les espèces agricoles très utilisées dans le pays. Cependant, pour toutes les collections d'une manière générale, leur gestion pose encore des problèmes de conservation, de régénération, d'évaluation et de documentation. En effet, les services agricoles au Burkina Faso montrent une faible performance due aux manques de financements et de coopération régionale dans les domaines de la recherche et de la vulgarisation (Kaminski *et al.*, 2013). Le Burkina Faso ne dispose pas de centres de ressources génétiques, ni de banque de gènes centrale de maïs (FAO, 1997).

1.3. Enjeux des cultivars locaux pour l'amélioration du maïs au Burkina Faso

Au Burkina Faso plus de 90% des agriculteurs utilisent les ressources phytogénétiques locales. Ainsi, la sécurité alimentaire du pays peut être mieux assurée par une plus grande adaptation du matériel amélioré à partir des ressources génétiques locales (FAO, 1997). Le maïs, qui possède une diversité génétique énorme, offre d'incroyables ressources lorsqu'on élargit sa base génétique et sélectionne des cultivars qui sont résilients au climat, à haut rendement et adaptés aux conditions agro écologiques diverses (Prasanna, 2012). Un cultivar peut être défini comme une population dynamique d'une plante cultivée qui a une origine historique, une identité distincte, et sans amélioration de rendement, souvent génétiquement diversifié, localement adapté, et associé aux systèmes ruraux traditionnels (Camacho-Villa *et al.*, 2006).

Plusieurs termes ont été associés au concept de cultivar telles que : variété primitive, forme primitive, variété de fermiers, variété traditionnelle, variété locale, et variété folklorique. Tous ces noms ont été utilisés comme synonymes mais, avec chaque terme il y a des inconsistances d'application. L'usage de termes y compris variété et cultivar se confond parce qu'ils font plus référence correctement au matériel amélioré. Aussi, selon Camacho-Villa *et al.* (2006), il n'y a eu aucun consensus sur l'usage de ces termes dans la littérature ou en discussion entre spécialistes. Par ailleurs, la conservation de la diversité du cultivar a été entravée en partie par le manque d'une définition de l'entité universelle reconnue comme cultivar.

Les cultivars locaux de maïs sont habituellement des populations génétiquement hétérogènes et sont sélectionnés typiquement par les fermiers pour leur meilleure adaptation à l'environnement spécifiquement, leur prolificité, leur floraison, leur rendement, leur valeur nutritive, et leur résistance au stress biotiques et abiotiques. Ils sont de ce fait, des sources de gènes très exploitables dans des programmes d'amélioration génétique (Prasanna, 2012).

Les cultivars locaux présentent une variabilité interne. De plus, la variabilité inter cultivars permet le regroupement en pools géniques de cultivars pour certaines caractéristiques. La création du composite Y s'inscrit en partie dans cette optique d'élargissement de la base de la variabilité interne du maïs africain. Par ailleurs, ceci peut permettre une sélection du matériel adapté pour une intensification de la production du maïs (Simporé, 2003). Au Burkina Faso, le maïs contribue environ à 3 pour cent du produit intérieur brut (PIB), il offre des opportunités importantes pour la croissance et le développement des entreprises de transformation (Kaminski *et al.*, 2013). L'usage des cultivars locaux de maïs dans les programmes de recherche sont donc une alternative pour l'atteinte de l'autosuffisance alimentaire du pays.

II. Diversité génétique des cultivars locaux de maïs

La diversité génétique se réfère à la variation des gènes au sein des espèces, c'est-à-dire la variation héritable dans et entre les populations d'organismes (De Vicente et Fulton, 2003). La diversité génétique des espèces cultivées constitue donc la matière première indispensable pour l'amélioration des plantes. Ainsi, pour une espèce, le réservoir génétique global est l'ensemble de toute la diversité génétique susceptible d'être exploitée pour l'amélioration de cette espèce (Demol, 2002).

Des niveaux élevés de diversité génétique dans le maïs sont causés par des éléments actifs transposables, la recombinaison méiotique, des croisements et de nouvelles introgressions de matériel génétique exotique. Egalement, ils sont dus à la dérive génétique et la sélection naturelle et artificielle faite par les agriculteurs pour des récoltes adaptées à de nouveaux environnements (Doebley, 2004). L'évaluation de la diversité génétique selon Mondini *et al.* (2009) intra et inter populations est couramment réalisée au niveau moléculaire en utilisant diverses techniques au laboratoire telles que les allozymes ou l'analyse d'ADN, qui mesurent les niveaux de variation directement.

2.1. Diversité phénotypique

Les descripteurs phénotypiques les plus couramment utilisés sont liés aux caractéristiques de l'architecture des plantes, des panicules, des épis, des grains et de la précocité (Drinic *et al.*, 2012). L'étude conduite par Samba (2014) attestait une forte variabilité au niveau des caractères morphologiques et qualitatifs des épis des cultivars locaux (Photo 1).



Photo 1 : Diversité inter cultivars locaux de formes et de couleur des épis de maïs.

Aussi, Sanou *et al.* (1997) après des travaux effectués sur les cultivars donnent leurs descriptions. Ils affirmaient que les épis des cultivars de la zone de savane Ouest africaine sont coniques ou cylindro-coniques avec un renflement basal entraînant en général un enchevêtrement des rangs de grains. La rafle est en général blanche bien que certains cultivars se distinguent par une proportion élevée

de rafles rouges. Au niveau des caractères végétatifs, ils sont le plus souvent anthocyanés sur les feuilles, les gaines foliaires et la panicule. Le polymorphisme pour la coloration des panicules et des stigmates est très important.

Des études effectuées en 2015 par Amadou donnent une description architecturale des cultivars locaux de maïs du Burkina Faso et du Togo. Les cultivars locaux du Burkina Faso ont une hauteur moyenne de 153,16 cm avec un maximum de 270 cm. L'insertion des épis s'effectue en moyenne à 68,92 cm sur la plante. Tandis que, les cultivars locaux du Togo sont très polymorphes. Ils sont constitués de plantes de petite taille (80 cm) et de plantes de très grande taille (4 mètres).

La diversité phénotypique des formes locales de maïs se manifeste aussi clairement dans les propriétés agronomiques telles que la hauteur de la plante et la durée du cycle de croissance (Berthaud et Gepts, 2004). En outre, il existe au sein des cultivars locaux une variabilité génétique observée à partir des moyennes phénotypiques pour la majorité des caractères agro-morphologiques. Cette variabilité se manifeste aussi bien pour les variables se rapportant à la précocité, à l'architecture ainsi qu'aux composantes de la productivité. En effet, la floraison mâle, la hauteur moyenne d'insertion de l'épi, le poids de 100 grains, l'helminthosporiose et la casse sont des variables intéressantes pour la différenciation des cultivars locaux. La diversité des origines géographiques constitue également une source de variabilité génétique (Simpore, 2003).

Les analyses phénotypiques révèlent donc une grande hétérogénéité entre les populations locales indiquant qu'elles sont très bien adaptées spécifiquement aux conditions et usages locaux et pourront donc être une précieuse source de variabilité génétique (Drinic *et al.*, 2012).

2.2. Diversité biochimique

Dans les grains de maïs, sont présents à la fois des macros et micronutriments comme des glucides (amidon), des lipides, des protéines, des caroténoïdes, des tocophérols, des minéraux, de l'acide phytique, des anthocyanes et d'autres composés phénoliques d'après Xu *et al.* (2009). Les variétés améliorées sont moins riches en composés phénoliques comparées aux variétés locales selon Deffan *et al.* (2015). Cependant, les études menées sur les macronutriments des

grains de maïs par Grcic *et al.* (2012) montrent qu'il y a une corrélation négative entre la teneur en huile, en protéine et en amidon dans les grains de maïs.

La caractérisation de la diversité génétique des variétés locales de maïs permet une exploitation efficace de la variation allélique pour l'amélioration génétique des traits agronomiques souhaitables comme la qualité du grain afin d'obtenir des aliments plus nutritifs (Drinic *et al.*, 2012). Ainsi l'amélioration de la teneur en huile du caryopse du maïs qui en contient en moyenne 4% passe par l'augmentation de la taille de l'embryon. Concernant l'amidon composé de 27% d'amylose et 73% d'amylopectine (composition d'un grain de maïs normal), certains programmes d'amélioration tentent de créer des maïs amylacés (gène amylose étendu) ou des maïs cireux ne contenant que de l'amylopectine (gène « waxy ») pour des raisons d'ordre industrielles (Demol, 2002).

2.3. Diversité moléculaire

Le génome du maïs abrite une diversité moléculaire énorme qui reflète sa variabilité phénotypique importante (Xu *et al.*, 2009). Le maintien des fréquences alléliques dans les cultivars se justifie par la technique de sélection massale utilisée par l'agriculteur à travers le choix des semences. Cette technique favorise l'apparition des plantes introgressées par les variétés élites par l'intermédiaire d'hétérosis qu'elles développent. On aboutit indirectement à la sélection et au maintien des allèles introgressés dans les cultivars (Sanou *et al.*, 1997). Nous remarquons que la majorité de variétés améliorées utilisées au Burkina Faso ont soit une large base génétique issue des écotypes locaux, soit que les écotypes ont été introgressés (Morais, 2012).

III. Performances agronomiques des cultivars locaux de maïs

Les variétés locales sont considérées comme étant les génotypes les plus significatifs car elles représentent la matière biologique d'origine créée par le processus de sélection naturelle et adaptées aux conditions de croissance locale (Drinic *et al.*, 2012). Elles présentent une variation surtout pour la phénologie, l'architecture et le rendement (N'Da *et al.*, 2014). Ainsi, de récentes études sur les variétés locales dans l'Etat d'Oaxaca (Mexique) ont montré que le flux génétique

entre les populations de maïs est quantitativement important mais que la gestion des semences par les agriculteurs permet de maintenir une forte différenciation agromorphologique entre ces populations (Berthaud et Gepts, 2004). Elles sont donc considérées comme sources de gènes pour les travaux de création ou d'amélioration des plantes (Sanou *et al.*, 2013).

3.1. Rusticité des cultivars locaux

Les variations saisonnières du climat influencent fortement les conditions de croissance des cultures et les rendements obtenus (Pattey, 2002). En effet, en Afrique Sub-saharienne, en particulier au Burkina Faso, il existe plusieurs risques climatiques associés à la variabilité temporelle et spatiale des pluies, aux paramètres de la saison et à la recrudescence de phénomènes telles que les fortes pluies et les poches de sécheresse. Tous ces facteurs, selon le profil de l'hivernage, peuvent constituer une contrainte climatique majeure pour la productivité du maïs (Sarr *et al.*, 2011). Ceci s'illustre par l'influence de périodes de déficits hydriques durant la croissance du maïs (Pattey, 2002), lequel déficit hydrique touche près de 50% des surfaces cultivées dans le monde (Sanou et Dabiré, 2003) et au Burkina Faso près de 70% du territoire (Sanou *et al.*, 2013).

Les variétés traditionnelles développées à travers un processus d'adaptation complexe dans diverses conditions climatiques et pédologiques sont donc la partie la plus accessible de la biodiversité du maïs (Drinic *et al.*, 2012). En effet, elles ont acquis des mécanismes d'adaptation à la sécheresse au cours de leur conservation et leur production par les paysans depuis plusieurs siècles. Les cultivars locaux sont plus rustiques que les variétés élites. Les résultats obtenus lors des travaux effectués par Sanou *et al.* (2013) attestent que les cultivars locaux collectés au Burkina Faso sont capables de produire au moins 75% de leur comportement normal en situation de stress hydrique ce qui témoigne de leur bon niveau de tolérance à la sécheresse lorsqu'elle intervient au cours de la culture. Sur la base de leurs résistances à la sécheresse, Morais (2012) a sélectionné 37 cultivars locaux dont 28 du Burkina Faso et 9 du Mali sur les 142 cultivars qu'il a évalués (115 du Burkina et 27 du Mali). Les écotypes précoces et extra précoces du Burkina ont en moyenne un bon niveau de tolérance au stress hydrique.

3.2. Résistance des cultivars locaux aux maladies

Le maïs tropical est attaqué par un grand nombre de pathogènes responsables de pertes économiques importantes (Paliwal, 2002). Ces pathogènes attaquent aussi bien les semences stockées que les plantes en croissance. Une étude menée par Somda *et al.* (2008) sur des échantillons de maïs collectés dans quatorze localités de la province du Houet, révèle que tous les échantillons de semences et de jeunes plantules (feuilles et tiges) analysées, étaient infestés par des champignons pathogènes et saprophytes indifféremment de leurs localités géographiques. Aussi, Demol (2002) préconise-t-il la recherche des gènes de résistances contre les principales maladies sévissant dans les régions tropicales telles que la rouille, l'helminthosporiose, le charbon et la striure du maïs, bien que la rouille et l'helminthosporiose n'aient qu'un très faible impact économique sur le rendement de la culture (Paliwal, 2002 ; Renard et Foucart, 2010).

La striure du maïs quant à elle, est la principale menace pour les cultures céréalières dans les petites exploitations agricoles en Afrique Sub-saharienne causant une perte annuelle de 480 millions de dollars (Karavina, 2014). En réduisant ainsi les rendements, elle porte gravement atteinte à la précarité du bien-être social et économique des agriculteurs à travers le continent (Martin et Shepherd, 2009). De même, Bua et Chelimo (2010), démontrent que la striure réduit considérablement la croissance et le rendement du maïs surtout pour les cultivars locaux comparativement aux variétés améliorées. Cependant, ils maintiennent qu'il y a un besoin pour la recherche continue de plus de sources de résistance à la striure, et préconisent donc la protection et l'amélioration génétique de cultivars locaux et de cultivars de maïs introduits.

En outre, Paliwal (2002) atteste que les chercheurs ont identifié des résistances génétiques pour la plupart des maladies ayant une importance économique et que ces gènes de résistance existent dans le génome du maïs. De plus, il ajoute que quelques variétés locales sont de bonnes sources de gènes de résistance pour les maladies, lesquels gènes pouvant être transférés dans les variétés améliorées (Paliwal, 2002).

3.3. Rendement des cultivars locaux

La mise en place de variétés à rendement élevé dépend surtout de l'accès aux ressources génétiques locales. Ces ressources locales représentent en effet, un élément essentiel de la sécurité alimentaire car elles constituent la matière première utilisée par les sélectionneurs pour améliorer la qualité et la productivité du maïs (N'Da *et al.*, 2014). Amadou (2015) suite à ces travaux, précise que globalement les rendements des cultivars locaux de maïs du Burkina Faso sont supérieurs à une tonne et demie par hectare et ceux du Togo d'une moyenne de 1,5 tonnes.

Il ressort des travaux menés par Sanou *et al.* (1997) qu'un nombre important de cultivars précoces ont une potentialité de rendement aussi importante que celle des variétés élites. Dans des conditions de culture des variétés élites, plus de la majorité (60%) des cultivars montre un potentiel de rendement similaire à celui de la variété élite SR 22 qui est de 4,2 tonnes. Au contraire Deffan *et al.* (2015) stipule que les variétés locales de maïs étudiées ont des poids faibles comparées aux variétés améliorées, tandis qu'elles ont presque toutes les mêmes taux d'humidité compris entre 11 et 12%.

Chapitre 2 : Matériel et méthodes

2.1. Site expérimental

L'évaluation au plan agro-morphologique des cultivars de maïs durant la saison pluvieuse de l'année 2015 a été conduite sur la station expérimentale de l'INERA contiguë au village de Farako-Bâ (latitude : 11°10'54"N, longitude : 4°16'21"O) situé à 10 km au Sud-Ouest de Bobo-Dioulasso sur l'axe Bobo-Dioulasso-Banfora (Kambiré *et al.*, 2007). Le site d'étude se caractérise selon Pallo et Sawagodo (2010) par un climat du type sud soudanien avec une seule saison pluvieuse. Les relevés météorologiques enregistrés à la station de Farako-Bâ en 2015, indiquent une pluviosité moyenne de 1030,8 mm d'eau de janvier à octobre 2015, répartie en 65 jours de pluies. Le mois de septembre a été le mois le plus pluvieux avec environ 84,8 mm d'eau de pluies tombées en 17 jours (Données météorologiques de la station de Farako-Bâ, 2015). Les sols de Farako-Bâ sont de type ferrallitique à texture sableuse en surface (0 à 20 cm) et au régime thermique de iso-hyperthermique (Pallo et Sawagodo, 2010).

2.2. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans l'expérimentation provient de la banque des semences de la station de recherche de l'INERA Farako-Bâ. Il s'agit en l'occurrence des cultivars de maïs au nombre de 50 collectées lors des prospections réalisées de 2012 à 2014 par les chercheurs du programme céréales traditionnelles de l'INERA dans 36 villages localisés dans la province du Houet et de 10 variétés améliorées déjà vulgarisées par la recherche nationale utilisées comme témoins (Annexe 3). Ce matériel végétal est scindé en deux groupes selon le cycle de développement des plantes. Ainsi, le premier groupe renfermait les échantillons de cycle intermédiaire : 33 cultivars locaux et 4 variétés améliorées (Espoir, SR 22, Obatanpa, et SR 21) ; et le second constitué de ceux de cycle précoce : 17 cultivars locaux et 6 variétés améliorées (FBC6, Barka, Wari, KEB, KPB et KPJ).

Les échantillons de maïs de cycle intermédiaire (Tableau 1) sont composés de 35,13 % de grains jaunes, de 35,13 % de grains bigarrés et de 29,73 % de grains blancs.

Tableau 1 : Liste des cultivars locaux collectés dans la province du Houet et des variétés améliorées de maïs de cycle intermédiaire

Ordre	Code	Origine	Couleur du grain
1	B03-10-1	Lahirisso	Jaune
2	B03-11-1	Lahirisso	Jaune
3	B03-12-1	Lahirisso	Bigarré
4	B07-01-1	Lena	Bigarré
5	B44-02-07	Fo	Blanc
6	B46-04-03	Kiri	Blanc
7	B47-02-12	Kouentou	Bigarré
8	B49-02-07	Sakaby	Bigarré
9	B50-01-09	Santidougou	Bigarré
10	Espoir	INERA	Jaune
11	H01-01-3	Soungalodaga	Blanc
12	H03-02-1	Bondialégaga	Bigarré
13	H03-05-1	Bondialédaga	Jaune
14	H05-02-1	Koumbadougou	Jaune
15	H05-06-1	Koumbadougou	Blanc
16	H07-05-1	Satiri	Jaune
17	H07-05-2	Satiri	Jaune
18	H08-02-1	Sala	Jaune
19	H09-01-2	Kimidougou	Blanc
20	H10-03-2	Peni	Jaune
21	H11-01-1	Finlandé	Jaune
22	H14-01-1	Soumousso	Bigarré
23	H15-03-1	Larama	Jaune
24	H16-02-1	Logofourousso	Jaune
25	H17-03-1	Moami	Bigarré
26	H20-01-1	Kouakoualé	Bigarré
27	H20-04-1	Kouakoualé	Bigarré
28	H21-03-1	Bana	Jaune
29	H29-01-2	Dangoué	Bigarré
30	M15	Kalmama	Blanc
31	M16	Kalmama	Blanc
32	M20	Dissine	Blanc
33	Obatanpa	INERA	Blanc
34	PP2	Goin	Bigarré
35	PP3	Sélégouan	Bigarré
36	SR 21	INERA	Blanc
37	SR 22	INERA	Blanc

Les cultivars de cycle précoce (Tableau 2) étaient formés de 30,43 % de blancs, 30,43 % de bigarrés, de 34,78 % de jaunes et 4,35 % de violets.

