

Université
Quisqueya



FSAE

Faculté des Sciences de l'Agriculture
et de l'Environnement

Chibas 



USAID
FROM THE AMERICAN PEOPLE



FEED THE FUTURE

The U.S. Government's Global Hunger & Food Security Initiative

Projet AREA | Appui à la Recherche et au Développement Agricole

Evaluation du comportement de 24 lignées de haricot (*Phaseolus vulgaris* L.) en condition
de culture de plaine irriguée à cabaret

Rapport final

Préparé par :

Evens **JOSEPH**, Responsable scientifique

Dimie **JEAN**, Etudiante finissante en mémoire

Gaël H. **PRESSOIR**, Directeur du laboratoire Chibas et Doyen de la FSAE

Septembre 2020

Sommaire exécutif

Le présent rapport décrit les activités réalisées et les résultats obtenus de décembre à Mars 2020 dans le cadre du protocole d'accord entre le projet d'Appui à la Recherche et au Développement Agricole (AREA) et le laboratoire Chibas de la Faculté des Sciences de l'Agriculture et de l'Environnement (FSAE) de l'Université Quisqueya (Uniq) visant à évaluer le comportement des nouvelles variétés sélectionnées en condition de culture de plaine irriguée.

Afin d'atteindre l'objectif fixé, un essai a été mis en place au début du mois de décembre 2019 à Cabaret. Un dispositif en bloc complètement randomisé (DBCA) a été utilisé avec 4 blocs incluant 24 variétés dans chaque bloc. L'irrigation et le désherbage s'effectuent régulièrement durant tout le cycle cultural ainsi que les observations et les collectes de données.

Suite aux analyses statistiques des données collectées sur le terrain, la variété Aifi WUriti présente un rendement tout à fait préjudiciable (0.27 T/ha) contrairement aux variétés améliorées tels PR1423-99, PR1423-110, PR1423-117 et PR1655-66 qui fournissent un rendement très intéressant (>1.5T/ha) ce qui est supérieur au rendement national (0.8T/ha). Les variétés locales donnent un rendement intermédiaire (0.95T/ha) ce qui est très proche du rendement national.

En fonction des résultats, 3 classes de génotypes ont été observées sur la base de leur précocité et leur rendement. En ce sens, il existe un groupe de génotypes tels PR1423-99 et PR1655-66 qui fournit un très bon rendement indépendamment de leur précocité, un autre groupe comme Sankara et DPC40 qui fournissent un rendement faible et ce sont des variétés tardives et un dernier groupe (PR1423-110, PR1423-117 et la manière) qui sont précoces mais fournissent également un bon rendement.

Sommaire

Sommaire exécutif.....	2
I.- CONTEXTE ET OBJECTIFS.....	4
II.- METHODOLOGIE.....	4
2.1.- Formation.....	4
2.2.- Indicateurs.....	5
2.3.- Fiche de collecte.....	6
2.4.- Visite de prospection et planification.....	6
2.5.- Mise en place de l'essai.....	6
2.6.- Observations et mesures.....	7
2.7.- Traitement et analyse des données.....	7
III.- Résultats.....	8
3.1.- Vigueur des plantes.....	8
3.2.- Précocité des variétés.....	9
3.3.- Biomasse sèche.....	10
3.4.- Poids moyen des grains.....	11
3.5.- Rendement.....	12
3.6.- Dépendance des paramètres.....	13
3.7.- Analyse en Composante Principale (ACP) et Classification Ascendante Hiérarchique (CAH)...	14
IV.- Conclusion et recommandations.....	17

I.- CONTEXTE ET OBJECTIFS

Le présent document s'inscrit dans le cadre du protocole d'accord conclu entre le projet d'Appui à la Recherche et au Développement Agricole (AREA) et le laboratoire Chibas de la Faculté des Sciences de l'Agriculture et de l'Environnement (FSAE) de l'Université Quisqueya (Uniq) visant à évaluer le comportement des nouvelles variétés sélectionnées en condition de culture de plaine irriguée. De manière spécifique, Chibas devrait :

- Superviser les travaux des techniciens de terrain
- Assurer la mise en place de l'essai
- Définir la méthodologie de collecte des données
- Collecter les données
- Analyser et traiter les données
- Rédiger le rapport final

Ce document qui n'est autre que le rapport final décrit la méthodologie adoptée pour assurer la mise en place, le suivi des parcelles, la collecte des données et présente les principaux résultats des différentes activités entreprises y compris les principales conclusions.