Tableau 2 : Liste des cultivars locaux collectés dans la province du Houet et des variétés améliorées de maïs de cycle intermédiaire

Ordre	Code	Origine	Couleur du grain
1	B03-02-1	Lahirisso	Blanc
2	B03-05-1	Lahirisso	Bigarré
3	B03-08-1	Lahirisso	Bigarré
4	B04-01-1	Yabasso	Jaune
5	B08-01-1	Padéma	Bigarré
6	B08-06-1	Padéma	Violet
7	B09-02-2	Nasso	Bigarré
8	B09-05-1	Nasso	Blanc
9	B13-02-1	Tago	Blanc
10	B14-01-1	Zongoma	Jaune
11	B27-02-1	Djigouéma	Bigarré
12	B39-01-1	Sala	Bigarré
13	B39-04-1	Sala	Jaune
14	B40-02-1	Ramatoulaye	Jaune
15	B47-01-05	Kouentou	Blanc
16	B47-01-11	Kouentou	Bigarré
17	B47-01-15	Kouentou	Jaune
18	Barka	INERA	Blanc
19	FBC6	INERA	Jaune
20	KEB	INERA	Blanc
21	KPB	INERA	Blanc
22	KPJ	INERA	Jaune
23	Wari	INERA	Jaune

Les cultivars évalués provenaient de 26 villages pour les cultivars de cycle intermédiaire et de 10 villages pour les cultivars de cycle précoce. Pour chacun des villages Lahirisso, Bondialédaga, Koumbadougou, Satiri, Kouakoualé et Kalmama, le nombre d'échantillons évalués est de deux soient 6,06 % des échantillons totaux et d'un échantillon (3,03 %) pour Lena, Fo, Kiri, Kouentou, Sakaby, Santidougou, Soungalodaga, Sala, Kimidougou, Peni, Finlandé, Soumousso, Larama, Logofourso, Moami, Bana, Dangoué, Dissine, Goin et Sélégouan.

Concernant la répartition par village des cultivars de cycle précoce, trois échantillons (17,65%) de Kouentou et de Lahirisso, deux échantillons (11,76%) en provenance de Nasso, Padéma et Sala et un (5,88%) de Zongoma, Djigouema, Yabasso, Tago et de Ramatoulaye ont été évalués.

2.3. Méthodes

2.3.1. Dispositif expérimental

Selon le cycle de développement des cultivars locaux de maïs décrit après les prospections, deux essais ont été mis en place sur une même grande parcelle.

Le dispositif expérimental était constitué dans chaque essai d'un bloc Fisher avec trois répétitions et un seul facteur étudié : le cultivar. Chaque cultivar représentait un traitement et figure une seule fois dans chacune des trois répétitions. Le premier essai était constitué de 37 cultivars locaux et de variétés améliorées de cycles intermédiaires et le second de 23 cultivars locaux et de variétés améliorées de cycles précoces. L'unité expérimentale correspondant à la parcelle d'évaluation avait une superficie de 8,64 m².

Le maïs était semé le 7 juin 2015 sur deux lignes droites distantes de 80 cm dans les deux essais. Les poquets d'environ 2 cm de profondeur, étaient distants de 40 cm. Le semis fut réalisé à 2 grains/poquet. L'engrais complexe (14-23-14) a été appliqué à la dose de 200 kg/ha au 15^e jour après semis et l'urée (46% d'azote) de manière fractionnée à la dose de 100 kg/ha au 30^e jour après semis et de 50 kg/ha au 45^e jour après semis. L'épandage des éléments fertilisants fût réalisé suivant la technique du « side-dressing ». Le buttage a été effectué lors du second épandage de l'urée. Aucune irrigation d'appoint n'a été effectuée au cours de la conduite des essais. Un traitement herbicide total (KALACH) a été appliqué sur la parcelle expérimentale, un jour après le semis. Le contrôle des mauvaises herbes a été effectué par la suite par un sarclage manuel selon le besoin.

2.3.2. Mesures expérimentales

La caractérisation du matériel végétal dans les deux essais a été faite à l'aide de diverses variables définissant l'architecture de la plante, les caractéristiques biométrique de l'épi, les maladies, le cycle et la productivité.

2.3.2.1. Architecture de la plante

Les mensurations effectuées globalement sur les parcelles d'évaluation concernaient :

- **la densité à la levée (DL)** obtenue par comptage des plantes normalement poussées 10 à 15 jours après semis ;
- **la densité à la récolte (DR)** déterminée par comptage des plantes présentes dans les parcelles d'évaluation à la récolte.

Sur chacune des parcelles élémentaires après le stade floraison, les mesures furent réalisées sur un échantillon de dix plantes représentatives marquées de manière aléatoire. Les variables concernées sont :

- **la hauteur des plantes (HP)** mesurée en centimètre à l'aide de la toise, du sol jusqu'à la base de la panicule de la plante ;
- **la hauteur d'insertion de l'épi (HIE)** mesurée en centimètre depuis la base de la plante jusqu'au nœud d'insertion de l'épi à l'aide d'une toise;
- **l'index d'insertion de l'épi (IE)** déterminé à partir de la fraction de la hauteur d'insertion de l'épi (HIE) sur la hauteur de la plante (HP) ;
- **le nombre total de feuilles (NTF)** déterminé par comptage des feuilles des plantes choisies ;
- **le nombre de feuilles au-dessus de l'épi (NFSE)** constituant le comptage des feuilles situées au-dessus de l'épi principal ;
- **le nombre de feuilles en-dessous de l'épi (NFIE)** obtenu par le dénombrement des feuilles situées en-dessous de l'épi principal ;
- **la longueur de la feuille de l'épi (LongF)** mesurée (en cm) à partir de la base de la feuille de l'épi principal jusqu'à la partie terminale de la même feuille ;
- **la largeur de la feuille de l'épi (LargF)** mesurée (en cm) sur la partie médiane de la feuille de l'épi principal ;
- **la surface foliaire** détermine la capacité photosynthétique de la plante à travers l'interception du rayonnement solaire par la culture. Elle a été calculée à partir du produit de la longueur des feuilles (LongF) par la largeur de la feuille (LargF) et par le coefficient de forme (0,75) selon la formule de Bonhomme *et al.* (1982) ;

- **la longueur moyenne de l'entre nœud au-dessus de l'épi principale (LMNE)** obtenue à partir de la différence entre la hauteur de la plante (HP) et la hauteur d'insertion de l'épi (HIE) sur le nombre de feuilles au-dessus de l'épi (NFSE).
- **le diamètre de la tige (DT)** mesuré en centimètre à la base de la tige à l'aide du pied à coulisse. Il est utilisé comme critère de sélection pour la résistance à la sécheresse.

2.3.2.2. Caractéristiques biométriques de l'épi

Elles étaient mesurées sur les épis récoltés et concernaient essentiellement :

- **la longueur de l'épi (LE)** mesurée en cm à l'aide d'une règle de la base au niveau d'insertion du dernier grain de l'épi ;
- **la section moyenne de l'épi (SM)** mesurée (en cm) avec un pied à coulisse ;
- **le nombre de rangées de grains par épi (NR)** correspond au nombre de rangées de grains de l'épi en tenant compte des rangées sans grains ;
- **le nombre de grains par rangée de l'épi (NGR)** déterminé par le nombre de grains sur une rangée de l'épi.

2.3.2.3. Maladies

A l'aide d'une échelle visuelle de notation, l'estimation des principales maladies du maïs dont la rouille (**PP**), la striure (**MSV**), la curvulariose (**CURV**) et l'helminthosporiose (**HM**) a été réalisée deux semaines après floraison.

Les symptômes caractéristiques de chaque maladie ont été observés et estimés sur l'ensemble des plantes de la parcelle utile. La notation des symptômes de ces différentes maladies a été faite suivant une échelle proposée par le CIMMYT(1985) à savoir :

- 1** : infection très légère : très peu de lésions foliaires qui ne se situent généralement que sur les premières feuilles (0 - 10%) ;
- 2** : infection légère : nombre faible à modéré de lésions sur les feuilles situées en dessous de l'épi et pas de lésions sur les feuilles situées au-dessus de l'épi (11 - 25%) ;
- 3** : infection modérée : nombre modéré à important de lésions sur les feuilles situées en-dessous de l'épi et peu de lésions au-dessus de l'épi (26 - 50%) ;

4 : forte infection : nombre important de lésions sur les feuilles situées en-dessous de l'épi et nombre modéré à important de lésions sur les feuilles situées au-dessus de l'épi (51 - 75%) ;

5 : très forte infection : toutes les feuilles présentent un nombre important de lésions, la plante dépérit prématurément et les grains sont partiellement remplis (76 - 100%).

2.3.2.4. Cycle de développement

Il a été appréhendé à partir de :

- **la floraison mâle (FM)** correspondant au nombre de jours écoulés entre le semis et la floraison des épillets des fleurs mâles de la moitié de la parcelle utile;
- **la floraison femelle (FF)** constituant le nombre de jours après semis pendant lesquels 50% des plantes de la parcelle d'évaluation ont sorti des soies ;
- **l'écart entre la floraison mâle et femelle (ASI)** est le décalage entre les floraisons mâles (FM) et femelles (FF). Il permet d'avoir une idée sur la fécondité qui dépend de la synchronisation entre les floraisons mâle et femelle, donc sur la formation des grains. Cet intervalle est influencé par le stress hydrique ;
- **la maturité (MAT)** représentant le nombre de jours écoulés entre le semis et le jour où toutes les spathes des épis des plantes choisies sont sèches;
- **l'écart entre la maturité et la floraison mâle (EMAFM)** estimé à travers la différence entre la maturité et la floraison mâle ;
- **l'écart entre la maturité et la floraison femelle (EMAFF)** obtenu à partir de la différence entre la maturité et la floraison femelle.

2.3.2.5. Productivité

Elle a été cernée à partir de :

- **le poids en (kg) des épis de la parcelle (PE)** déterminé par pesée du poids de tous les épis récoltés sur la parcelle utile ;
- **la prolificité (Pro)** correspondant au nombre d'épis portés par plante y compris les épis non fécondés ;
- **le rendement (RDT)** estimé en tonne par hectare de la quantité de maïs grains produite par parcelle d'expérimentation à partir de la formule suivante :

$$\text{RDT (t/ha)} = \text{PE} * (\text{PgE} / \text{PeE}) * [(100-\text{H})/85] * 10/\text{S}$$

Avec :

PE : poids des épis récoltés (kg) sur la parcelle élémentaire ;

PgE : poids en grains des épis de l'échantillon ;

PeE : poids en kg des épis d'un échantillon obtenu en tirant au hasard 10 épis par entrée dans chacune des répétitions. La constitution de l'échantillon permet d'établir un coefficient d'égrenage pour chaque entrée de l'essai et évite un égrenage de tous les épis de la parcelle ;

H = taux d'humidité des grains à la récolte. La prise du taux d'humidité permet de ramener tous les poids grains à un même taux d'humidité de 15% afin de pouvoir comparer les rendements ;

S = surface de la parcelle élémentaire (8,64 m²).

2.3.3. Analyses statistiques

Les données ont été collectées sur des fiches, saisies et traitées avec le logiciel Excel 2010. Un test de Dunnett sur la variable densité à la levée a été effectué avec le logiciel SAS (Système Analyse Statistique) version 9.3. Un test de normalité a été réalisé à l'aide du logiciel XLSTAT 2015 version 6.01 sur les données collectées afin de déterminer la distribution de la population de maïs.

Des analyses descriptives ont été réalisées avec le logiciel SAS (Système Analyse Statistique) version 9.3. pour cerner les caractéristiques des cultivars locaux et des variétés améliorées.

Une analyse en composantes principales (ACP) a également été effectuée pour structurer les cultivars locaux. Ainsi, l'indice de Kaiser-Meyer-Olkin a été calculé pour chaque variable retenue. Seules les valeurs propres des axes supérieures à 1 ont été retenues pour analyse. La matrice de corrélation de Pearson a été effectuée pour observer les relations linéaires entre les variables. Le test de Sphéricité de Bartlett fut utilisé pour apprécier l'homogénéité de l'environnement expérimental. Il s'agit d'un test d'homogénéité des variances.

Un regroupement des échantillons de maïs en différentes classes homogènes a été effectué par la méthode de classification ascendante hiérarchique (CAH). Le

dendrogramme est obtenu avec la méthode d'agrégation de Ward (minimisation de la variance intra classe).

La mise en évidence des différences significatives entre les différentes classes a été réalisée au moyen du test de comparaison des moyennes de Student-Newman-Keuls au seuil de 5 % de probabilité.

Une analyse factorielle discriminante (AFD) a été faite pour discriminer au mieux les individus selon les classes obtenues à partir du CAH. La matrice de confusion a été utilisée pour vérifier la qualité de la classification obtenue. La distance de Mahalanobis a servi au calcul de la distance entre les classes formées, en tenant compte de la structure de la variance et de la covariance.

L'ACP, le CAH, l'AFD et la comparaison des moyennes des classes ont été effectués grâce au logiciel XLSTAT 2015 version 6.01.

Chapitre 3 : Résultats et discussion

A. Résultats

Au préalable, un filtrage a été réalisé pour permettre une analyse appropriée des données. Le test de Dunnett a été effectué sur la variable densité à la levée (DL) pour ne garder que les cultivars ayant une densité à la levée supérieure à 26 plantes au seuil de 5%. Sur cette base, deux cultivars de cycle intermédiaire ont été supprimés. Il s'agit du B47-02-12 provenant de Kouentou et du B03-12-1 collecté à Lahirisso. Sept cultivars de cycle précoce ont été également supprimés. Il s'agit des cultivars B03-02-1 et B03-08-1 provenant de Lahirisso, du cultivar B04-01-1 de Yabasso, des cultivars B08-01-1 et B08-06-1 originaire de Padema, le cultivar B13-02-1 de Tago et la variété FBC6. Les analyses ultérieures ont été faites avec les 16 cultivars restants de cycle précoce et les 35 cultivars restants de cycle intermédiaire.

Un test de normalité a ensuite été réalisé sur les données collectées afin de déterminer la distribution des cultivars. Les variables ne remplissant pas les conditions de l'analyse des variances ont été transformées suivant la formule de Log (valeur +1) s'il s'agit des notations et de Asin (valeur/100) pour les pourcentages.

I. Evaluation agro-morphologique des cultivars de cycle intermédiaire

1.1. Description des cultivars locaux évalués

Des écarts importants ont été observés entre les minima et les maxima pour tous les caractères de l'architecture de la plante (Tableau 3). Le coefficient de variation était assez faible pour la majorité des variables ce qui confirme la précision de l'essai. Toutefois, il est modérément élevé pour la surface foliaire, la hauteur d'insertion de l'épi, le diamètre de la tige, la densité à la levée et la densité à la récolte. En moyenne, les cultivars locaux avaient une surface foliaire de $601,19 \pm 117,83 \text{ cm}^2$, une hauteur d'insertion de l'épi de $85,81 \pm 25,24 \text{ cm}$, une hauteur de plante de $187,26 \pm 36,94 \text{ cm}$, un nombre total des feuilles de $14,14 \pm 1,28$, une

longueur des feuilles de $82,52 \pm 8,54$ cm et une largeur des feuilles de $9,62 \pm 1,15$ cm.

Une grande variabilité morphologique entre les cultivars a été observée pour la largeur des feuilles, la hauteur de la plante, la hauteur d'insertion de l'épi, la longueur moyenne de l'entre nœud au-dessus de l'épi principal, l'index d'insertion de l'épi, le nombre total de feuilles, le nombre de feuilles en-dessous et au-dessus de l'épi. Par contre, les variables comme la longueur des feuilles, la surface foliaire, le diamètre de la tige, la densité à la levée et à la récolte, n'ont pas présenté de variabilité statistiquement significative. Il existe donc une homogénéité entre les cultivars pour chacune de ces variables.

Tableau 3 : Minimum, maximum, moyenne et coefficient de variation des variables de l'architecture des cultivars locaux et des variétés améliorées de cycle intermédiaire

Variables	Minimum	Maximum	Moyenne \pm Ecart type	F	E_RES	CV (%)
LongF (cm)	50,00	96,60	82,52 \pm 8,54	1,50 NS	7,66	9,28
LargF (cm)	5,50	11,80	9,62 \pm 1,15	1,82 *	0,96	9,96
SF (cm ²)	206,25	812,94	601,19 \pm 117,83	1,49 NS	103,68	17,25
NTF (nb)	10,5	17,00	14,14 \pm 1,28	2,72 ***	1,02	7,17
NFSE (nb)	4,60	6,80	5,74 \pm 0,44	2,18 **	0,38	6,57
NFIE (nb)	5,60	10,80	8,50 \pm 1,04	2,38 **	0,86	10,14
HIE (cm)	20,75	131,50	85,81 \pm 25,24	2,34 **	19,04	22,19
HP (cm)	91,75	257,20	187,26 \pm 36,94	2,39 **	28,27	15,10
IE	0,23	0,56	0,45 \pm 0,06	2,29 **	0,05	11,33
LMNE	11,96	25,23	17,67 \pm 2,18	2,34 **	1,75	9,93
DT (cm)	0,69	2,47	1,56 \pm 0,36	1,28 NS	0,29	18,80
DL (nb)	18,00	48,00	37,07 \pm 6,06	1,13 NS	5,93	16,01
DR (nb)	11,00	45,00	31,06 \pm 7,02	0,93 NS	6,89	22,19

La longueur de la feuille (**LongF**), la largeur de la feuille (**LargF**), la surface foliaire (**SF**), le nombre total de feuille (**NTF**), le nombre de feuille supérieur à l'épi (**NFSE**), le nombre de feuille en-dessous de l'épi (**NFIE**) la hauteur d'insertion de l'épi (**HIE**), la hauteur de la plante (**HP**), l'index d'insertion de l'épi (**IE**), longueur moyenne de l'entre nœud au-dessus de l'épi principale (**LMNE**), le diamètre de la tige (**DT**), la densité à la levée (**DL**), la densité à la récolte (**DR**). **NS**, *****, ******, ******* = non significative, significative à 5%, significative à 1% et significative à 0,1%, **CV (%)** : coefficient de variation, **E_RES** : erreur résiduelle, nb : nombre, **F** = valeur de Fisher pour les cultivars et les variétés améliorées.

Le coefficient de variation était inférieur à 15% pour toutes les variables biométriques de l'épi, ce qui confirme l'homogénéité des données collectées. Ces variables présentaient de grands écarts entre leurs valeurs minimales et maximales. De même, la section moyenne de l'épi est de 4,35 \pm 0,44 cm et le nombre de rangées est en moyenne de 14,14 \pm 1,08. Les cultivars locaux présentaient une différence statistiquement significative pour la section moyenne et le nombre de rangées de l'épi. Cependant, aucune variabilité entre les cultivars ne fût observée pour la longueur de l'épi et le nombre de grains par rangée (Tableau 4).

Tableau 4 : Minimum, maximum, moyenne et coefficient de variation des variables des caractéristiques biométriques de l'épi des cultivars et variétés améliorées de cycle intermédiaire

Variables	minimum	maximum	Moyenne \pm Ecart type	F	E-RES	CV (%)
LE (cm)	9,50	20,17	15,59 \pm 2,33	1,35 NS	2,16	13,83
SM (cm)	3,13	5,28	4,35 \pm 0,44	1,89 *	0,38	8,68
NR (nb)	10,37	17,00	14,14 \pm 1,08	3,83 ***	0,78	5,49
NGR (nb)	19,50	42,00	34,25 \pm 5,15	1,28 NS	4,87	14,22

La longueur de l'épi (LE), la section moyenne de l'épi (SM), le nombre de rangée des grains de l'épi (NR), le nombre de grain par rangée (NGR), NS, *, **, *** = non significative, significative à 5% et significative à 0,1%, CV (%) : coefficient de variation, E_RES : erreur résiduelle, nb : nombre, F = valeur de Fisher pour les cultivars et les variétés améliorées.

De fortes variations ont été enregistrées dans le tableau 5 pour les caractères déterminant le cycle. La floraison mâle observée était en moyenne de 61,20 \pm 4,12 jours, la floraison femelle de 65,47 \pm 5,89 jours et la maturité de 94,28 \pm 3,81 jours. Le coefficient de variation était faible pour la majorité des variables. Les cultivars locaux ont montré des fluctuations statistiquement significatives pour les variables définissant le cycle des cultivars sauf pour l'écart entre la maturité et les floraisons mâle et femelle.

Tableau 5 : Minimum, maximum, moyenne et coefficient de variation des variables du cycle des cultivars et des variétés améliorées de cycle intermédiaire

Variables	Minimum	Maximum	Moyenne ± Ecart type	F	E_RES	CV (%)
FM (jrs)	48	76	61,20 ± 4,12	3,50 ***	2,91	4,75
FF (jrs)	51	79	65,47 ± 5,89	1,70 *	4,98	7,61
ASI (jrs)	-2	17	4,26 ± 3,17	1,61 *	2,81	65,84
EMAFM (jrs)	25	39	33,08 ± 3,05	1,34 NS	2,81	8,48
EMAFF (jrs)	13	40	28,81 ± 5,02	1,04 NS	4,78	16,58
MAT (jrs)	85	104	94,28 ± 3,81	5,35 ***	2,39	2,53

La floraison mâle (FM), la floraison femelle (FM), écart entre la floraison mâle et femelle (ASI), l'écart entre la maturité et la floraison mâle (EMAFM), l'écart entre la maturité et la floraison femelle (EMAFF), la maturité (MAT), NS, *, *** = non significative, significative à 5% et significative à 0,1%, CV (%) : coefficient de variation, E_RES : erreur résiduelle, jrs : jours, F = valeur de Fisher pour les cultivars et les variétés améliorées.

Les cultivars locaux de maïs ne présentaient pas de variabilité pour la productivité (Tableau 6). Néanmoins, de fortes fluctuations étaient observées pour la prolificité, le poids de l'épi et le rendement. Le rendement moyen était de 3,08 ± 1,62 tonnes/ha. Le coefficient de variation était élevé pour le poids des épis et le rendement, traduisant une disparité entre les données collectées.

Tableau 6 : Minimum, maximum, moyenne et coefficient de variation des variables de la productivité des cultivars et variétés améliorées de cycle intermédiaire

Variables	Minimum	Maximum	Moyenne ± Ecart type	F	E_RES	CV (%)
PRO (nb)	1,00	1,90	1,19 ± 0,20	1,20 NS	0,19	15,97
PE (kg)	0,06	8,50	3,98 ± 2,05	1,01 NS	2,04	51,39
RDT (t/ha)	0,05	6,37	3,08 ± 1,62	0,92 NS	1,64	53,18

La prolificité (Pro), le poids de l'épi (PE), le rendement (RDT), NS = non significative, CV (%) : coefficient de variation, E_RES : erreur résiduelle, nb : nombre, F = valeur de Fisher pour les cultivars et les variétés améliorées.

Tous les 35 cultivars locaux de maïs ont été évalués pour leur comportement par rapport à la rouille, à la striure, à l'helminthosporiose et à la curvulariose. Concernant la rouille, la note était de 1 pour tous les cultivars, quant à la striure la

note oscillait de 1 à 1,33. La note variait de 1,8 à 3,7 pour l'helminthosporiose et pour la curvulariose de 1,7 à 2,8. Le cultivar H10-03-1 de Péni a été le plus touché par la striure, PP2 collecté à Goin par l'helminthosporiose. Parmi tous les cultivars, H05-02-1 de Koumbadougou a été le moins touché par l'helminthosporiose.

Les cultivars présentaient une variabilité aux manifestations de la curvulariose et de l'helminthosporiose tandis que face à la striure, aucune différence significative n'a été observée (Tableau 7).

Tableau 7 : Minimum, maximum, moyenne et coefficient de variation des variables de la maladie des cultivars et variétés améliorées de cycle intermédiaire

Variables	F	E_RES	Moyenne	CV (%)
MSV	0,97 NS	0,02	0,30	5,76
HM	3,05 ***	0,05	0,54	9,00
CURV	2,00 **	0,05	0,53	10,36

Striure (MSV), Curvulariose (CURV), Helminthosporiose (HM), NS, **, *** = non significative, significative à 5% et significative à 0,1%, CV (%) : coefficient de variation, E_RES : erreur résiduelle, F = valeur de Fisher pour les cultivars et les variétés améliorées.

1.2. Caractéristiques des cultivars locaux de cycle intermédiaire présentant une singularité

A l'issu de la description des cultivars locaux, les variables dont les cultivars ont présenté une variabilité, ont été soumises à un test de comparaison des moyennes Student-Newman-Keuls. Ceci dans le but de percevoir les différents groupes qui se forment et d'extraire les principaux cultivars ayant exprimés de bonnes caractéristiques.

Pour la variable nombre de feuilles au-dessus de l'épi (NFSE), les cultivars formaient le même groupe lors de la comparaison de la moyenne. Tandis que le cultivar H21-03-1 échantillonné à Bana présentait de grandes feuilles, le cultivar H11-01-1 de Finlandé était le cultivar le plus grand de tous et avait une hauteur d'insertion de l'épi la plus élevée. Le cultivar H08-02-1 provenant de Sala est celui qui présentait

la plus petite taille, la plus basse hauteur d'insertion de l'épi et la plus petite largeur de feuilles (Tableau 8).

Tableau 8 : Liste des cultivars de cycle intermédiaire ayant exprimé la plus grande moyenne et la plus faible moyenne pour les variables d'architecture de la plante

Variables	Cultivars à plus grande moyenne			Cultivars à plus faible moyenne		
	Moyenne \pm Ecart type	Cultivar	Origine géographique	Moyenne \pm Ecart type	Cultivar	Origine géographique
LargF	10.97 \pm 1,15	H21-03-1	Bana	7.72 \pm 1,15	H08-02-1	Sala
NTF	15.90 \pm 1,28	H14-01-1	Soumousso	11,83 \pm 1,28	PP2	Goin
NFIE	9.83 \pm 1,04	H14-01-1	Soumousso	6.07 \pm 1,04	PP2	Goin
HIE	116,07 \pm 25,24	H11-01-1	Finlandé	44,87 \pm 25,24	H08-02-1	Sala
	116,03 \pm 25,24	H09-01-2	Kimidougou			
HP	240,55 \pm 36,94	H11-01-1	Finlandé	144,83 \pm 36,94	H05-06-1	Koumbadougou
				136,18 \pm 36,94	H08-02-1	Sala
IE	0,52 \pm 0,06	PP3,	Ségéléguan,	0,31 \pm 0,06	H08-02-1	Sala
		H09-01-2	Kimidougou			
	0,51 \pm 0,06	H03-05-1	Bondialédaga			
	0,49 \pm 0,06	H03-02-1,	Bondialédaga,			
		H14-01-1	Soumousso			
LMNE	22,11 \pm 2,18	M16	Kalmama	14,61 \pm 2,18	H20-04-1	Kouakoualé

La longueur de la feuille (**LongF**), la largeur de la feuille (**LargF**), la surface foliaire (**SF**), le nombre total de feuille (**NTF**), le nombre de feuille supérieur à l'épi (**NFSE**), le nombre de feuille en-dessous de l'épi (**NFIE**) la hauteur d'insertion de l'épi (**HIE**), la hauteur de la plante (**HP**), l'index d'insertion de l'épi (**IE**), longueur moyenne de l'entre nœud au-dessus de l'épi principale (**LMNE**).

H11-01-1 collecté à Finlandé était le cultivar qui présentait un nombre élevé de rangées de l'épi, à l'opposé de H20-04-1 et de H20-01-1 provenant tous deux de Kouakoualé (Tableau 9). Tous les cultivars avaient la même section moyenne.

Tableau 9 : Liste des cultivars de cycle intermédiaire ayant exprimé la plus grande moyenne et la plus faible moyenne pour les caractéristiques biométriques de l'épi

Variables	Cultivars à plus grande moyenne			Cultivars à plus faible moyenne		
	Moyenne \pm Ecart type	Cultivar	Origine géographique	Moyenne \pm Ecart type	Cultivar	Origine géographique
NR	16,55 \pm 1,08	H11-01-1	Finlandé	12,66 \pm 1,08	H20-04-1	Kouakoualé
				12,40 \pm 1,08	H20-01-1	

NR nombre de rangées.

Les cultivars de Lahirisso B03-11-1 et B03-10-1 avaient un nombre élevé de jours avant d'atteindre la floraison femelle et le H20-04-1 (de Kouakoualé) celui de la floraison mâle et la maturité (Tableau 10). Le cultivar H08-02-1 présentait le plus grand écart entre la floraison mâle et femelle. Cependant H15-03-1 collecté à Larama présentait le plus faible nombre de jours de floraison mâle, de floraison femelle et de maturité. Le cultivar H05-06-1 ne présentait aucun écart entre les floraisons mâle et femelle.

Tableau 10 : Liste des cultivars de cycle intermédiaire ayant exprimé la plus grande moyenne et la plus faible moyenne pour le cycle

Variables	Cultivars à plus grande moyenne			Cultivars à plus petite moyenne		
	Moyenne \pm Ecart type	Cultivar	Origine géographique	Moyenne \pm Ecart type	Cultivar	Origine géographique
FF	71,50 \pm 5,89	B03-11-1	Lahirisso	53,67 \pm 5,89	H15-03-1	Larama
	71,33 \pm 5,89	B03-10-1				
FM	66,33 \pm 4,12	H20-04-1	Kouakoualé	50,00 \pm 4,12	H15-03-1	Larama
ASI	9,33 \pm 3,17	H08-02-1	Sala	00 \pm 3,17	H05-06-1	Koumbadougou
MAT	97,67 \pm 3,81	H03-02-1	Bondialédaga	85,67 \pm 3,81	PP2	Goin
	97,33 \pm 3,81	B03-10-1,	Lahirisso	85,00 \pm 3,81	H15-03-1	Larama
		H11-01-1,	Finlandé			
		H20-04-1,	Kouakoualé			
		H09-01-2	Kimidougou			

La floraison mâle (FM), la floraison femelle (FF), écart entre la floraison mâle et femelle (ASI), la maturité (MAT).

1.3. Structuration de la diversité des cultivars de cycle intermédiaire

Les variables retenues pour la suite des analyses sont la floraison mâle (FM), le nombre de rangées des grains de l'épi (NR), la section moyenne de l'épi (SM), la maturité (MAT), la surface foliaire (SF), le nombre total de feuilles (NTF), la hauteur de la plante (HP), la longueur moyenne de l'entre nœud au-dessus de l'épi principale (LMNE), l'écart entre la maturité et la floraison femelle (EMAFF), le diamètre de la tige (DT) et le poids de l'épi (PE).

➤ Vérification des relations entre variables

Au préalable, la mesure de précision de l'échantillonnage de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) a été calculée pour chacune des variables retenues. L'indice de KMO qui était de 0,781 indique qu'il existe une solution factorielle statistiquement acceptable. Le tableau 11 montre que, l'indice de KMO était faible (0,204) pour la longueur moyenne de l'entre nœud au-dessus de l'épi principale (LMNE), la variable a donc été exclue des analyses ultérieures. Le test de sphéricité de Bartlett sur les variables a montré que le modèle factoriel est approprié (test très significatif au seuil de 5% avec Khi-deux = 334,918 et $p < 0,0001$). Ces résultats confirment donc que la matrice de données peut être soumise à des analyses factorielles exploratoires.

Tableau 11 : Relation entre les variables de la population de cycle intermédiaire

Variables	Indice de KMO
FM	0,546
SM	0,867
NR	0,919
EMAFF	0,692
MAT	0,706
NTF	0,856
HP	0,750
LMNE	0,419
DT	0,851
PE	0,894
SF	0,880

Floraison mâle (FM), le nombre de rangée des grains de l'épi (NR), la section moyenne de l'épi (SM), la maturité (MAT), l'écart entre la maturité et la floraison femelle (EMAFF), le nombre total de feuille (NTF), la hauteur de la plante (HP), la longueur moyenne de l'entre nœud au-dessus de l'épi principale (LMNE), le diamètre de la tige (DT), le poids de l'épi (PE) et la surface foliaire (SF), l'indice de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO).

➤ Interdépendances entre les variables mesurées sur la population de maïs

La matrice de corrélation de Pearson montrait des corrélations significatives entre plusieurs couples de variables ($\geq 0,50$) (Tableau 12). Il existe donc une relation linéaire entre les variables. En outre, la maturité était corrélée avec le nombre total de feuilles, la hauteur de la plante, le diamètre de la tige et la surface foliaire. Une interdépendance existe entre le poids de l'épi et l'écart entre la maturité et la floraison femelle. La floraison mâle était corrélée avec la maturité et le nombre total de feuilles.

Tableau 12 : Corrélation entre les variables mesurées sur la population de maïs de cycle intermédiaire

Variables	FM	SM	NR	EMAFF	MAT	NTF	HP	DT	PE	SF
FM	1									
SM	0,216	1								
NR	-0,068	0,519	1							
EMAFF	-0,181	0,520	0,473	1						
MAT	0,824	0,422	0,126	0,222	1					
NTF	0,628	0,731	0,341	0,401	0,724	1				
HP	0,423	0,754	0,469	0,389	0,537	0,866	1			
DT	0,283	0,783	0,610	0,575	0,500	0,673	0,680	1		
PE	0,188	0,734	0,434	0,577	0,406	0,757	0,746	0,591	1	
SF	0,357	0,700	0,511	0,427	0,514	0,755	0,797	0,734	0,729	1

La floraison mâle (FM), le nombre de rangée des grains de l'épi (NR), la section moyenne de l'épi (SM), la maturité (MAT), l'écart entre la maturité et la floraison femelle (EMAFF), le nombre total de feuille (NTF), la hauteur de la plante (HP), le diamètre de la tige (DT), le poids de l'épi (PE) et la surface foliaire (SF). Les valeurs en gras sont significativement différentes de 0 à un niveau de signification $\alpha=0,05$

➤ Contribution des différentes variables dans la typologie des cultivars

D'après le critère de Kaiser, les deux premiers axes ont été retenus pour décrire la variabilité génétique totale des cultivars locaux de maïs. Ces deux premiers axes permettent à eux seuls d'expliquer 77,15 % de la variance totale. Le premier axe restitue 59,03 % de la variance et le deuxième 18,12 %.

L'examen des coordonnées des variables consignées dans le tableau 13 montre que toutes les variables concouraient à la construction du premier axe à l'exception de la floraison femelle (FF). Il détermine alors la productivité et le

développement végétatif. Le second axe, est défini par le concours de la floraison mâle (FM) et la maturité. Il caractérise ainsi le cycle de développement.

Tableau 13 : Valeur propre et corrélation des variables des cultivars locaux à cycle intermédiaire avec les composantes

	Axe 1	Axe 2
Valeur propre	5,90	1,81
Variabilité (%)	59,03	18,12
Cumulative (%)	59,03	77,15
FM	0,461	0,848
SM	0,861	-0,190
NR	0,578	-0,511
EMAFF	0,580	-0,545
MAT	0,673	0,601
NTF	0,913	0,268
HP	0,896	0,059
DT	0,854	-0,170
PE	0,833	-0,179
SF	0,876	-0,026

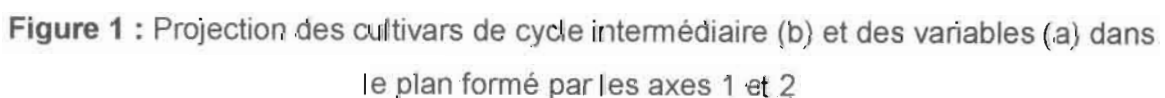
Floraison mâle (FM), le nombre de rangée des grains de l'épi (NR), la section moyenne de l'épi (SM), la maturité (MAT), l'écart entre la maturité et la floraison femelle (EMAFF), le nombre total de feuille (NTF), la hauteur de la plante (HP), le diamètre de la tige (DT), le poids de l'épi (PE) et la surface foliaire (SF).

➤ Typologie des variables et des cultivars

La figure 1a présente la projection des individus et des variables sur le plan formé par les axes 1 et 2 en fonction de leur contribution. L'examen de la figure 1b permet de distinguer les cultivars qui présentent de bonnes caractéristiques pour la section moyenne de l'épi, le diamètre de la tige, le nombre total de feuilles, la hauteur de la plante, la surface foliaire et le poids de l'épi donc ayant de bonnes caractéristiques architecturales et de productivité. Les cultivars concernés sont : H03-05-1, H07-05-2, H09-01-2, H11-01-1, H14-01-1 et H16-02-1 soient 17,14% des échantillons totaux. Par contre, les cultivars B50-01-09, H08-02-1, H10-03-2, H15-03-1, H20-01-1, H29-01-2 et PP2 (soient 20% des échantillons totaux) présentent de mauvaises caractéristiques pour ces variables.

Les cultivars B03-10-1, B49-02-07, H01-01-3, H03-02-1, H20-04-1 et la variété élite SR 22 sont les plus tardifs du groupe des cultivars de cycle intermédiaire et avaient un nombre de rangées des épis et un écart élevés entre la maturité et la

Les cultivars H15-03-1 et PP2 présentent des caractéristiques peu appréciables pour le développement végétatif, pour la productivité mais sont les plus précoces des accessions (5,71% des échantillons). Le cultivar PP2 provient de Goin et a des grains bigarrés. Le cultivar H15-03-1 a été collecté à Larama et possède des grains jaunes.



1.4. Regroupement des cultivars locaux de cycle intermédiaire sur la base des similarités

A l'issue de l'analyse en composantes principales, une classification ascendante hiérarchique des données a été effectuée. Le dendrogramme obtenu fait apparaître trois classes distinctes (Figure 2).

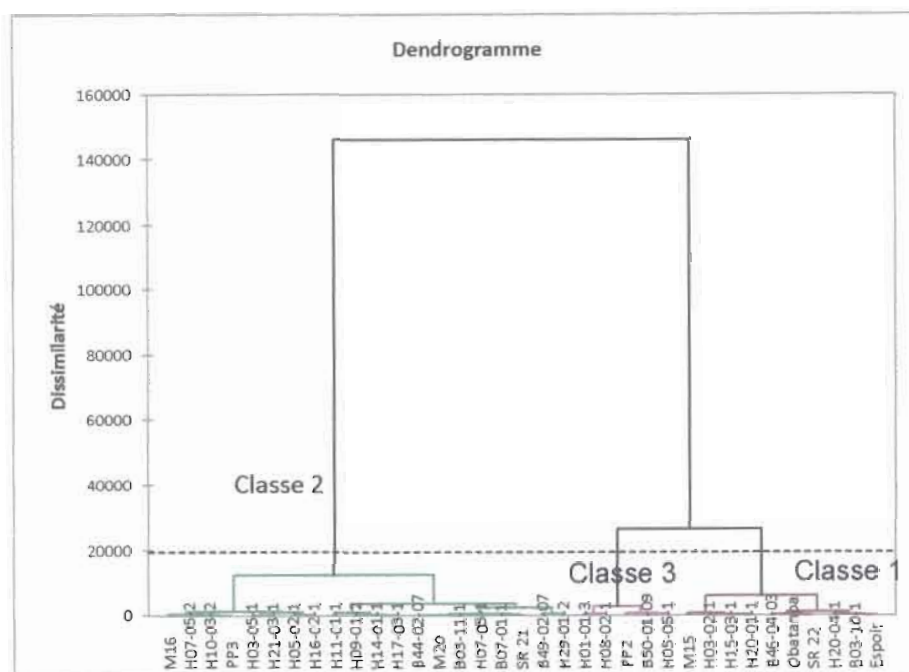


Figure 2 : Classification ascendante hiérarchique des 35 échantillons (cultivars et variétés améliorées) de cycle intermédiaire

Le dendrogramme montre une nette séparation des cultivars de maïs et structure la diversité en trois classes homogènes (Tableau 14). La première classe compte 7 cultivars (20 % de l'effectif total) et 3 témoins à savoir Espoir, Obatanpa et SR 22. Elle est constituée de 28,57 % de cultivars de couleur blanches, 42,86 % de bigarré et 28,57 % de jaune. La seconde classe compte la variété SR 21 et 20 cultivars, soient 57,14 % des échantillons totaux. Elle est composée de 21,05 % de maïs à grains blancs, de 26,31 % de grains bigarrés et 52,63 % de grains jaunes. La troisième classe, rassemblant 14,28 % des échantillons de maïs compte 5 cultivars locaux sans aucun témoin et est formée de 40 % de maïs blanc, 20 % de maïs jaune et 40 % de maïs bigarré. Elle ne regroupe donc que des cultivars ne présentant aucune similitude avec les témoins. Les cultivars de la classe une et deux soit 26 sur

les 31 cultivars (83,87 %) seraient du matériel présentant des similarités avec les variétés améliorées SR 21, SR 22, Obatanpa et Espoir.