II.- METHODOLOGIE

Ce travail a été réalisé suivant une méthodologie comportant plusieurs étapes :

- Formation des techniciens de terrain et l'étudiante finissante impliquée dans la collecte des données sur les parcelles ;
- Définition des principaux indicateurs d'évaluation ;
- Élaboration d'une fiche de collecte de données
- Visites de prospection pour la planification de l'essai ;
- Mise en place de l'essai ;
- Observations et mesures ;
- Traitement et analyse des données collectées ;
- Rédaction du rapport d'étude.

2.1.- Formation

Une séance de formation a été effectuée au profit des techniciens de terrain et l'étudiante en mémoire. L'objectif de cette dernière était de faciliter la maîtrise de l'ensemble des opérations à effectuer durant toute la durée de l'essai y compris la collecte des données. Ainsi, cette journée de formation a été réalisée autour de 6 thèmes principaux.

- Les itinéraires techniques de la culture du haricot ;
- La maîtrise des principaux indicateurs ;
- La mise en place de l'essai ;

- les techniques d'échantillonnage ;
- les méthodes de collecte de données expérimentales ;
- la gestion et l'organisation des données.

2.2.- Indicateurs

Afin de faciliter la collecte des données, certains indicateurs ont été définis y compris leurs méthodes de collecte. Le tableau qui suit présente les principaux indicateurs y compris leurs modes de collecte.

Tableau 1.- Liste des indicateurs et leurs méthodes de collecte

Indicateurs	Méthode de collecte
Date de semis	Noter la date calendaire du semis
Date de récolte	Noter la date calendaire de la récolte
Taux de levée	Nombre de semence levée divisé par le nombre semée multiplié par 100
Nombre de jours à la Floraison (précocité)	Nombre de jours entre le semis et le stade où 50% des plantes échantillonnées ont commencé à fleurir
Maturité physiologique	Nombre de jours depuis le semis jusqu'à ce que 50% des gousses changent de couleur (mature)
Hauteur de la plante (cm)	La distance entre la surface du sol et la pointe du guide principal lors de la floraison. Taille de l'échantillon : 10 plantes parcelle ⁻¹
LAI	Indice de surface foliaire (quantité de lumière intercepté par la canopée de la plante)
Nombre de gousses par plante	Nombre moyen de gousses viables par plante. Taille de l'échantillon : 10 plantes par parcelle
Nombre de grains par gousse	Nombre de grains moyen par gousse. Taille de l'échantillon : 30 gousses par parcelle
Poids 100 grains (g)	Poids moyen 100 grains (ramené à 14% humidité)
Biomasse totale	Poids de toutes les parties des plantes séchées. Taille de l'échantillon : 10 plantes par parcelle
Nombre de plantes récoltées	Nombre total de plantes récoltées par parcelle
Rendement par parcelle, Kg/ha	Calculer à partir du nombre total de plante récoltée par parcelle

Maladies	Identification des maladies et scoring pour évaluer l'incidence et la sévérité des maladies
-----------------	---------------------------------------------------------------------------------------------

2.3.- Fiche de collecte

La prise des données durant toute la période de l'essai est primordiale pour la réussite des objectifs préalablement fixés. Ainsi une fiche de collecte (annexe 1) incluant tous les indicateurs nécessaires a été élaborée afin de faciliter la prise et la gestion des données.

2.4.- Visite de prospection et planification

Les visites de terrain avant et durant l'expérimentation sont primordiales pour une bonne préparation et le monitoring de l'expérimentation. Ainsi, avant la mise en place de l'essai, des visites de prospection ont été réalisées afin de définir le choix de l'espace et discuter avec le responsable de site sur l'essai à réaliser. En ce sens, le débroussaillage a eu lieu rapidement pour enlever les résidus de sorgho sur le site car c'était la culture précédente.