Tableau 14 : Répartition des cultivars à cycle intermédiaire en fonction des classes

	Classe 1	Classe 2	Classe 3
	B03-10-1	B03-11-1	B50-01-09
	B46-04-03	B07-01-1	H01-01-3
	Espoir	B44-02-07	H05-06-1
	H03-02-1	B49-02-07	H08-02-1
	H15-03-1	H03-05-1	PP2
	H20-01-1	H05-02-1	
	H20-04-1	H07-05-1	
	M15	H07-05-2	
	Obatanpa	H09-01-2	
	SR 22	H10-03-2	
		H11-01-1	
		H14-01-1	
		H16-02-1	
		H17-03-1	
		H21-03-1	
		H29-01-2	
		M16	
		M20	
		PP3	
		SR 21	
Total	10	20	5

Une comparaison inter-classe des moyennes des différentes variables suivant le test de Student-Newman-Keuls a été réalisée, pour faire ressortir les principaux caractères distinctifs de chaque classe (Tableau 15). Néanmoins, l'écart entre la maturité et la floraison femelle ne diffèrent pas statistiquement dans aucune des classes.

La première classe présentait une similarité avec la troisième à travers le nombre de rangées et la section moyenne de l'épi, le poids des épis et le diamètre de la tige. La seconde classe présentait uniquement une analogie avec la classe une pour le caractère du cycle floraison mâle. Aucune similarité n'a été observée entre les classes deux et trois. Les classes montraient une différence significative entre

elles pour les caractères végétatifs tels que le nombre total de feuilles, la surface foliaire, la maturité, la hauteur de la plante.

La première classe regroupait les cultivars à petit diamètre et ayant des caractéristiques intermédiaires entre la deuxième et la troisième classe. La seconde classe renfermait les cultivars plus tardifs, à grandes tailles, ayant plus de feuilles, une surface foliaire et un poids épi élevé. La troisième était constituée de cultivars plus précoces, à petites tailles, possédant un poids épi faible et moins de feuilles par rapport aux autres.

Tableau 15 : Caractéristiques des classes issues de la classification ascendante hiérarchique des cultivars de cycle intermédiaire

Variables	Classe 1	Classe 2	Classe 3	F	Pr > F
FM (jrs)	61,10 ± 5,31 ^a	62,03 ± 2,35 ^a	58,20 ± 5,49 ^b	6,33	0,0026
NR (nb)	13,69 ± 1,13 ^b	14,51 ± 0,98 ^a	13,58 ± 0,82 ^b	9,14	0,0002
SM (cm)	4,16 ± 0,41 ^b	4,53 ± 0,35 ^a	4,01 ± 0,44 ^b	16,80	<.0001
NTF (nb)	13,73 ± 0,98 ^b	14,87 ± 0,91 ^a	12,81 ± 1,47 ^c	28,87	<.0001
SF (cm ²)	560,25 ± 88,50 ^b	655,53 ± 89,79 ^a	472,98 ± 136,64 ^c	19,17	<.0001
MAT (jrs)	93,57 ± 4,62 ^b	95,57 ± 2,46 ^a	90,73 ± 3,92 ^c	28,40	<.0001
EMAFF (jrs)	27,70 ± 4,83 ^a	29,74 ± 4,23 ^a	27,47 ± 7,39 ^a	2,50	0,087
PE (kg)	3,11 ± 1,88 ^b	4,75 ± 1,78 ^a	2,75 ± 2,17 ^b	11,57	<.0001
HP (cm)	169,69 ± 28,42 ^b	205,42 ± 30,84 ^a	152,18 ± 32,39 ^c	31,91	<.0001
DT (cm)	1,40 ± 0,31 ^b	1,69 ± 0,32 ^a	1,42 ± 0,42 ^b	12,70	<.0001

Floraison mâle (FM), le nombre de rangée des grains de l'épi (NR), la section moyenne de l'épi (SM), la maturité (MAT), l'écart entre la maturité et la floraison femelle (EMAFF), le nombre total de feuille (NTF), la hauteur de la plante (HP), le diamètre de la tige (DT), le poids de l'épi (PE) et la surface foliaire (SF). Les moyennes suivies de la même lettre, dans la même ligne sont égales selon le test de Student-Newman-Keuls. Nb : nombre, jrs : jours.

1.5. Vérification de l'appartenance des cultivars locaux aux différents groupes

L'analyse discriminante a été réalisée pour rechercher les variables les plus discriminantes vis-à-vis des classes déterminées. Les trois classes issues de la classification hiérarchique ont été utilisées comme variable catégorielle dans cette

analyse. Le test d'égalité des moyennes des classes révèle que les 10 variables testées permettent de discriminer les groupes (Tableau 16).

Tableau 16 : Test d'égalité des moyennes des classes des cultivars de cycle intermédiaire

Variable	Lambda	F	DDL1	DDL2	p-value
PE	0,484	17,046	2	32	< 0,0001
SF	0,149	91,113	2	32	< 0,0001
FM	0,823	3,443	2	32	0,044
SM	0,521	14,705	2	32	< 0,0001
NR	0,771	4,748	2	32	0,016
EMAFF	0,872	2,348	2	32	0,112
MAT	0,706	6,659	2	32	0,004
NTF	0,384	25,683	2	32	< 0,0001
HP	0,288	39,465	2	32	< 0,0001
DT	0,477	17,548	2	32	< 0,0001

Floraison mâle (**FM**), le nombre de rangée des grains de l'épi (**NR**), la section moyenne de l'épi (**SM**), la maturité (**MAT**), l'écart entre la maturité et la floraison femelle (**EMAFF**), le nombre total de feuille (**NTF**), la hauteur de la plante (**HP**), le diamètre de la tige (**DT**), le poids de l'épi (**PE**) et la surface foliaire (**SF**).

La matrice de confusion montre que 100% des observations originales contre 94,29% des observations validées croisées sont classées correctement. Les calculs des distances de Mahalanobis montrent que les classes ne sont pas trop éloignées l'une de l'autre (Tableau 17).

Tableau 17 : Distance de Mahalanobis entre les classes formées par les cultivars de cycle intermédiaire

	1	2	3
1	0	17,146	24,068
2	17,146	0	63,270
3	24,068	63,270	0

Une grande variabilité morphologique entre les cultivars a été observée pour toutes les variables sauf pour le diamètre de la tige qui ne présente aucune différence significative au sein des cultivars.

Tableau 18 : Minimum, maximum, moyenne et coefficient de variation des variables de l'architecture des cultivars et des variétés améliorées de cycle précoce

Variables	Minimum	Maximum	Moyenne \pm Ecart type	F	E_RES	CV (%)
LongF (cm)	43,40	93,92	73,59 \pm 12,46	4,53 ***	5,56	7,55
LargF (cm)	4,60	10,72	8,39 \pm 1,61	3,61 **	0,74	8,84
SF (cm ²)	149,73	689,19	476,71 \pm 156,88	4,42 **	67,14	14,08
NTF (nb)	9,25	15,70	12,91 \pm 1,68	18,75 ***	0,50	3,87
NFSE (nb)	4,25	6,20	5,30 \pm 0,46	4,18 **	0,26	4,93
NFIE (nb)	4,40	10,00	7,61 \pm 1,33	16,56 ***	0,43	5,65
HIE (cm)	12,78	123,05	61,28 \pm 28,83	10,84 ***	9,41	15,35
HP (cm)	63,89	228,15	151,89 \pm 43,56	7,72 ***	15,38	10,13
IE	0,19	0,54	0,38 \pm 0,09	12,23 ***	0,03	7,81
LMNE	11,77	20,96	17,01 \pm 2,32	2,30 *	1,29	7,59
DT (cm)	0,23	2,03	1,30 \pm 0,45	1,43 NS	0,25	19,05
DL (nb)	25,00	52	35,59 \pm 6,38	3,54 **	4,34	12,18
DR (nb)	10,00	47	29,67 \pm 8,65	5,60 ***	4,18	14,08

La longueur de la feuille (**LongF**), la largeur de la feuille (**LargF**), la surface foliaire (**SF**), le nombre total de feuille (**NTF**), le nombre de feuille supérieur à l'épi (**NFSE**), le nombre de feuille en-dessous de l'épi (**NFIE**), la hauteur d'insertion de l'épi (**HIE**), la hauteur de la plante (**HP**), l'index d'insertion de l'épi (**IE**), longueur moyenne de l'entre nœud au-dessus de l'épi principale (**LMNE**), le diamètre de la tige (**DT**), la densité à la levée (**DL**), la densité à la récolte (**DR**). **NS**, *, **, *** = non significative, significative à 5%, significative à 1% et significative à 0,1%, **CV (%)** : coefficient de variation, **E_RES** : erreur résiduelle, **nb** : nombre, **F** = valeur de Fisher pour les cultivars et les variétés améliorées.

Les cultivars présentaient une différence significative pour toutes les variables biométriques de l'épi (Tableau 19). Le coefficient de variation est inférieur à 15% pour toutes les variables, ce qui confirme l'homogénéité des données collectées. Aussi, ces variables présentaient-ils de grands écarts entre les minima et maxima.

En général, la longueur de l'épi mesurait $14,46 \pm 3,38$ cm, la section moyenne de l'épi $4,06 \pm 0,53$ cm, le nombre de rangées $13,33 \pm 1,27$ et le nombre de grains par rangée $32,14 \pm 7,04$.

Tableau 19 : Minimum, maximum, moyenne et coefficient de variation des variables des caractéristiques biométriques de l'épi des génotypes de cycle précoce

Variables	minimum	maximum	Moyenne \pm Ecart type	F	E-RES	CV (%)
LE (cm)	6,33	20,26	$14,46 \pm 3,38$	3,63 **	1,74	12,02
SM (cm)	2,94	4,85	$4,06 \pm 0,53$	3,10 **	0,23	5,73
NR (nb)	10,40	16,00	$13,33 \pm 1,27$	6,75 ***	0,58	4,35
NGR (nb)	14,67	43,50	$32,14 \pm 7,04$	3,15 **	3,67	11,42

La longueur de l'épi (LE), la section moyenne de l'épi (SM), le nombre de rangée des grains de l'épi (NR), le nombre de grain par rangée (NGR), **, *** = significative à 5% et significative à 0,1%, CV (%) : coefficient de variation, E_RES : erreur résiduelle, nb : nombre, F = valeur de Fisher pour les cultivars et les variétés améliorées.

Dans le tableau 20 sont consignés la description des caractères déterminant le cycle de la plante. La floraison mâle observée était en moyenne de $59,02 \pm 5,49$ jours, la floraison femelle de $63,36 \pm 8,11$ jours et la maturité de $90,90 \pm 4,13$ jours. Toutefois, des écarts importants ont été observés entre les caractères. Le coefficient de variation est faible pour la majorité des variables sauf pour l'écart entre la floraison mâle et la floraison femelle où il est particulièrement élevé. Les cultivars montraient des fluctuations significatives pour la floraison mâle et femelle et la maturité. Une homogénéité entre les cultivars locaux était observée pour l'écart entre la floraison mâle et la floraison femelle, l'écart entre la maturité et la floraison mâle et l'écart entre la maturité et la floraison femelle.

Tableau 20 : Minimum, maximum, moyenne et coefficient de variation des variables du cycle des cultivars et variétés améliorées de cycle précoce

Variables	Minimum	Maximum	Moyenne \pm Ecart type	F	E_RES	CV (%)
FM (jrs)	48	74	59,02 \pm 5,49	9,36 ***	2,30	3,90
FF (jrs)	51	79	63,36 \pm 8,11	4,85 ***	4,21	6,65
ASI (jrs)	0	14	4,33 \pm 3,75	1,09 NS	3,22	74,27
EMAFM (jrs)	21	38	31,87 \pm 9,90	1,04 NS	2,67	8,39
EMAFF (jrs)	15	36	27,54 \pm 5,67	1,49 NS	4,04	14,66
MAT (jrs)	85	99	90,90 \pm 4,13	8,77 ***	2,00	2,20

La floraison mâle (FM), la floraison femelle (FF), l'écart entre la floraison mâle et la floraison femelle (ASI), l'écart entre la maturité et la floraison mâle (EMAFM), l'écart entre la maturité et la floraison femelle (EMAFF), la maturité (MAT), *** = significative à 0,1%, CV (%) : coefficient de variation, E_RES : erreur résiduelle, jrs : jours, F = valeur de Fisher pour les cultivars et les variétés améliorées.

Les cultivars locaux de maïs présentaient une variabilité pour le poids des épis et le rendement à l'exception de la prolificité. Le poids des épis moyen était de 3,67 \pm 2,52 kg et le rendement moyen était de 2,53 \pm 1,81 tonnes/ha. Le coefficient de variation est élevé pour le poids de l'épi et le rendement, traduisant ainsi une disparité entre les données collectées (Tableau 21).

Tableau 21 : Minimum, maximum, moyenne et coefficient de variation des variables de la productivité des cultivars et variétés améliorées de cycle précoce

Variables	Minimum	Maximum	Moyenne \pm Ecart type	F	E_RES	CV (%)
PRO (nb)	1,00	2,10	1,23 \pm 0,28	1,48 NS	0,23	18,59
PE (kg)	0,10	8,20	3,67 \pm 2,52	3,20 **	1,09	29,69
RDT (t/ha)	0,10	6,05	2,53 \pm 1,81	2,41 *	0,88	34,73

La prolificité (Pro), le poids de l'épi (PE), le rendement (RDT), NS, *, **, = non significative, significative à 5%, significative à 1% et significative à 0,1%, CV (%) : coefficient de variation, E_RES : erreur résiduelle, nb : nombre, F = valeur de Fisher pour les cultivars et les variétés améliorées..

Le comportement par rapport à la rouille, à la striure, à l'helminthosporiose et à la curvulariose des 11 cultivars locaux de maïs à cycle précoce ont été évalués. Concernant la rouille et la striure, la note était de 1 pour tous les cultivars donc une

infection très légère marquée par très peu de lésions foliaires qui ne se situent généralement que sur les premières feuilles. La note fluctuait de 1,83 à 3 pour l'helminthosporiose et pour la curvulariose de 2 à 2,83. Le cultivar B47-01-15 avait la plus forte note pour la manifestation de la curvulariose et de la striure du maïs et le B47-01-11 à l'helminthosporiose. Tous les deux cultivars proviennent de Kouentou.

Les cultivars ne présentaient aucune différence significative face aux manifestations de la striure, de la curvulariose et de l'helminthosporiose (Tableau 22).

Tableau 22 : Minimum, maximum, moyenne et coefficient de variation des variables de la maladie des cultivars et variétés améliorées de cycle précoce

Variables	F	E_RES	Moyenne	CV (%)
MSV	0,62 NS	0,06	0,31	19,35
HM	0,60 NS	0,10	0,51	19,84
CURV	0,64 NS	0,09	0,51	18,39

Striure (MSV), Curvulariose (CURV), Helminthosporiose (HM), NS = non significative, CV (%) : coefficient de variation, E_RES : erreur résiduelle, F = valeur de Fisher pour les cultivars et les variétés améliorées.

2.2. Caractéristiques des cultivars locaux de cycle précoce présentant une singularité

Les variables pour lesquelles les cultivars ont présenté une variabilité, ont été soumises à un test de comparaison des moyennes Student-Newman-Keuls. Ceci dans le but de d'extraire les principaux cultivars ayant exprimé des caractéristiques particulières.

Le cultivar de Djigouéma B27-02-1 était caractérisé par une grande largeur des feuilles, une grande surface foliaire, une grande taille et une grande hauteur d'insertion de l'épi. B40-02-1, le cultivar provenant de Ramatoulaye se distinguait par de longues feuilles, de grande surface foliaire, de nombre total élevé de feuilles, et de nombre élevé de feuilles en dessous de l'épi. Toutefois, les cultivars collectés à Sala présentaient de faibles valeurs pour toutes les variables architecturales (Tableau 23).

Tableau 23 : Liste des cultivars de cycle précoce ayant exprimé la plus grande moyenne et la plus faible moyenne pour les variables d'architecture de la plante

Variables	Cultivars à plus grande moyenne			Cultivars à plus petite moyenne		
	Moyenne \pm Ecart type	Cultivar	Origine géographique	Moyenne \pm Ecart type	Cultivar	Origine géographique
LongF	89,56 \pm 12,46	B40-02-1	Ramatoulaye	59,82 \pm 12,46	B39-04-1	Sala
LargF	10.01 \pm 1,61	B27-02-1	Djigouèma	6,59 \pm 1,61	B39-01-1	Sala
				6,35 \pm 1,61	B39-04-1	
SF	640,01 \pm 156,88	B27-02-1	Djigouèma	306,47 \pm 158,88	B39-04-1	Sala
	630,88 \pm 156,88	B40-02-1	Ramatoulaye			
	607,15 \pm 156,88	B47-01-15	Kouentou			
NTF	14,63 \pm 1,68	B47-01-15	Kouentou	10,90 \pm 1,68	B39-01-1	Sala
	14,60 \pm 1,68	B40-02-1	Ramatoulaye	10,47 \pm 1,68	B39-04-1	
NFSE	5,77 \pm 0,46	B47-01-15	Kouentou	4,77 \pm 0,46	B39-04-1	Sala
NFIE	9,00 \pm 1,33	B40-02-1	Ramatoulaye	5,45 \pm 1,33	B39-01-1	Sala
	8,87 \pm 1,33	B47-01-15	Kouentou	5,70 \pm 1,33	B39-04-1	
	8,73 \pm 1,33	B03-05-1	Lahirisso			
HIE	108,00 \pm 28,83	B27-02-1	Djigouèma	31,50 \pm 28,83	B39-04-1	Sala
HP	210,05 \pm 43,56	B27-02-1	Djigouèma	115,51 \pm 43,56	B39-04-1	Sala
IE	0,51 \pm 0,09	B27-02-1	Djigouèma	0,26 \pm 0,09	B39-01-1	Sala
	0,50 \pm 0,09	B40-02-1	Ramatoulaye		B39-04-1	
LMNE	20,63 \pm 2,32	B09-02-2	Nasso	15,69 \pm 2,32	B39-01-1	Sala
				14,36 \pm 2,32	B14-01-1	Zongoma

La longueur de la feuille (**LongF**), la largeur de la feuille (**LargF**), la surface foliaire (**SF**), le nombre total de feuille (**NTF**), le nombre de feuille supérieur à l'épi (**NFSE**), le nombre de feuille en-dessous de l'épi (**NFIE**) la hauteur d'insertion de l'épi (**HIE**), la hauteur de la plante (**HP**), l'index d'insertion de l'épi (**IE**), longueur moyenne de l'entre nœud au-dessus de l'épi principale (**LMNE**).

Les cultivars locaux collectés à Djigouèma et Ramatoulaye présentaient de bonnes caractéristiques pour la longueur de l'épi et le nombre de rangées de l'épi, au contraire des cultivars de Sala (Tableau 24).

Tableau 24 : Liste des cultivars de cycle précoce ayant exprimé la plus grande moyenne et la plus faible moyenne pour les caractéristiques biométriques de l'épi

Variables	Cultivars à plus grande moyenne			Cultivars à plus petite moyenne		
	Moyenne \pm Ecart type	Cultivar	Origine géographique	Moyenne \pm Ecart type	Cultivar	Origine géographique
LE	18,80 \pm 3,38	B09-02-2	Nasso	11,27 \pm 3,38	B39-04-1	Sala
	18,35 \pm 3,38	B27-02-1	Djigouèma			
	18,25 \pm 3,38	B40-02-1	Ramatoulaye			
SM	4,74 \pm 0,53	B09-02-2	Nasso	3,35 \pm 0,53	B39-04-1	Sala
NR	15,00 \pm 1,27	B27-02-1	Djigouèma	11,20 \pm 1,27	B39-04-1	Sala
	14,86 \pm 1,27	B40-02-1	Ramatoulaye			
	14,80 \pm 1,27	B09-02-2	Nasso			
NGR	40,10 \pm 7,00	B40-02-1	Ramatoulaye	25,50 \pm 7,00	B39-04-1	Sala

La longueur de l'épi (LE), la section moyenne de l'épi (SM), le nombre de rangée des grains de l'épi (NR), le nombre de grain par rangée (NGR).

Les cultivars de Kouentou étaient de cycle plus tardif et ceux de Sala plus précoces (Tableau 25).

Tableau 25 : Liste des cultivars de cycle précoce ayant exprimé la plus grande moyenne et la plus faible moyenne pour le cycle de la plante

Variables	Moyenne \pm Ecart type	Cultivar	Origine géographique	Variables	Moyenne \pm Ecart type	Cultivar	Origine géographique
FM	66,67 \pm 8,11	B47-01-11	Kouentou	FM	53,50 \pm 8,11	B39-04-1	Sala
FF	71,67 \pm 5,49	B47-01-11	Kouentou	FF	55,00 \pm 5,49	B39-04-1	Sala
MAT	96,67 \pm 8,77	B47-01-11	Kouentou	MAT	87,00 \pm 8,77	B27-02-1	Djigouèma
					85,50 \pm 8,77	B39-04-1	Sala

La floraison mâle (FM), la floraison femelle (FF), la maturité (MAT).

Les cultivars de Djigouèma étaient les plus performants des échantillons évalués à l'opposé de ceux de Sala moins productifs (Tableau 26).

Tableau 26 : Liste des cultivars de cycle précoce ayant exprimé la plus grande moyenne et la plus faible moyenne pour la productivité

Variables	Cultivars à plus grande moyenne			Cultivars à plus faible moyenne		
	Moyenne \pm Ecart type	Cultivar	Origine géographique	Moyenne \pm Ecart type	Cultivar	Origine géographique
PE	7,10 \pm 2,52	B27-02-1	Djigouèma	0,97 \pm 2,52	B39-04-1	Sala
RDT	4,89 \pm 1,82	B27-02-1	Djigouèma	0,84 \pm 1,82	B39-04-1	Sala

Le poids de l'épi (PE), le rendement (RDT).

2.3. Structuration de la diversité des cultivars de cycle précoce

Les variables retenues après avoir été soumises à une matrice de corrélation de Pearson sont la floraison mâle (FM), l'écart entre la floraison mâle et femelle (ASI), la maturité (MAT), l'écart entre la maturité et la floraison femelle (EMAFF), la surface foliaire (SF), le nombre total de feuilles (NTF), le nombre de feuilles en-dessous de l'épi (NFIE), la hauteur de la plante (HP), la longueur de l'épi (LE) et la section moyenne de l'épi (SM).

➤ Interdépendances entre les variables mesurées sur la population de maïs

La matrice de corrélation de Pearson montre des corrélations significatives entre plusieurs couples de variables (Tableau 27). Une relation linéaire entre les variables existe. La maturité était corrélée positivement avec la floraison mâle, l'écart entre la floraison mâle et la floraison femelle, et négativement avec l'écart entre la maturité et la floraison femelle qui était lui-même corrélé négativement avec la floraison mâle et l'écart entre la floraison mâle et la floraison femelle. Une interdépendance existe entre la section moyenne de l'épi et la surface foliaire, le nombre total de feuilles, la hauteur de la plante et la longueur de l'épi.

Tableau 27 : Corrélation entre les variables mesurées sur les cultivars de cycle précoce

Variables	FM	ASI	EMAFF	MAT	SF	NTF	HP	LE	SM	NFIE
FM	1									
ASI	0,655	1								
EMAFF	-0,735	-0,860	1							
MAT	0,923	0,637	-0,524	1						
SF	0,201	0,041	-0,223	0,068	1					
NTF	0,379	0,059	-0,250	0,258	0,931	1				
HP	0,072	-0,073	-0,099	-0,045	0,940	0,912	1			
LE	0,175	0,118	-0,069	0,213	0,775	0,799	0,845	1		
SM	-0,050	-0,204	0,137	-0,067	0,850	0,834	0,872	0,811	1	
NFIE	0,436	0,105	-0,252	0,348	0,896	0,982	0,856	0,809	0,799	1

La Floraison mâle (FM), la section moyenne de l'épi (SM), la longueur de l'épi (LE), la maturité (MAT), l'écart entre la maturité et la floraison femelle (EMAFF), le nombre total de feuille (NTF), le nombre de feuille en-dessous de l'épi (NFIE), la hauteur de la plante (HP), la surface foliaire (SF), l'écart entre la floraison mâle et la floraison femelle (ASI). Les valeurs en gras sont significativement différentes de 0 à un niveau de signification $\alpha=0,05$.

➤ Contribution des différentes variables dans la typologie des cultivars

Les deux premières composantes décrivent la variabilité totale des cultivars de maïs. Ces deux composantes permettent à eux seuls d'expliquer 86,42 % de la variance totale. La première composante restitue 54,82 % de la variance et la deuxième 31,60 %.

Toutes les variables sauf celles déterminant le cycle concouraient à la construction du premier axe. Il détermine alors la productivité et l'architecture de la plante. Le second axe, est défini par le concours de la floraison mâle (FM), la maturité et l'écart entre la floraison mâle et la floraison femelle. Il caractérise ainsi la précocité (Tableau 28).

Tableau 28 : Vecteur propre et corrélation entre variables des cultivars de cycle précoce avec les composantes

	Axe 1	Axe 2
Valeur propre	5,48	3,16
Variabilité (%)	54,82	31,60
% cumulé	54,82	86,42
FM	0,396	0,855
ASI	0,172	0,866
EMAFF	-0,298	-0,820
MAT	0,307	0,816
SF	0,941	-0,170
NTF	0,979	-0,055
HP	0,919	-0,307
LE	0,878	-0,140
SM	0,845	-0,440
NFIE	0,970	0,009

Floraison mâle (**FM**), section moyenne de l'épi (**SM**), longueur de l'épi (**LE**), maturité (**MAT**), écart entre la maturité et floraison femelle (**EMAFF**), nombre total de feuille (**NTF**), nombre de feuille en-dessous de l'épi (**NFIE**), hauteur de la plante (**HP**), surface foliaire (**SF**), l'écart entre la floraison mâle et la floraison femelle (**ASI**).

➤ Typologie des variables et des cultivars

Les cultivars B27-02-1, B40-02-1 et B47-01-15 présentent de bonnes caractéristiques pour la section moyenne et la longueur de l'épi, le nombre total de feuilles, le nombre de feuilles en-dessous de l'épi, la hauteur de la plante, la surface foliaire (Figure 4a). Ces cultivars présentaient de bonnes caractéristiques architecturales et de productivité (soient 18,75% du total des échantillons) à l'opposé des cultivars B39-01-1, B39-04-1 et de la variété KEB (Figure 4b).

Les cultivars B14-01-1, B47-01-11 et la variété Wari sont les plus tardifs mais l'écart entre la maturité et la floraison femelle est faible soit 18,75 % des génotypes totaux. Les cultivars B09-02-2, B27-02-1 et la variété KPJ étaient ceux qui sont les plus précoces et ayant un écart élevé entre la maturité et la floraison femelle. Le cultivar B27-02-1 était précoce et présentait un écart non négligeable entre la maturité et la floraison femelle élevée et des caractéristiques appréciables pour le développement végétatif et la productivité. Il provient de Djigouëma et possède des grains de couleur bigarrée.

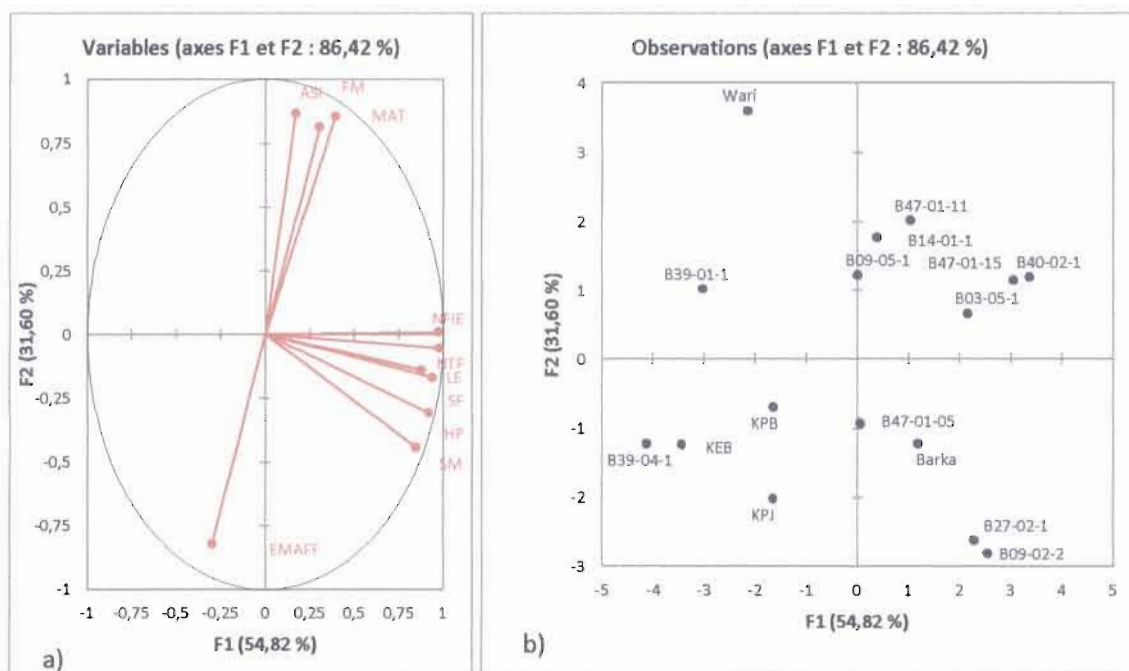


Figure 4 : Projection des cultivars de cycle précoce (a) et des variables (b) dans le plan formé par les axes 1 et 2

2.4. Regroupement des cultivars locaux de cycle précoce en fonction de leurs ressemblances

Une classification ascendante hiérarchique des données issues de l'analyse en composantes principales a été effectuée avec la méthode d'agrégation de Ward. Le dendrogramme fait apparaître une répartition des cultivars et des variétés améliorées en trois classes distinctes (Figure 5).

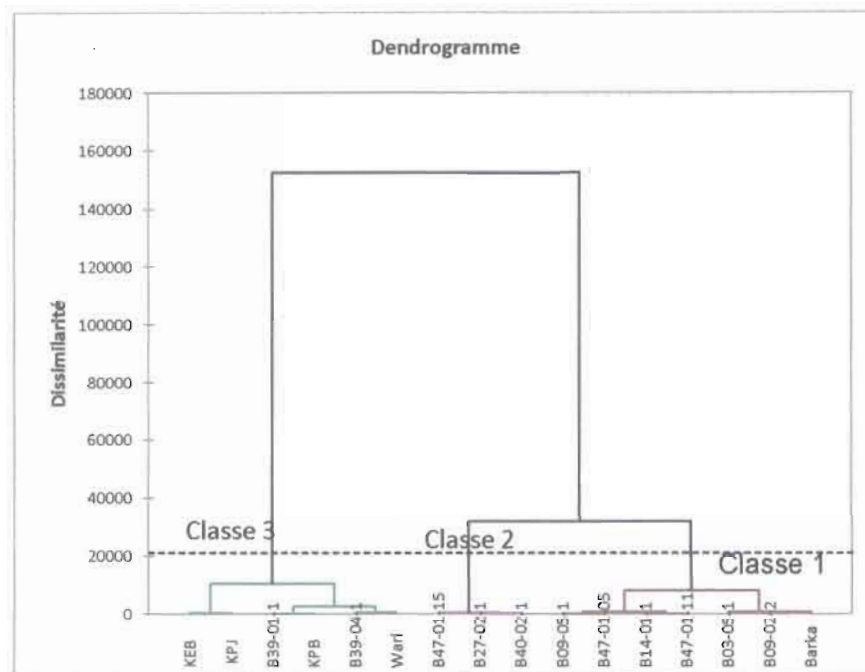


Figure 5 : Classification ascendante hiérarchique des cultivars et des variétés améliorées de cycle précoce

La diversité des cultivars de maïs était structurée en trois classes (Tableau 29). La première classe composée de 43,75 % des échantillons totaux de maïs dont le témoin Barka et six cultivars, renfermait 42,86 % de maïs à grains blancs, 42,86 % de grains bigarrés, 14,28 % de grains jaunes. La seconde classe formée de 18,75 % des échantillons, comptait uniquement 3 cultivars locaux ne présentant aucune similitude avec les témoins. Elle était composée de 66,67 % de grains jaunes et 33,33 % de grains bigarrés. Constituée de 37,5% des échantillons, la troisième classe regroupe 50 % de grains jaunes, 33,33% de grains blancs et 16,66 % de grains bigarrés. Elle regroupe deux cultivars et quatre témoins (KEB, KPB, KPJ et Wari). Huit cultivars sur 11 (72,73 %) présentent des similitudes aux témoins.

Tableau 29 : Répartition des cultivars à cycle précoce en fonction des classes

	Classe 1	Classe 2	Classe 3
	B03-05-1	B27-02-1	B39-01-1
	B09-02-2	B40-02-1	B39-04-1
	B09-05-1	B47-01-15	KEB
	B14-01-1		KPB
	B47-01-05		KPJ
	B47-01-11		Wari
	Barka		
Total	7	3	6

Le test de Student-Newman-Keuls a été réalisé pour une comparaison interclasse des moyennes des différentes variables, pour faire ressortir les principaux caractères distinctifs de chaque classe. Toutes les classes se distinguent les unes des autres par la surface foliaire, le nombre total de feuilles, le nombre de feuilles en-dessous de l'épi, la hauteur de la plante et la longueur de l'épi. Les variables floraison mâle, maturité et section moyenne de l'épi étaient similaires entre la première et la deuxième classe. La troisième classe était analogue à la première par l'écart entre la maturité et la floraison femelle et l'écart entre la floraison mâle et la floraison femelle. Aucune ressemblance n'a été identifiée entre la deuxième et la troisième classe.

La classe une regroupait les cultivars tardifs. La deuxième classe renfermait les cultivars possédant une surface foliaire, un nombre total de feuilles élevé, une grande taille, une longueur et une section moyenne de l'épi et un écart entre la floraison mâle et la floraison femelle élevé et un faible écart entre la maturité et une floraison femelle. La troisième quant à elle était composée de cultivars précoces, de petite taille, ayant une surface foliaire, un nombre de feuilles, une longueur et une section moyenne de l'épi et un faible écart entre la floraison mâle et la floraison femelle et un grand écart entre la maturité et une floraison femelle. Ces résultats sont mentionnés dans le tableau 30.

Tableau 30 : Caractéristiques des classes issues de la classification ascendante hiérarchique des cultivars et variétés améliorées de cycle précoce

Variables	Classe 1	Classe 2	Classe 3	F	P
FM (jrs)	61,44 ± 5,24 ^a	60,71 ± 3,99 ^a	55,07 ± 4,30 ^b	17,34	<.0001
ASI (jrs)	4,06 ± 4,28 ^b	6,71 ± 3,82 ^a	3,50 ± 2,56 ^b	3,81	0,323
EMAFF (jrs)	27,44 ± 6,50 ^a	23,71 ± 5,09 ^b	29,57 ± 3,80 ^a	8,76	0,0009
MAT (jrs)	92,94 ± 3,60 ^a	91,14 ± 2,79 ^a	88,14 ± 3,90 ^b	8,55	0,0010
SF (cm ²)	508,04 ± 152,83 ^b	622,02 ± 59,99 ^a	363,80 ± 115,24 ^c	28,73	<.0001
NTF (nb)	13,63 ± 1,12 ^b	14,56 ± 0,78 ^a	11,16 ± 0,95 ^c	67,44	<.0001
NFIE (nb)	8,19 ± 0,85 ^b	8,87 ± 0,63 ^a	6,24 ± 0,85 ^c	50,14	<.0001
HP (cm)	158,51 ± 37,81 ^b	200,57 ± 23,39 ^a	119,04 ± 30,42 ^c	53,62	<.0001
LE (cm)	14,70 ± 3,03 ^b	17,66 ± 1,33 ^a	12,54 ± 3,31 ^c	11,10	0,0002
SM (cm)	4,15 ± 0,54 ^a	4,34 ± 0,20 ^a	3,80 ± 0,52 ^b	5,77	0,0070

Floraison mâle (FM), section moyenne de l'épi (SM), longueur de l'épi (LE), maturité (MAT), écart entre la maturité et floraison femelle (EMAFF), nombre total de feuille (NTF), nombre de feuille en-dessous de l'épi (NFIE), hauteur de la plante (HP), surface foliaire (SF), Anthesis Silking Interval (ASI). Les moyennes suivies de la même lettre, dans la même ligne sont égales selon le test de Student-Newman-Keuls.

2.5. Vérification de l'appartenance des cultivars locaux de cycle précoce aux différentes classes

Pour rechercher les variables les plus discriminantes vis-à-vis des classes déterminées, l'analyse discriminante a été réalisée. Les trois classes issues de la classification hiérarchique ont été utilisées comme variable catégorielle dans cette analyse. Le test d'égalité des moyennes des classes révélait que sur les 10 variables testées 9 permettent de discriminer les groupes (Tableau 31).

Tableau 31 : Test d'égalité des moyennes des classes des cultivars de cycle précoce

Variable	Lambda	F	DDL1	DDL2	p-value
FM	0,790	1,727	2	13	0,216
ASI	0,931	0,485	2	13	0,627
EMAFF	0,841	1,226	2	13	0,325
SF	0,112	51,647	2	13	< 0,0001
NTF	0,106	55,109	2	13	< 0,0001
HP	0,161	33,772	2	13	< 0,0001
LE	0,406	9,514	2	13	0,003
SM	0,493	6,691	2	13	0,010
NFIE	0,162	33,632	2	13	< 0,0001

Floraison mâle (FM), section moyenne de l'épi (SM), longueur de l'épi (LE), maturité (MAT), écart entre la maturité et floraison femelle (EMAFF), nombre total de feuille (NTF), nombre de feuille en-dessous de l'épi (NFIE), hauteur de la plante (HP), surface foliaire (SF), Anthesis Silking Interval (ASI).

La matrice de confusion montre que 100% des observations originales contre 100% des observations validées croisées sont classées correctement. Les calculs des distances de Mahalanobis montrent que les classes sont éloignées les unes des autres (Tableau 32).