2.5.- Mise en place de l'essai

Bloc 1	V3	V12	V9	V19	V5	V20	V15	V21
	V11	V1	V2	V23	V8	V24	V4	V7
	V6	V10	V18	V14	V17	V22	V13	V16
Bloc 2	V15	V16	V12	V1	V10	V3	V11	V6
	V4	V21	V19	V23	V14	V5	V8	V17
	V13	V7	V20	V24	V22	V9	V2	V18
Bloc 3	V15	V4	V13	V1	V23	V6	V8	V24
	V16	V21	V7	V10	V14	V17	V11	V22
	V12	V19	V20	V3	V5	V18	V2	V9
Bloc 4	V15	V10	V18	V19	V17	V20	V16	V13
	V11	V3	V2	V23	V8	V24	V4	V9
	V14	V1	V5	V6	V22	V12	V7	V21

Figure1.- Dispositif expérimental muni de 4 blocs et 3 sous-blocs par bloc

Bien avant le semis, le traçage du terrain pour la mise en place du dispositif est très important. En ce sens, un dispositif en bloc complet aléatoire (DBCA) a été utilisé pour cette évaluation (fig. 1).

Une fois le choix du dispositif terminé, la mise en place des petits carreaux qui facilitent la rétention en eau lors de l'irrigation s'effectue rapidement pour faciliter le semis au début du mois de Décembre. Pour ce dispositif, chaque unité expérimentale a une surface de 9 m² (3*3m) et la densité de semis était de 200 000 plants/ha soit une 0,5 m entre les lignes et 0,1m entre les poquets sur la ligne.

2.6.- Observations et mesures

La bonne réussite d'une expérimentation agricole dépend directement des suivis et observations réalisés durant tout le cycle de de l'essai. En ce sens, les observations s'effectuent régulièrement par l'étudiante en mémoire y compris le responsable de l'essai sans oublier le responsable de site qui est toujours présent quotidiennement pour signaler les moindres anomalies. Les mesures pour les différents indicateurs s'effectuent au fur et à mesure de la croissance et développement des plantes.

2.7.- Traitement et analyse des données

Les informations collectées ont été séparées par variable suivant une grille de dépouillement élaborée à cet effet suivi de leurs traitements qui consistent à les épurer et rechercher d'éventuels outliers qui pourraient être dû à des erreurs lors de la prise de donnée par le collecteur. Les données de performance technique ont d'abord été soumises à des analyses statistiques descriptives (calcul des valeurs de tendance centrale [moyenne] et de variation [écart-type]). Elles ont été ensuite soumises à des analyses de variance (ANOVA) pour tester la significativité des différences observées quand elles existent. Pour tester la significativité des traitements le modèle mathématique $Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$ sera utilisé où :

- ✓ Y : est la variable de réponse ;
- ✓ μ : moyenne générale des traitements ;
- ✓ α_i : les effets des variétés « i » ;
- ✓ β_j : Les effets des blocs « j » ;

✓ ϵ_{ij} : l'erreur expérimentale des 24 variétés au jième bloc.

Le test de F de Fisher au seuil de signification 5% a été utilisé pour tester les effets des variétés. Dans le cas de différences significatives, la méthode de la ppds (LSD) a été utilisée pour comparer les moyennes. Les analyses ont été réalisées à l'aide du logiciel d'analyse de données R version 3.5.1 et Rstudio version 1.2.5033

III.- Résultats

Au niveau de cette partie, on présente les résultats agronomiques incluant les composantes comme la vigueur des plantes au moment de la floraison, le nombre de jour à la floraison, la nodulation, la biomasse sèche, le poids moyen de 100 grains et le rendement grain.

3.1.- Vigueur des plantes

La vigueur de la plante est un indicateur très intéressant permettant d'évaluer le comportement des génotypes suivant leur niveau de croissance et développement. La relation existante entre les paramètres caractérisant cette vigueur chez le haricot (hauteur plante, diamètre collet, diamètre canopée) et le rendement a été mise en évidence à travers cette matrice de corrélation (fig. 2).