Tableau 32 : Distance de Mahalanobis entre les classes formées par des cultivars de cycle précoce

	1	2	3
1	0	82,836	94,084
2	82,836	0	325,862
3	94,084	325,862	0

Les deux composantes canoniques de l'AFD ont permis de faire ressortir la classification, la composante F1 détenait 96,48 % et la composante F2 3,52 % (Figure 6).

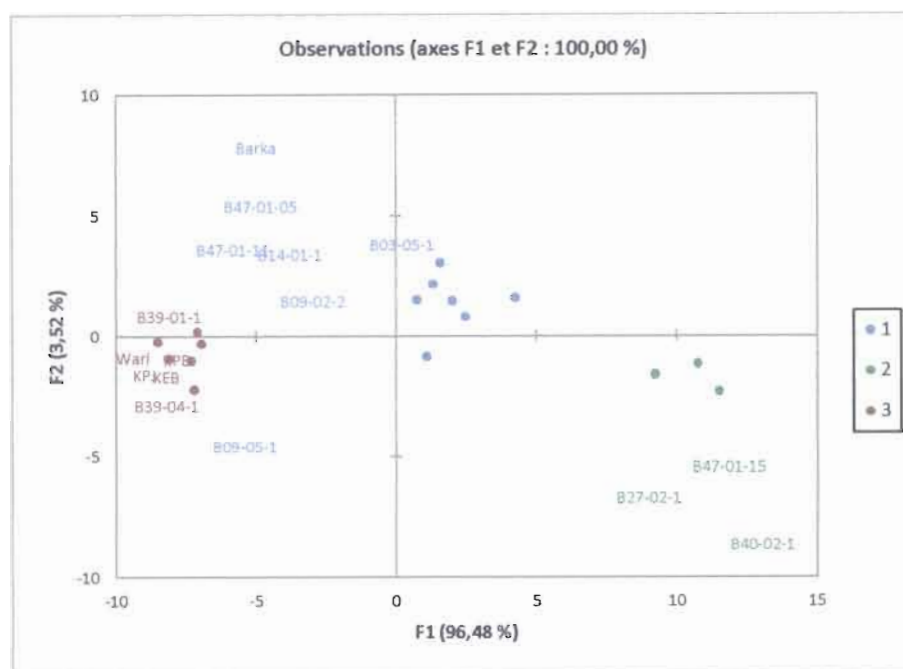


Figure 6 : Représentation des différentes classes formées par les cultivars de cycle précoce dans le plan canonique discriminant formé par les composantes canoniques 1 et 2

III. Similarités entre les cultivars locaux de cycle précoce et de cycle intermédiaire du Burkina Faso

3.1. Regroupement des cultivars locaux

Une classification ascendante hiérarchique des cultivars locaux a été effectuée avec la méthode d'agrégation de Ward pour l'ensemble des cultivars de cycle précoce et intermédiaire (provenant de 32 villages) combiné afin de déterminer les similarités existant entre eux. Le dendrogramme fait apparaître une répartition des cultivars en quatre classes distinctes (Figure 7). Les variables utilisées sont : la floraison mâle, l'écart entre la maturité et la floraison femelle, la surface foliaire, le nombre de feuilles au-dessus de l'épi, la hauteur d'insertion de l'épi, la hauteur de la

plante, le diamètre de la tige, la longueur et la section moyenne de l'épi et le poids des épis.

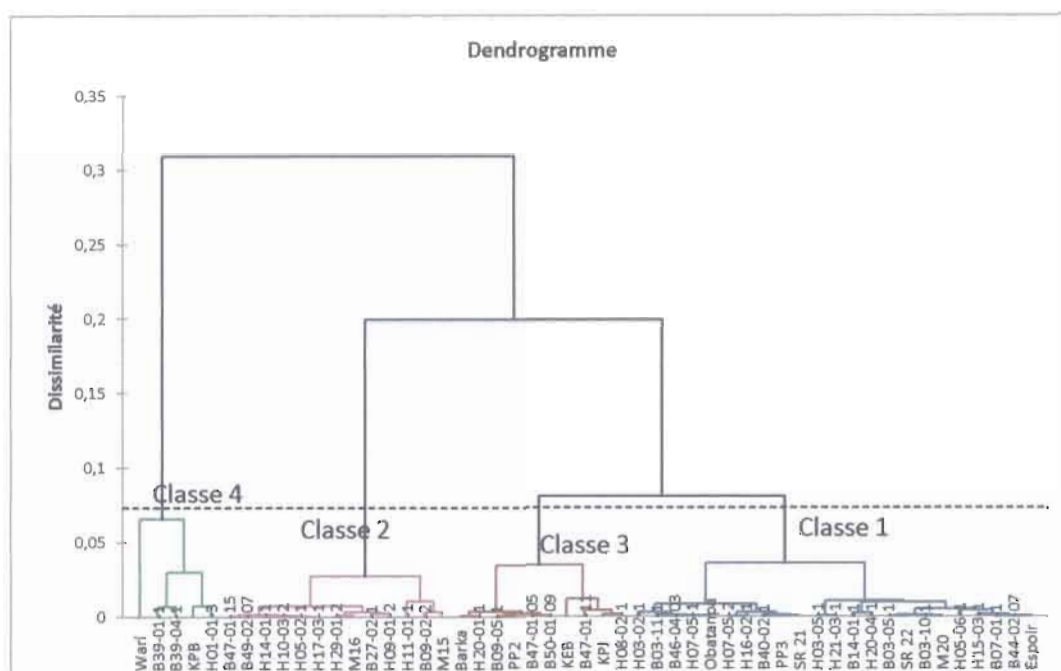


Figure 7 : Classification ascendante hiérarchique des cultivars de cycle précoce et intermédiaire

Le dendrogramme a structuré la diversité en quatre classes homogènes (Tableau 33). La première classe compte 19 cultivars (37, 25 % de l'effectif total) dont 4 témoins : Espoir, Obatanpa SR 21 et SR 22. Elle est constituée de 30,43 % de maïs de couleur blanche, 21,74 % de couleur bigarrée et 47,83 % de couleur jaune. La seconde classe ne regroupe que 13 cultivars (25,49%) ne présentant aucune similitude avec les témoins. Elle est constituée de 23,08% de grains blancs, 46,15% de grains bigarrés, 30,77% de grains jaunes. La troisième classe compte la variété Barka, KEB, KPJ et regroupe 7 cultivars soient 13,72% des échantillons totaux et est composée de 40 % de maïs à grains blancs, de 40 % de grains bigarrés et 20 % de grains jaunes. La quatrième classe rassemblant 9,80 % des échantillons de maïs comptait 3 cultivars et les variétés KPB et Wari (témoins) et formée de 40 % de maïs blanc, 40 % de maïs jaune et 20% de maïs bigarré.

Le regroupage des échantillons de maïs a fait ressortir les caractéristiques réelles sur la base des similitudes entre cultivars. La classe une et deux sont formées

de maïs à cycle intermédiaire en majorité, néanmoins 3 cultivars répertoriés comme précoces se retrouvent dans chacune des classes. Pour la première, il s'agit des cultivars B03-05-1, B14-01-1 et B40-02-1 et dans la seconde des cultivars B09-02-2, B27-02-1 et du B47-01-15. La troisième regroupe les extra précoces dont 4 préalablement évalués comme intermédiaire (cultivars B50-01-09, H08-02-1, H20-01-1 et PP2). La quatrième rassemble les précoces et un autre auparavant défini comme intermédiaire (le cultivar H01-01-3).

Tableau 33 : Répartition des cultivars en fonction des classes

	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
	B03-05-1	B09-02-2	B09-05-1	B39-01-1
	B14-01-1	B27-02-1	B47-01-05	B39-04-1
	B40-02-1	B47-01-15	B47-01-11	KPB
	B03-10-1	B49-02-07	Barka	Wari
	B03-11-1	H05-02-1	KEB	H01-01-3
	B07-01-1	H09-01-2	KPJ	
	B44-02-07	H10-03-2	B50-01-09	
	B46-04-03	H11-01-1	H08-02-1	
	Espoir	H14-01-1	H20-01-1	
	H03-02-1	H17-03-1	PP2	
	H03-05-1	H29-01-2		
	H05-06-1	M15		
	H07-05-1	M16		
	H07-05-2			
	H15-03-1			
	H16-02-1			
	H20-04-1			
	H21-03-1			
	M20			
	Obatanpa			
	PP3			
	SR 21			
	SR 22			
Total	23	13	10	5

Pour faire ressortir les principaux caractères distinctifs de chacune des classes, le test de Student-Newman-Keuls a été réalisé pour une comparaison interclasse des moyennes des différentes variables (Tableau 34). Toutes les classes se différencient les unes des autres par la hauteur de la plante, la hauteur d'insertion de l'épi et par la section moyenne de l'épi et, l'écart entre la maturité et la floraison

femelle est le même dans toutes les classes. La première classe se distingue de la seconde par la hauteur de la plante, la hauteur d'insertion de l'épi et par la section moyenne de l'épi. Elle est similaire à la troisième par l'écart entre la maturité et la floraison femelle et le poids des épis et à la quatrième uniquement par l'écart entre la maturité et la floraison femelle. La deuxième classe n'est analogue à la troisième et à la quatrième classe que par l'écart entre la maturité et la floraison femelle. La troisième classe est assimilable à la quatrième par l'écart entre la maturité et la floraison femelle, la floraison mâle, la longueur de l'épi et le poids des épis.

La première classe regroupe les cultivars ayant des caractéristiques moyennes aux différentes classes. La deuxième classe renferme les cultivars possédant une surface foliaire, un poids des épis et un faible écart entre la maturité et une floraison femelle, de grandes tailles, un grand diamètre, une longueur et une section moyenne élevées de l'épi. La troisième quant à elle, est composée de cultivars à faible écart entre la maturité et une floraison femelle, de plantes à basse insertion d'épi et de poids faible des épis. La quatrième classe regroupe les précoces à faibles surface foliaire, nombre de feuilles supérieur à l'épi, longueur, diamètre et section moyenne de l'épi et de petites tailles.

Tableau 34 : Caractéristiques des classes issues de la classification ascendante hiérarchique

Variables	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	F	Pr > F
FM	61,54 ± 4,47 ^a	61,82 ± 2,69 ^a	58,06 ± 5,41 ^b	57,25 ± 4,23 ^b	8,20	<.0001
EMAFF	28,70 ± 4,89 ^a	29,54 ± 4,91 ^a	26,74 ± 6,33 ^a	28,62 ± 3,46 ^a	1,73	0,1647
SF	601,77 ± 115,32 ^a	633,62 ± 95,83 ^a	478,96 ± 135,61 ^b	329,22 ± 121,17 ^c	24,02	<.0001
NFSE	5,67 ± 0,41 ^a	5,93 ± 0,43 ^a	5,36 ± 0,44 ^b	4,96 ± 0,36 ^c	16,13	<.0001
HIE	82,89 ± 23,72 ^b	100,95 ± 16,58 ^a	58,07 ± 25,43 ^c	36,81 ± 15,78 ^d	35,28	<.0001
HP	178,86 ± 34,62 ^b	214,01 ± 24,15 ^a	150,92 ± 39,06 ^c	118,78 ± 29,18 ^d	32,92	<.0001
DT	1,56 ± 0,33 ^a	1,67 ± 0,31 ^a	1,25 ± 0,44 ^b	1,04 ± 0,45 ^c	14,32	<.0001
LE	15,58 ± 2,54 ^a	16,46 ± 1,85 ^a	13,94 ± 2,87 ^b	12,73 ± 3,17 ^b	8,50	<.0001
SM	4,30 ± 0,44 ^b	4,57 ± 0,29 ^a	4,02 ± 0,48 ^c	3,65 ± 0,46 ^d	15,67	<.0001
PE	4,00 ± 2,12 ^{ab}	4,76 ± 1,83 ^a	3,13 ± 2,33 ^{bc}	2,32 ± 2,08 ^c	4,47	0,0050

Floraison mâle (FM), section moyenne de l'épi (SM), longueur de l'épi (LE), écart entre la maturité et floraison femelle (EMAFF), nombre de feuille supérieur à l'épi (NFIE), hauteur de la plante (HP), hauteur d'insertion de l'épi (HIE), surface foliaire (SF), diamètre de la tige (DT), poids des épis (PE). Les moyennes suivies de la même lettre, dans la même ligne sont égales selon le test de Student-Newman-Keuls (comparaison intergroupe).

3.2. Vérification de l'appartenance des cultivars locaux aux différents groupes

Pour rechercher les variables les plus discriminantes vis-à-vis des classes déterminées, l'analyse discriminante a été réalisée. Les quatre classes issues de la classification hiérarchique ont été utilisées comme variable catégorielle dans cette l'analyse. Le test d'égalité des moyennes des classes révèle que les 10 variables testées permettent de discriminer les groupes (Tableau 35).

Tableau 35 : Test d'égalité des moyennes des classes des cultivars

Variables	Lambda	F	DDL1	DDL2	p-value
FM	0,863	2,484	3	47	0,072
EMAFF	0,910	1,544	3	47	0,215
SF	0,255	45,730	3	47	< 0,0001
NFSE	0,614	9,863	3	47	< 0,0001
HIE	0,285	39,264	3	47	< 0,0001
HP	0,298	36,944	3	47	< 0,0001
LE	0,529	13,947	3	47	< 0,0001
SM	0,435	20,322	3	47	< 0,0001
DT	0,447	19,375	3	47	< 0,0001
PE	0,631	9,145	3	47	< 0,0001

Floraison mâle (FM), section moyenne de l'épi (SM), longueur de l'épi (LE), écart entre la maturité et floraison femelle (EMAFF), nombre de feuille supérieur à l'épi (NFIE), hauteur de la plante (HP), hauteur d'insertion de l'épi (HIE), surface foliaire (SF), diamètre de la tige (DT), poids des épis (PE).

La matrice de confusion montre que 100% des observations originales contre 86,27 % des observations validées croisées, sont classées correctement. Les calculs des distances de Mahalanobis montrent que les classes ne sont pas trop éloignées les unes des autres (Tableau 36).

Tableau 36 : Distance de Mahalanobis entre les classes formées par les cultivars de cycle précoce et intermédiaire

	1	2	3	4
1	0	11,242	11,048	36,427
2	11,242	0	15,935	37,444
3	11,048	15,935	0	13,018
4	36,427	37,444	13,018	0

Les deux composantes canoniques de l'AFD ont permis de faire ressortir la classification à 93,93 %, la composante F1 détenait 62,25 % et la composante F2 31,69 % (Figure 8).

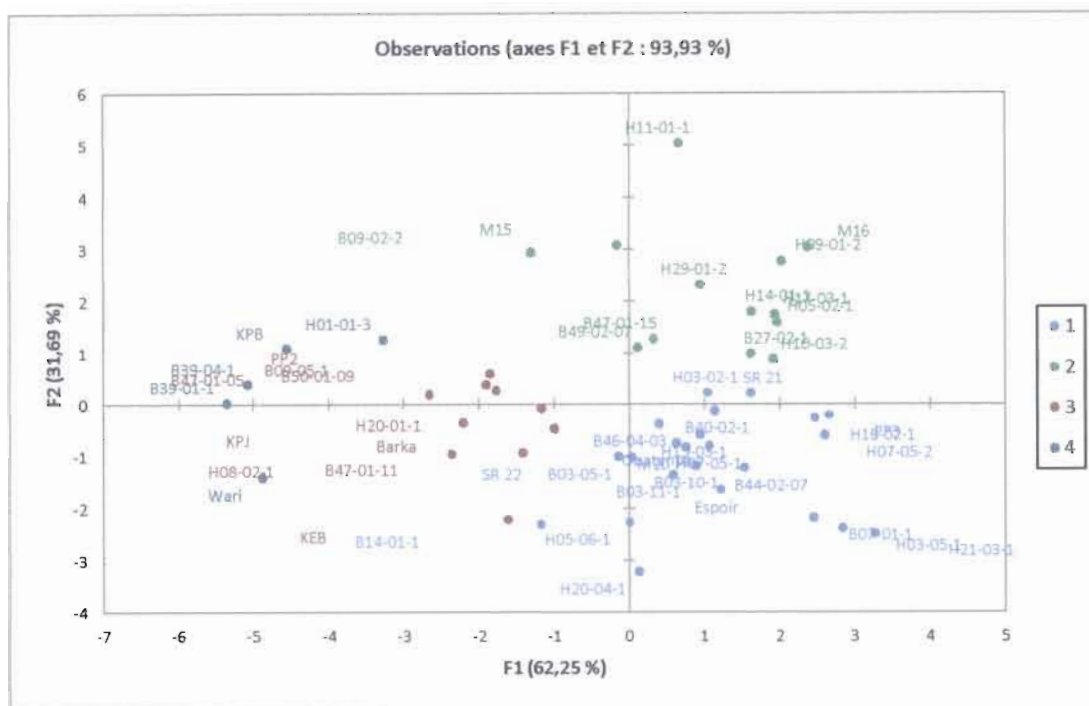


Figure 8 : Représentation des différentes classes formées par les cultivars de cycle précoce et intermédiaire dans le plan canonique discriminant formé par les composantes canoniques 1 et 2

B. Discussion

1. Diversité agro-morphologique inter-cultivars locaux

L'analyse de la diversité au plan agro-morphologique des échantillons de maïs collectés dans la province du Houet, révèle des écarts importants entre la majorité des caractères analysés, ce qui témoigne d'une forte hétérogénéité agro-morphologique entre les cultivars. Cette diversité pourrait résulter des pratiques paysannes qui prennent en compte surtout la floraison, les caractéristiques de l'épi et le rendement comme critères de choix des semences. Ces résultats corroborent ceux de N'Da *et al.*, (2014) qui attestent que la sélection massale élaborée chaque

année par les agriculteurs pour reconduire la culture, favorise cette différenciation entre les variétés locales. Egalement, cette diversité pourrait s'expliquer par la valeur que les cultivars représentent pour les agriculteurs, du mode d'acquisition (échange de variétés entre producteurs du même village ou d'un autre village, achat au marché) et de gestion des semences. En effet, Drinic *et al.* (2012) affirment que les analyses phénotypiques révèlent une grande hétérogénéité entre les populations locales indiquant ainsi qu'elles sont très bien adaptées spécifiquement aux conditions et usages du milieu. Les cultivars locaux de maïs sont habituellement des populations génétiquement hétérogènes et sont sélectionnés typiquement par les fermiers pour leur meilleure adaptation à l'environnement spécifiquement, leur prolificité, leur floraison, leur rendement, leur valeur nutritive, et leur résistance aux stress biotiques et abiotiques. Ils sont de ce fait, des sources de gènes très exploitables dans des programmes d'amélioration génétiques (Prasanna, 2012).

2. Intérêt de la sélection des cultivars

L'étude a révélé que 17,14% des cultivars à cycle intermédiaire contre 18,75% des cultivars à cycle précoce présentent de bonnes caractéristiques architecturales et de productivité. La détermination de cette performance est nécessaire dans le but de les utiliser éventuellement en amélioration des plantes. Les cultivars présentant donc une meilleure efficacité photosynthétique se détermine à travers le port des plantes, le nombre de feuilles. La hauteur d'insertion de l'épi et la distance de l'entre nœud supérieure à l'épi jouent un rôle important dans la résistance à la verse et la casse. La prolificité des épis femelles est essentielle. En effet, il est souhaitable de rechercher du maïs possédant jusqu'à la floraison, un système d'auto-ajustement génétique qui lui permet de compenser une faible densité, par la production d'un grand nombre d'épis (Demol, 2002). Ces cultivars serviront de sources de gènes qui permettront de mettre à la disposition des améliorateurs, des informations capitales, nécessaires pour leurs travaux en vue d'une intensification de la production du maïs et donc de l'accroissement de la plus-value de cette culture dans l'économie nationale.