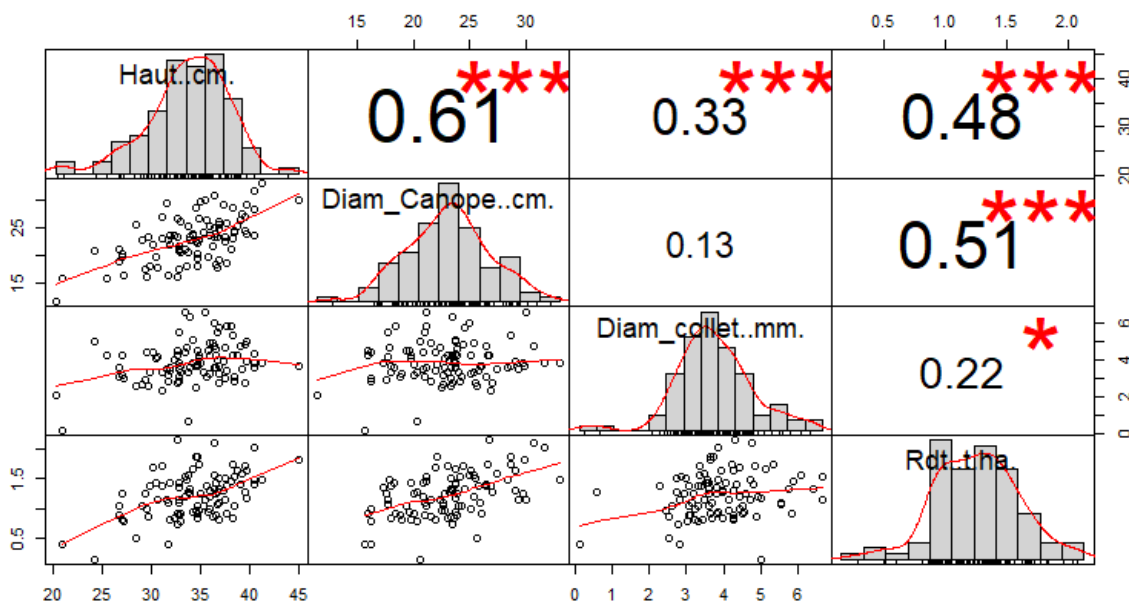


Figure 2.- Matrice de corrélation entre les paramètres de vigueur et le rendement

Cette matrice de corrélation met en évidence une certaine relation variable entre les indicateurs d'une bonne vigueur et le rendement obtenu. Le rendement est bien corrélé avec la hauteur des plantes et diamètre de la canopée pour un coefficient de corrélation respectif 0.48 et 0.51 et qui sont hautement significativement différente. Cette corrélation

est un peu moindre pour le diamètre au collet et le rendement (0.21) mais présente une relation significativement différente. En somme, Les plantes qui ont une très bonne vigueur sont potentiellement plus productives.

3.2.- Précocité des variétés

La précocité d'une variété est caractérisée par le nombre de jour que cette variété met en place pour atteindre un stade de développement beaucoup plus rapide que les autres variétés élevées dans les mêmes conditions que cette dernière. En ce sens, ceci permet d'avoir une récolte plus tôt ce qui pourrait favoriser l'évitement à des stress hydriques ou des maladies en fin de cycle de développement.

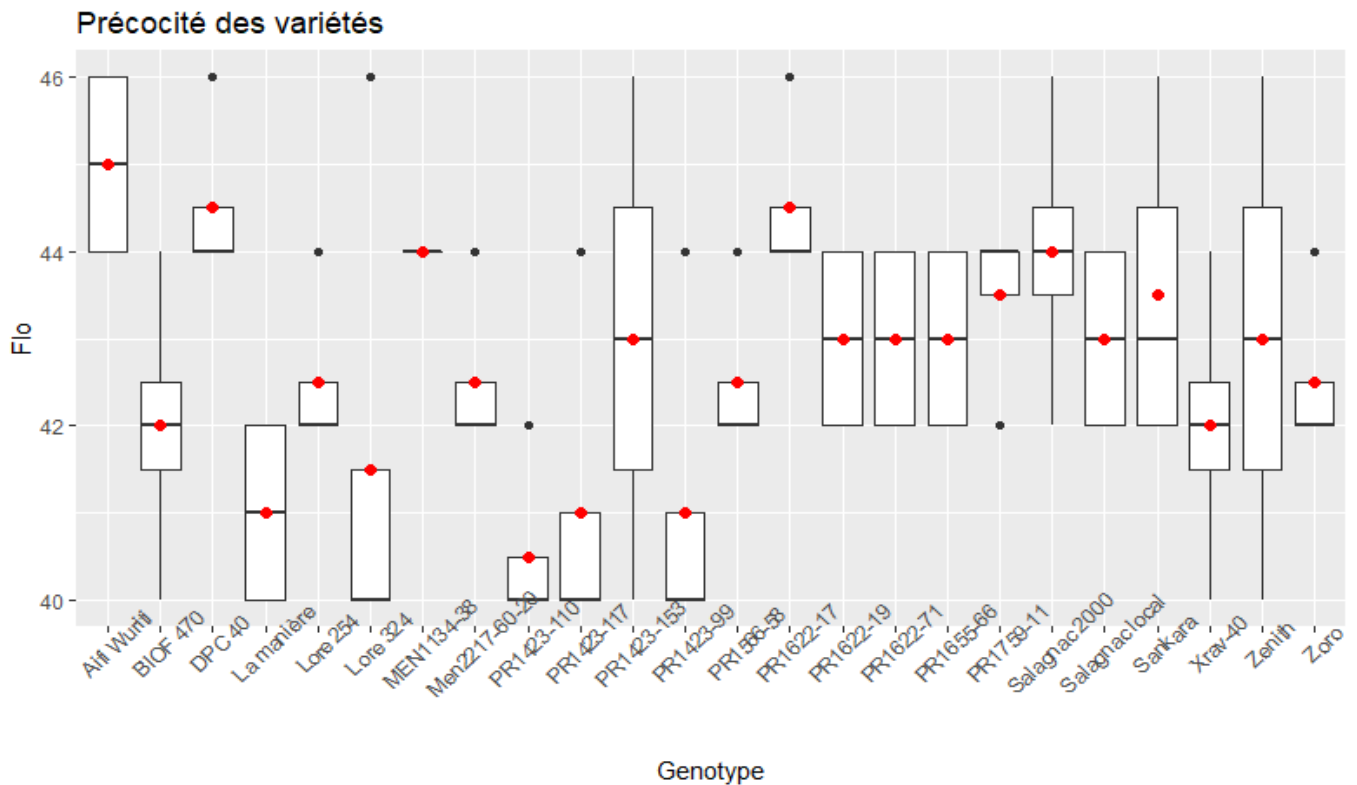


Figure 3.- Nombre de jour à la floraison pour les 24 variétés testées

Ces boîtes à moustaches présentent une variation de la durée du nombre de jour à la floraison pour l'ensemble des génotypes. Ainsi, les génotypes PR1423-110, PR1423-117 et PR1423-99 sont les plus précoces et mettent en moyenne 41 jours pour fleurir contrairement aux génotypes Aifi Wuriti, PR1622-17 et DPC 40 qui sont les plus tardifs et prennent en moyenne 45 jours pour fleurir. La différence observée entre les dates de floraison des différentes variétés est hautement significative pour une p-value de 0.000857 avec alpha de 5% de marge d'erreur.

3.3.- Biomasse sèche

La biomasse sèche totale produite par les végétaux qui représente l'ensemble des parties de la plante séchées est un indicateur intéressant pouvant établir la relation existante entre les plantes qui produisent beaucoup de biomasse et leur productivité.