3. Coexistence de cultivars locaux, de variétés améliorées et de variétés dégénérées

Après caractérisation, 83,87 % des cultivars locaux à cycle intermédiaire testés seraient du matériel similaire aux variétés améliorées SR 21, SR 22, Obatanpa et Espoir et 72,73 % des cultivars à cycle précoce présentent des similitudes aux témoins (Barka, FBC6, KEB, KPB, KPJ et Wari). Cela peut s'expliquer par le fait que ces cultivars pourraient être des variétés améliorées détériorées donc ayant perdu certains de leurs caractères. Nos résultats confirment ceux de Morais (2012) qui affirme suite à ses travaux, que les écotypes du Burkina Faso ont une large diversité génétique et que l'on y retrouve des écotypes introgressés. Egalement, Bellon et Risopoulos (2001), attestent que lorsqu'une variété améliorée est reconduite plus de 10 ans par l'agriculteur, elle devient créolisée à travers le processus de recyclage consécutif de la semence, ce qui induit une perte progressive des caractéristiques de la variété améliorée. A ces variétés créolisées sont généralement attribués les noms locaux, devenant une partie du groupe de variétés considérées comme locales par les agriculteurs dans les zones de production. Chaque cultivar représente une fraction de la variabilité globale disponible au sein de chacune des unités de gestion traditionnelle des agriculteurs (Sanou *et al.*, 1997). Il existe donc au niveau des paysans qui assure la conservation *in situ* des semences, des variétés améliorées, des cultivars locaux et éventuellement des variétés dégénérées. Malgré les flux de gènes, on retrouve toujours chez l'agriculteur des cultivars locaux. Cela s'explique par le mode de gestion des semences et de cultures. Il est donc primordial d'encourager la gestion *in situ* des semences qui peut être couplée à celle *ex situ* afin de garantir la pérennisation des ressources phytogénétiques.

4. Sélection contre les maladies

Les cultivars à cycle intermédiaire évalués présentaient une variabilité aux manifestations de la curvulariose et de l'helminthosporiose tandis que face à la striure et à la rouille aucune incidence n'a été observée. Les cultivars à cycle précoce ne présentaient aucune différence significative face aux manifestations de la striure, de la rouille, de la curvulariose et de l'helminthosporiose. Ceci est en conformité avec les résultats de Samba (2014) qui soutient que les cultivars locaux tolèrent les maladies

courantes du maïs au Burkina Faso. Paliwal (2002) affirme que les variétés locales de maïs ont un bon niveau de tolérance à la rouille. Simporé (2003) indique l'existence d'une variabilité génétique inter cultivars par rapport à l'helminthosporiose maladie fongique, causée par *Bipolaris maydis*. De même, une étude menée par Somda *et al.* (2008) sur des échantillons de maïs collectés dans quatorze localités de la province du Houet, révèle que tous les échantillons de semences et de jeunes plantules (feuilles et tiges) analysés, étaient infestés par des champignons pathogènes et saprophytes indifféremment de leurs localités géographiques.

5. Critères de structuration des cultivars locaux

La diversité agro-morphologique des cultivars locaux a été structurée en trois classes dont chacune diffère des deux autres par l'écart entre la maturité et la floraison femelle pour les intermédiaires. Cette diversité est également structurée en trois classes se différenciant entre elles par la surface foliaire, le nombre total de feuilles, le nombre de feuilles en-dessous de l'épi, la hauteur de la plante et la longueur de l'épi. Les quatre classes établies étaient toutes différentes par la hauteur de la plante, la hauteur d'insertion de l'épi et par la section moyenne de l'épi. En effet, les caractéristiques différenciant le plus les cultivars sont les caractères architecturaux, le cycle et la productivité, d'où l'attachement des agriculteurs à certains cultivars. L'architecture de la plante définit la pénibilité des travaux culturaux (sarclages, récolte), l'efficacité photosynthétique. Le cycle traduit la nature de la consommation (vert ou mature) et les objectifs de commercialisation du producteur. Aussi selon Drinic *et al.* (2014), parmi les descripteurs phénotypiques, la précocité est la plus fréquemment utilisée pour caractériser les variétés locales vu les variabilités climatiques actuelles. Berthaud et Gepts (2004) déclare que la diversité phénotypique des formes locales de maïs se manifeste clairement dans les propriétés agronomiques telles que la hauteur de la plante et la durée du cycle de croissance. De même, Simporé (2003) ajoute que la variabilité se manifeste aussi bien pour les variables se rapportant à la précocité, à l'architecture qu'aux composantes de la productivité. Ce qui est conforme à nos travaux.

6. Sélection inter-cultivars

Le test d'égalité des moyennes des classes obtenues après la classification ascendante hiérarchique révèle que les 9 variables contre 10 testées permettent de discriminer les groupes des précoces contre 10 pour les intermédiaires et 10 pour le groupe formé par les intermédiaires et des précoces. Ceci traduit la diversité des caractères agro-morphologiques que renferment les cultivars de maïs permettant ainsi une distinction inter-cultivars. Il existe au sein des cultivars locaux une variabilité génétique observée pour la majorité des caractères agro-morphologiques (Simpore, 2003). Ainsi, pour une espèce, le réservoir génétique global est l'ensemble de toute la diversité génétique susceptible d'être exploitée pour l'amélioration de cette espèce (Demol, 2002). Ces ressources locales représentent un élément essentiel de la sécurité alimentaire car elles constituent la matière première utilisée par les sélectionneurs pour améliorer la qualité et la productivité du maïs (N'Da *et al.*, 2014).

7. Disponibilité des ressources

Les données collectées ne couvrent que quelques zones géographiques du Houet (32 villages), et pour chaque village nous ne possédons pas d'échantillons de maïs à cycle intermédiaire et à cycle précoce. Le nombre réduit de cultivars précoces s'explique par le fait que ceux sont les cultivars les moins rencontrés dans cette zone. En effet, la province du Houet est une zone de prédilection de la culture du maïs au regard des conditions édaphiques et climatiques qui y prévalent. Ce sont donc des cultivars locaux plus tardifs que l'on y trouve. Malgré cela nos résultats attestent une hétérogénéité quelle que soit la provenance géographique des cultivars. Le cycle de développement d'une culture est un critère important pour le producteur tant pour l'élaboration de son calendrier cultural que pour la rentabilité escomptée.

Conclusion et perspectives

Le maïs fait partie des céréales les plus consommées au Burkina Faso, que ce soit les variétés améliorées vulgarisées par la recherche nationale ou les cultivars locaux. Le maïs possède une diversité génétique énorme qui offre d'incroyables ressources pour amélioration génétique.

Les objectifs de notre travail étaient d'étudier la diversité morphologique des caractères agro-morphologiques intra cultivars locaux et entre les cultivars locaux et les variétés améliorées vulgarisées. L'étude a été conduite suivant deux hypothèses à savoir : Il existe une diversité agro-morphologique entre les cultivars locaux et les variétés améliorées, il existe une diversité agro-morphologique au sein des cultivars locaux. Au terme de l'étude, on note que la première hypothèse est partiellement confirmée tandis que la seconde est confirmée.

Notre analyse a révélé, à l'issue de la caractérisation agro morphologique des accessions de maïs à cycle précoce et à cycle intermédiaire, une forte hétérogénéité phénotypique entre les cultivars. La diversité génétique des cultivars à cycle intermédiaire, était structurée en trois classes, où l'écart entre la maturité et la floraison femelle était la même. Six des cultivars locaux présentaient de bonnes caractéristiques architecturales et de productivité. Structurés en trois classes, les cultivars de cycle précoce, différaient entre eux par la surface foliaire, le nombre total de feuilles, le nombre de feuilles en-dessous de l'épi, la hauteur de la plante et la longueur de l'épi. Le regroupement des échantillons de maïs a fait ressortir les caractéristiques réelles sur la base des similitudes entre accessions. Les quatre classes établies étaient toutes différentes par la hauteur de la plante, la hauteur d'insertion de l'épi et la section moyenne de l'épi. Des erreurs d'évaluation des cycles des accessions collectées ont été mises en exergue. L'analyse factorielle discriminante a confirmé que dans les classes formées, dix variables contribuaient le plus à discriminer les trois classes des intermédiaires, neuf pour les précoces, et dix pour l'ensemble des deux. En somme, ces variables peuvent constituer des critères de base pour différencier les cultivars locaux de maïs. Au vu des variabilités génétiques qu'ils renferment, ils pourront être utilisés comme sources de gènes d'intérêts pour l'amélioration et la création des composites ou hybrides performants.

Pour renforcer la résilience des agriculteurs surtout les petites exploitations agricoles, il convient donc pour le chercheur de sélectionner des cultivars locaux plus productifs, d'architectures appréciables et ayant de bonnes caractéristiques organoleptiques pour améliorer ou créer des variétés modernes afin d'assurer la sécurité alimentaire et nutritionnelle. Il est donc primordial d'assurer la conservation des ressources phytogénétiques dans les banques de gènes pour permettre à la fois de préserver la diversité génétique et le pouvoir adaptatif continu des ressources génétiques.

Au vu des résultats, cette étude devrait être étendue à l'ensemble des zones de production du maïs au Burkina Faso.

Nous suggérons une évaluation de la diversité biochimique de ces cultivars locaux pour une exploitation efficace de la qualité du grain afin d'obtenir des grains plus nutritifs. Egalement, nous préconisons une analyse de la diversité moléculaire de ces cultivars à l'aide de marqueurs moléculaires pour révéler le polymorphisme existant en leur sein.

Références bibliographiques

AMADOU S., 2015. Identification de sources de gènes favorables à l'intensification durable de la production du maïs en Afrique de l'Ouest à partir de cultivars locaux de maïs (*Zea mays* L.) du Burkina Faso et du Togo. Master en Sélection et Valorisation des Ressources Phytogénétiques, Université de Ouagadougou, Burkina Faso, 89p.

BELLON M. R. & RISOPOULOS J., 2001. Small-Scale Farmers Expand the Benefits of Improved Maize Germoplasm: A Case Study from Chiapas, Mexico. CYMMIT, Mexico, D. F. 29, 799–811.

BERTHAUD J. & GEPTS P., 2004. Evaluation des effets sur la diversité génétique, 3p.

BONHOMME R., RUGET F., DERIEUX M., & VINCOURT P., 1982. Relations entre production de matière sèche et énergie interceptée chez différents génotypes de maïs. C R Acad Sc Paris, sér III 294, 393-398.

BUA B. & CHELIMO B. M., 2010. «The reaction of maize genotypes to maize streak virus disease in central Uganda » In Second RUFORUM Biennial Meeting 20 - 24 September 2010, Entebbe, Uganda, pp 293 à 297.

CAMACHO-VILLA T. C., MAXTED N., SCHOLTEN M. & FORD-LLOYD B., 2005. Defining and identifying crop landraces. Plant Genetic Resources 3(3); 373–384.

DE VICENTE M. C. & FULTON T., 2003. Using Molecular Marker Technology in Studies on Plant Genetic Diversity Studies: Learning Module. International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), Rome, Italy, 371p.

DEFFAN K. P., AKANVOU L., AKANVOU R., NEMLIN J. G. & KOUAME L. P., 2015. Evaluation morphologique et nutritionnelle de variétés locales et améliorées de maïs (*Zea mays* L.) produites en Côte d'Ivoire. Afrique science 11 (3) 181-196 ISSN 1813-548X.

DEMOL J., 2002. Amélioration des plantes. Application aux principales espèces cultivées en régions tropicales. Les presses agronomiques de Gembloux, 580p.

DOEBLEY J., 2004. The genetic of maize evolution. *Annu. Rev. Genet*, 38: 37–59.

DRINIC S. M., ANDJELKOVIC V. & IGNJATOVIC-MICIC D., 2012. Genetic diversity of maize landraces as sources of favorable traits, the molecular basis of plant genetic diversity, Prof Mahmut Caliskan (Ed) ISBN: 978-51-0157 - 4 in tech, 374p.

FAO, 1997. Burkina Faso: rapport de pays pour la conférence technique internationale de la FAO sur les ressources phylogénétiques, 38p.

FAO, 2010. Le Deuxième Rapport sur l'état des ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture dans le monde, Rome, 432p.

GALLAIS A., 2011. Méthodes de création de variété en amélioration des plantes. Edition quæ, 278p.

GRCIC N., PAVLOV J., VANCETOVIC J., IGNJATOVIC-MICIC D., MARKOVIC K. & ANDELKOVIC V., 2012. « Classification of local and introduce maize landraces for grain quality » *In* International conference on bioscience: biotechnology and biodiversity. Step in the future. The fourth Joint UNS-PSU Conference, Novi Sad Serbia.

GUISSOU R., ILBOUDO F., PALE R., HAOUA C. & KOUANDA A., 2012. Analyse des incitations et pénalisations pour le maïs au Burkina Faso. Série notes techniques, SPAAA, FAO, Rome, 43p.

HEERWAARDEN J. V., HELLIN J., VISSER R. F. & EEUWIJK F. A. V., 2009. Estimating maize genetic erosion in modernized smallholder agriculture. *Theor Appl Genet* 119:875–888.

KAMBIRE H., SANOU J. & SANKARA C., 2007. « Effets de la rotation et de l'association culturale Maïs-Pois d'Angole sur l'amélioration du rendement du maïs en zone de savane du Burkina Faso » *In* Demand-driven technologies for sustainable maize production in West and Central Africa. Proceeding of the fifth biennial regional maize workshop, IITA, Cotonou, Benin, pp 422-435.

KAMINSKI J., ELBEHRI A. & ZOMA J. P., 2013. « Analyse de la filière du maïs et compétitivité au Burkina Faso : politiques et initiatives d'intégration des petits producteurs au marché » *In* Reconstruire le potentiel alimentaire de l'Afrique de l'Ouest, A. Elbehri (ed.), FAO/FIDA, pp 489-522.

KARAVINA C., 2014. Maize streak virus: a review of pathogen occurrence, biology and management options for smalholder farmers. *African journal for agriculture research* vol. 9 (36) pp 2736-2742, ISSN 1991-637X.

MARTIN D. P. & SHEPHERD D. N., 2009. The epidemiology, economic, impact and control of maize streak disease. *Food sec*, 1: 305-315.

MONDINI L., NOORANI A. & PAGNOTTA M. A., 2009. Assessing plant genetic diversity by molecular tools. *Diversity journal*, 1, 19-35; ISSN 1424-2818.

MORAIS O., 2012. Analyse et structuration de la diversité génétique de populations de maïs de Burkina Faso. Master 2, Semences et Plantes Méditerranées et Tropicales – SEPMET, Montpellier, 55p.

N'DA H. A., KOUAKOU K. C. & ZORO A. I. B., 2014. Diversité morphologique des variétés locales de maïs (*Zea mays* L.) collectées au centre et centre-Ouest de la Côte d'Ivoire. *European scientic journal*, vol. 10 n° 12, ISSN: 1857-7431.

OUEDRAOGO S., 2004. Impact économique de la recherche et de la vulgarisation des variétés améliorées de maïs au Burkina Faso, revue du CAMES, série B, vol 006, N°1-2, 11p.

PALIWAL R. L., 2002. Le maïs en zone tropicales : amélioration et production. Collection FAO : production végétale et protection des plantes n° 28, 382p.

PALLO P. J. F. & SAWADOGO N., 2010. Essai de corrélation entre les caractéristiques du climat, de la végétation et des sols au Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci* 4 (5) : 1839-1850.

PATTEY E., 2002. Etude de cas sur la productivité des cultures de maïs et de soya face à la variabilité climatique, 10p.

PNSAN (Politique nationale de sécurité alimentaire et nutritionnelle), 2013. Version définitive, 61p.

PRASANNA B. M., 2012. Diversity in global maize germplasm: Characterization and utilization. *J. Biosci.* 37 843–855.

RENARD F. & FOUCART G., 2010. Les maladies foliaires de fin de végétation en culture de maïs, 6p.

SAMBA N., 2014. Collecte, caractérisation agro-morphologique et évaluation de l'aptitude à valoriser la fumure minérale des cultivars locaux de maïs. Mémoire de fin de cycle, CAP Matourkou, Burkina Faso, 84p.

SANON A., 2014. Etude d'une collection de cultivars locaux de maïs (*Zea mays* L.) collectée dans la province du Houet. Master Professionnel en Sélection et valorisation des Ressources Phytogénétiques, Université de Ouagadougou, Burkina Faso, 66p.

SANOU J. & DABIRE F., 2003. « Progrès dans la sélection pour la tolérance du maïs au stress hydrique au Burkina » in Breeding & Seed Production, pp 176-201.

SANOU J., GOUESNARD B. & CHARRIER A., 1997. « Gestion des cultivars locaux de maïs par les paysans du Burkina Faso » In Actes du colloque. Gestion des ressources génétiques des plantes en Afrique des savanes, Bamako-Mali 24-28 février 1997, 352p.

SANOU J., GOUESNARD B. & SANOU A., 2013. Collecte de cultivars locaux de maïs au Burkina Faso et au Mali en 2010, caractérisation agro-morphologique et évaluation par rapport au stress hydrique, 25p.

SARR B., KAFANFO L. & ATTA S., 2011. Identification des risques climatiques de la culture du maïs au Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 5 (4): 1659-1675, ISSN 1991-8631.

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 50p.

SOMDA I., SANOU J. & SANON P., 2008. Seed-borne infection of farmer-saved maize seeds by phytopathogenic fungi and their transmission to seedling. *Plant Pathologic Journal*, 7 (1): 98-103, ISSN 1812-5387.

XU Y., SKINNER D. J., WU H., PALACIOS-ROJAS N., ARAUS J.L., YAN J., GAO S., Warburton M. L. & CROUCH J. H., 2009. Advances in Maize Genomics and Their Value for Enhancing Genetic Gains from Breeding. *Hindawi Publishing Corporation International Journal of Plant Genomics* Vol. 2009, article ID 957602, 30p.

Annexes

Annexe 1 : Données moyennes des génotypes à cycle intermédiaire

Référence	FM	SM	NR	FF	NGR	ASI	EMAFM	EMAFF	LE	MAT	LongF	LargF	SF	NTF	NFSE	NFIE	HIE	HP	IE	LMNE	DT	Pro	RDT	PE
B03-10-1	63,33	4,30	14,07	71,33	33,15	8,00	34,00	26,00	15,04	97,33	83,43	9,52	595,79	13,63	5,63	8,00	72,33	171,88	0,42	17,63	1,49	1,10	2,10	2,77
B03-11-1	62,50	4,18	14,10	71,50	31,00	9,00	33,00	24,00	14,38	95,50	82,74	10,09	629,31	13,85	6,35	7,50	84,75	186,03	0,45	15,97	1,63	1,05	2,10	3,00
B07-01-1	62,00	4,26	14,80	66,50	33,15	4,50	34,00	29,50	16,21	96,00	87,45	9,96	655,37	14,05	5,50	8,55	85,58	184,98	0,44	17,94	1,88	1,00	2,30	3,10
B44-02-07	60,33	4,39	14,29	63,33	37,33	3,00	34,67	31,67	15,77	95,00	84,03	10,10	636,63	14,43	5,77	8,67	81,88	185,68	0,44	18,04	1,66	1,23	3,23	4,17
B46-04-03	61,67	4,24	14,13	63,67	33,07	2,00	30,00	28,00	13,53	91,67	79,71	9,62	575,94	14,20	5,90	8,30	78,70	175,92	0,44	16,46	1,46	1,20	2,01	2,89
B49-02-07	62,33	4,40	12,80	68,67	35,63	6,33	32,33	26,00	15,68	94,67	85,22	9,15	590,51	14,67	6,00	8,67	90,83	193,47	0,46	17,15	1,46	1,03	3,25	4,47
B50-01-09	58,67	3,95	13,47	65,00	31,87	6,33	34,00	27,67	14,27	92,67	76,14	8,57	493,64	13,20	5,30	7,90	63,60	163,13	0,38	18,80	1,35	1,07	3,39	4,03
Espoir	59,00	4,43	14,43	61,33	34,40	2,33	33,00	30,67	14,76	92,00	79,25	10,04	596,15	13,57	5,47	8,10	76,37	170,82	0,45	17,32	1,48	1,23	3,88	5,20
H01-01-3	65,67	4,07	13,37	70,00	29,31	4,33	29,67	25,33	13,28	95,33	69,88	8,38	444,80	14,17	5,77	8,40	68,42	163,22	0,41	16,44	1,56	1,33	2,33	2,88
H03-02-1	63,67	4,40	13,47	69,00	37,20	5,33	34,00	28,67	15,72	97,67	82,01	8,83	544,40	14,03	5,27	8,77	84,70	169,00	0,50	15,99	1,47	1,20	1,95	2,53
H03-05-1	61,67	4,72	15,60	66,00	38,63	4,33	34,67	30,33	17,58	96,33	84,21	10,87	687,64	14,57	6,03	8,53	97,90	190,60	0,51	15,38	1,83	1,17	3,68	5,03
H05-02-1	63,67	4,46	14,21	65,33	36,70	1,67	30,33	28,67	16,52	94,00	87,48	10,55	695,59	15,53	6,20	9,33	105,72	225,85	0,47	19,32	1,64	1,43	3,21	5,00
H05-06-1	54,67	4,11	14,08	54,67	29,89	0,00	35,33	35,33	13,91	90,00	71,19	9,45	505,84	12,90	5,13	7,77	63,57	144,83	0,44	15,86	1,63	1,23	2,47	3,10
H07-05-1	64,00	3,96	14,73	66,33	34,47	2,33	32,33	30,00	16,34	96,33	84,38	9,74	628,68	14,27	5,60	8,67	89,87	190,18	0,45	17,85	1,44	1,17	3,25	4,23
H07-05-2	60,67	4,65	15,85	64,67	34,72	4,00	34,33	30,33	17,10	95,00	86,13	10,52	682,73	15,23	5,80	9,43	99,42	204,28	0,49	18,15	1,74	1,33	4,62	6,00
H08-02-1	55,33	3,72	12,80	64,67	29,73	9,33	34,67	25,33	13,02	90,00	74,75	7,72	447,04	11,97	5,17	6,80	44,87	136,18	0,31	17,65	1,12	1,07	1,94	2,31
H09-01-2	64,33	4,90	14,60	67,00	37,97	2,67	33,00	30,33	16,37	97,33	87,58	9,95	654,09	15,67	6,17	9,50	116,03	224,28	0,52	17,56	1,76	1,50	4,17	5,50
H10-03-2	62,00	4,69	14,73	65,67	37,77	3,67	33,67	30,00	17,12	95,67	91,41	9,72	666,58	14,97	6,07	8,90	97,55	211,27	0,46	18,74	1,92	1,23	3,19	4,03
H11-01-1	62,00	4,57	16,56	64,67	37,54	2,67	35,33	32,67	18,13	97,33	84,87	9,92	631,81	15,60	5,97	9,63	116,07	240,55	0,48	21,10	1,80	1,07	4,54	5,67
H14-01-1	62,33	4,73	14,13	64,67	38,07	2,33	34,67	32,33	17,63	97,00	83,31	10,27	648,87	15,90	6,07	9,83	103,70	212,60	0,49	17,89	1,68	1,20	3,89	4,90

La floraison mâle(FM), la section moyenne de l'épi(SM), le nombre de rangées de l'épi (NR), la floraison femelle (FF), le nombre de grains par rangée (NGR), l'écart entre la floraison mâle et femelle (ASI), l'écart entre la maturité et la floraison mâle (EMAFM), l'écart entre la maturité et la floraison femelle (EMAFF), la longueur de l'épi(LE), la maturité (MAT), la longueur de la feuille (LongF), la largeur de la feuille (LargF), la surface foliaire (SF), le nombre total de feuilles (NTF), le nombre de feuilles au-dessus de l'épi(NFSE), le nombre de feuilles en-dessous de l'épi (NFIE), la hauteur d'insertion de l'épi (HIE), la hauteur de la plante (HP), l'index d'insertion de l'épi (IE), la longueur moyenne de l'entre-nœuds au-dessus de l'épi (LMNE), le diamètre de la tige (DT), la prolificité (Pro), le rendement (RDT), le poids des épis (PE).



Référence	FM	SM	NR	FF	NGR	ASI	EMAFM	EMAFF	LE	MAT	LongF	LargF	SF	NTF	NFSE	NFIE	HIE	HP	IE	LMNE	DT	Pro	RDT	PE
H15-03-1	50,00	4,16	14,80	53,67	31,13	3,67	35,00	31,33	15,06	85,00	78,45	9,09	538,25	12,50	5,10	7,40	70,40	159,45	0,44	17,52	1,35	1,03	2,74	3,17
H16-02-1	60,00	4,65	13,47	64,00	38,50	4,00	35,00	31,00	17,35	95,00	92,92	10,07	703,19	15,00	6,03	8,97	99,68	212,80	0,47	18,83	1,77	1,07	4,49	6,03
H17-03-1	61,67	4,40	14,67	68,00	35,47	6,33	31,00	24,67	16,02	92,67	88,00	9,85	654,22	14,60	5,77	8,83	97,67	212,40	0,45	19,92	1,54	1,30	2,81	4,07
H20-01-1	60,33	3,74	12,40	65,33	31,73	5,00	28,33	23,33	15,08	88,67	81,08	8,60	524,82	13,20	5,53	7,67	68,85	164,48	0,40	17,28	1,15	1,03	1,90	2,37
H20-04-1	66,33	3,95	12,66	70,33	29,17	4,00	31,00	27,00	14,07	97,33	80,53	9,51	582,49	13,87	5,80	8,07	74,92	159,58	0,45	14,61	1,42	1,17	2,51	3,40
H21-03-1	61,67	4,45	15,27	65,33	37,57	3,67	33,33	29,67	17,66	95,00	85,05	10,97	700,39	14,27	5,73	8,53	92,95	190,70	0,48	17,11	1,71	1,27	3,40	4,17
H29-01-2	62,33	4,85	14,13	65,00	34,50	2,67	34,00	31,33	15,78	96,33	80,73	10,12	614,42	15,00	6,17	8,83	100,88	210,20	0,48	17,74	1,81	1,13	3,94	4,83
M15	62,00	4,15	13,49	69,00	28,04	7,00	34,00	27,00	13,51	96,00	80,71	8,49	516,59	13,73	5,23	8,50	80,63	185,02	0,43	19,96	1,23	1,10	2,15	2,74
M16	61,67	4,57	14,00	63,67	34,73	2,00	34,67	32,67	16,55	96,33	90,12	9,96	673,19	14,60	5,70	8,90	102,22	228,37	0,45	22,11	1,73	1,37	3,67	4,50
M20	62,33	4,49	14,57	66,33	36,17	4,00	32,67	28,67	15,98	95,00	83,87	10,06	632,79	14,67	5,97	8,70	76,83	185,97	0,41	18,28	1,49	1,27	3,68	4,73
Obatanpa	61,67	4,14	13,70	65,33	32,56	3,67	31,33	27,67	13,68	93,00	77,87	9,51	566,26	14,10	5,57	8,53	82,38	172,75	0,46	16,16	1,46	1,17	2,76	3,47
PP2	56,67	4,27	14,50	62,00	28,90	5,33	29,00	23,67	14,09	85,67	72,28	8,30	473,58	11,83	5,77	6,07	57,99	153,54	0,35	16,45	1,44	1,00	1,26	1,45
PP3	62,67	4,35	13,93	67,00	36,70	4,33	33,67	29,33	17,09	96,33	87,42	10,23	673,10	14,80	5,77	9,03	106,92	205,43	0,52	16,85	1,65	1,30	3,62	4,50
SR 21	60,67	4,78	13,80	65,00	37,33	4,33	34,00	29,67	16,62	94,67	86,62	9,89	642,71	15,07	6,07	9,00	98,88	199,43	0,49	16,58	1,65	1,17	4,80	5,87
SR 22	63,00	4,11	13,73	69,67	31,37	6,67	34,00	27,33	14,18	97,00	79,07	9,48	561,80	14,50	5,70	8,80	69,90	168,00	0,41	17,25	1,50	1,20	2,04	2,53

La floraison mâle(FM), la section moyenne de l'épi(SM), le nombre de rangées de l'épi (NR), la floraison femelle (FF), le nombre de grains par rangée (NGR), l'écart entre la floraison mâle et femelle (ASI), l'écart entre la maturité et la floraison mâle (EMAFM), l'écart entre la maturité et la floraison femelle (EMAFF), la longueur de l'épi(LE), la maturité (MAT), la longueur de la feuille (LongF), la largeur de la feuille (LargF), la surface foliaire (SF), le nombre total de feuilles (NTF), le nombre de feuilles au-dessus de l'épi(NFSE), le nombre de feuilles en-dessous de l'épi (NFIE), la hauteur d'insertion de l'épi (HIE), la hauteur de la plante (HP), l'index d'insertion de l'épi (IE), la longueur moyenne de l'entre-nœuds au-dessus de l'épi (LMNE), le diamètre de la tige (DT), la prolificité (Pro), le rendement (RDT), le poids des épis (PE).



Annexe 2 : Données moyennes des cultivars locaux et des variétés améliorées à cycle précoce

Référence	FM	FF	ASI	EMAFF	EMAFM	MAT	LongF	LargF	SF	NTF	NFSE	NFIE	HIE	HP	LMNE	IE	DT	PRO	LE	SM	NR	NGR	PE	RDT
B03-05-1	62,67	67,67	5,00	27,67	32,67	95,33	77,11	9,57	566,40	14,13	5,40	8,73	70,37	167,68	17,91	0,41	1,44	1,43	16,18	4,35	13,53	35,73	4,50	2,97
B09-02-2	55,00	57,00	2,00	33,00	35,00	90,00	80,54	8,99	543,04	14,10	5,70	8,40	79,55	197,15	20,63	0,40	1,88	1,40	18,80	4,74	14,80	39,20	5,50	4,30
B09-05-1	59,00	66,50	7,50	23,50	31,00	90,00	69,35	8,80	470,13	12,75	5,45	7,30	60,13	151,18	16,62	0,37	1,15	1,00	14,44	3,99	13,17	31,00	2,26	1,66
B14-01-1	64,67	69,67	5,00	26,00	31,00	95,67	72,85	8,61	487,94	13,23	5,23	8,00	65,68	141,17	14,36	0,45	1,31	1,47	14,08	3,84	13,73	30,43	2,90	1,80
B27-02-1	54,00	56,00	2,00	31,00	33,00	87,00	85,25	10,01	640,01	14,20	5,70	8,50	108,00	210,05	17,90	0,51	1,76	1,30	18,35	4,56	15,00	37,00	7,10	4,89
B39-01-1	59,00	64,00	5,00	26,00	31,00	90,00	68,14	6,60	342,81	10,90	5,45	5,45	32,20	117,85	15,69	0,26	0,84	1,10	11,39	3,61	12,24	25,71	1,95	1,55
B39-04-1	53,50	55,00	1,50	30,50	32,00	85,50	59,83	6,35	306,47	10,48	4,78	5,70	31,50	115,51	17,58	0,26	1,17	1,15	11,28	3,36	11,20	25,50	0,97	0,84
B40-02-1	62,67	69,67	7,00	22,33	29,33	92,00	89,56	9,38	630,88	14,60	5,60	9,00	98,48	196,67	17,56	0,50	1,59	1,43	18,25	4,29	14,87	40,10	5,30	3,59
B47-01-05	58,33	60,33	2,00	31,00	33,00	91,33	73,92	8,37	472,32	13,33	5,47	7,87	60,83	158,50	17,86	0,37	1,32	1,10	14,43	4,01	13,40	33,37	4,80	3,55
B47-01-11	66,67	71,67	5,00	25,00	30,00	96,67	74,73	8,66	499,43	13,53	5,33	8,20	58,78	152,07	17,45	0,38	1,32	1,50	13,67	4,10	13,35	31,93	3,16	1,96
B47-01-15	61,00	69,00	8,00	22,67	30,67	91,67	85,30	9,47	607,15	14,63	5,77	8,87	93,72	201,32	18,67	0,46	1,55	1,20	16,83	4,33	13,13	35,90	5,20	3,46
Barka	58,67	60,33	1,67	28,33	30,00	88,67	76,99	9,01	527,69	14,37	5,70	8,67	68,50	165,15	16,91	0,41	1,46	1,23	13,95	4,36	14,73	32,23	4,87	3,36
KEB	51,67	55,33	3,67	30,00	33,67	85,33	65,33	8,10	404,21	10,72	4,82	5,90	36,18	110,13	15,10	0,30	0,93	1,07	10,21	3,77	12,23	23,36	1,83	1,04
KPB	56,33	59,33	3,00	30,00	33,00	89,33	63,85	7,10	347,25	11,93	4,93	7,00	46,93	131,27	17,06	0,35	1,16	1,03	14,07	3,92	12,47	31,67	4,03	2,74
KPJ	52,67	55,00	2,33	31,67	34,00	86,67	71,33	7,74	415,58	11,53	4,93	6,60	43,37	128,62	17,30	0,34	1,19	1,03	14,37	4,22	13,80	33,23	3,33	2,55
Wari	64,00	73,00	9,00	26,00	35,00	99,00	57,08	6,86	293,47	11,00	4,40	6,60	26,25	89,75	14,43	0,29	0,82	1,20	14,29	3,49	11,14	29,14	0,60	0,32

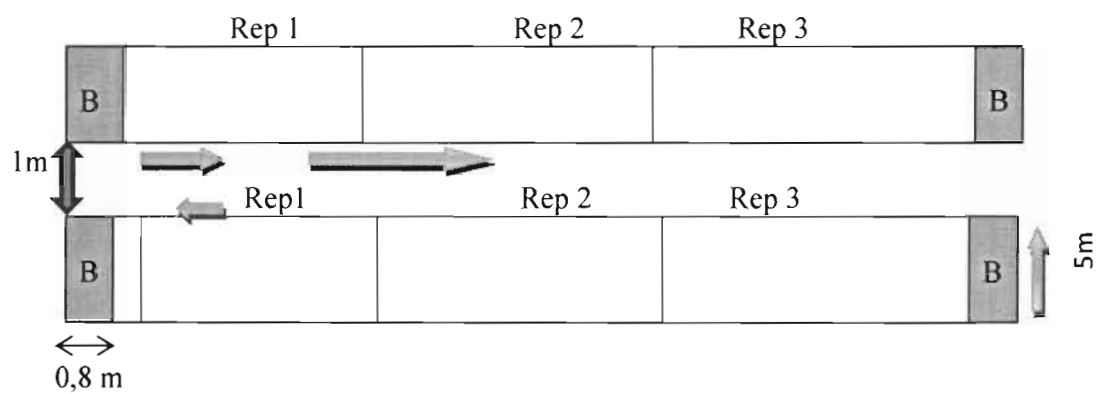
La floraison mâle (FM), la floraison femelle (FF), l'écart entre la floraison mâle et femelle (ASI), l'écart entre la maturité et la floraison mâle (EMAFM), l'écart entre la maturité et la floraison femelle (EMAFF), la maturité (MAT), la longueur de la feuille (LongF), la largeur de la feuille (LargF), la surface foliaire (SF), le nombre total de feuilles (NTF), le nombre de feuilles au-dessus de l'épi (NFSE), le nombre de feuilles en-dessous de l'épi (NFIE), la hauteur d'insertion de l'épi (HIE), la hauteur de la plante (HP), la longueur moyenne de l'entre-nœuds au-dessus de l'épi (LMNE), l'index d'insertion de l'épi (IE), le diamètre de la tige (DT), la prolificité (Pro), la longueur de l'épi (LE), la section moyenne de l'épi (SM), le nombre de rangées de l'épi (NR), le nombre de grains par rangée (NGR), le poids des épis (PE), le rendement (RDT).

Annexe 3 : Aperçu de quelques caractéristiques des variétés témoins

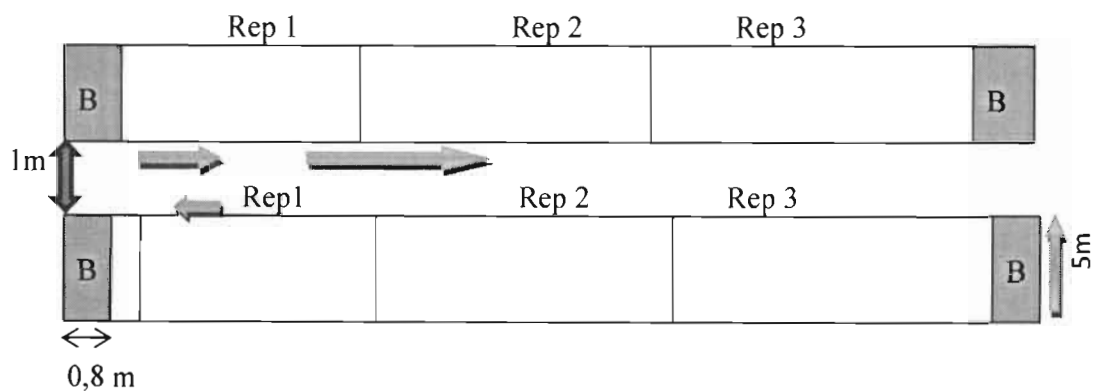
Nom de la variété	Origine Génétique	Cycle Semis-floraison	Cycle Semi-maturité	Hauteur de la plante	Hauteur d'insertion de l'épi	Caractères du grain	Résistance à la verse	Résistance à la casse	Rendement
KEB	TZEE W (SAFGRAD)	43 jours après semis	76 jours en grain	180 cm	90 cm	Blanche ; Corné Denté	Moyenne	Moyenne	3,1
KPB	Blanco Cristalino 2 (IITA)	49 jours après semis	88 jours en grain	170 cm	70 cm	Blanc ; Corné Denté	Faible	Moyenne	3,4
KPJ	Amarillo cristalino 2 (IITA/CIMMYT)	48 jours après semis	88 jours en grain	163 cm	67 cm	Jaune ; Corné denté	Sensible	Moyenne	3,4
FBC6	Brassage de 8 Composites	56 jours après semis	91 jours en grain	215 cm	110 cm	Jaune à orangé ; Corné denté	Bonne	Bonne	5,6
SR 22	Mezcla Tropical Blanco croisé par des variétés résistantes au MSV	60 jours après semis	105-110 jours en grain	210 cm	105 cm	Blanc ; Denté corné	Bonne	Bonne	4,2
SR 21	Blanco cristallino	59 jours après semis	95 jours en grain	180 cm	90 cm	Blanc ; Semi-corné	Bonne	Bonne	5,1
Espoir	Pop 66 SR (CIMMYT/IITA)	56 jours après semis	97 jours en grain	190 cm	95 cm	jaune, jaune orangé ; corné denté	Bonne	Bonne	6,5
Obatanpa	Sélection dans Pop 62 SR	60 jours après semis	105-110 jours en grain	210 cm	105 cm	Blanc ; Denté corné	Bonne	Bonne	3,8
Wari	Brassage de 10 lignées extraites de FBC6	56 jours après semis	91 jours en grain	200 cm	108 cm	Jaune ; jaune orangé ; corné	Bonne	Bonne	6,5
Barka	Extraite dans Pool 16 DT(IITA)	42 jours après semis	80 jours en grain	175 cm	80 cm	Blanc ; corné	Bonne	Bonne	6,5

Annexe 4 : Schéma du dispositif expérimental

Essai FB15A6-1 : Evaluation des cultivars locaux et des variétés de cycle intermédiaire



Essai FB15A6-2 : Evaluation des cultivars locaux et des variétés de cycle précoce



B = Bordure ; Rep = Répétition