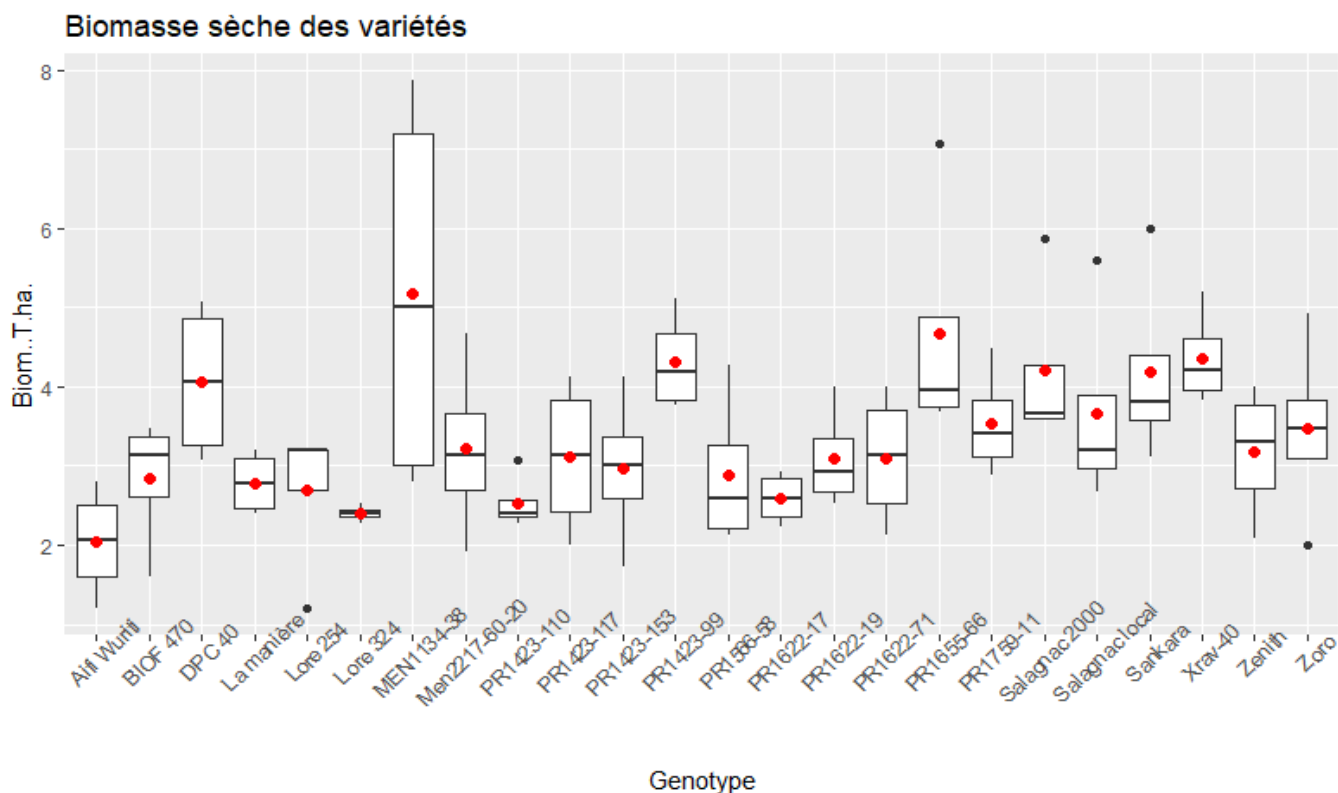


Figure 4.- Biomasse sèche totale produite par les variétés

Les variétés MEN113438, PR1656-66 et PR1423-99 sont les variétés dont leurs matières sèches produites sont supérieures aux autres variétés contrairement pour la variété Aifi Wuriti qui est la variété ayant produite la moins de biomasse sèche. Le coefficient de corrélation de ce paramètre avec le rendement est de 0.34 ce qui est significativement différente. Ainsi, les variétés produisant plus de biomasse sont les variétés qui potentiellement sont capable de fournir les meilleurs rendements.

3.4.- Poids moyen des grains

Chez le haricot, le nombre de gousse par plante, le nombre de grains par gousse ainsi que le poids moyen de 100 grains sont des paramètres qui expliquent le rendement obtenu par plante. Dans le cadre de ce présent rapport, le choix de présenter uniquement le poids moyen de 100 grains a été fait car suite aux analyses statistiques, ce paramètre est celui qui présente plus de disparité et qui potentiellement peut mieux expliquer la variation de rendement entre les différentes variétés testées.

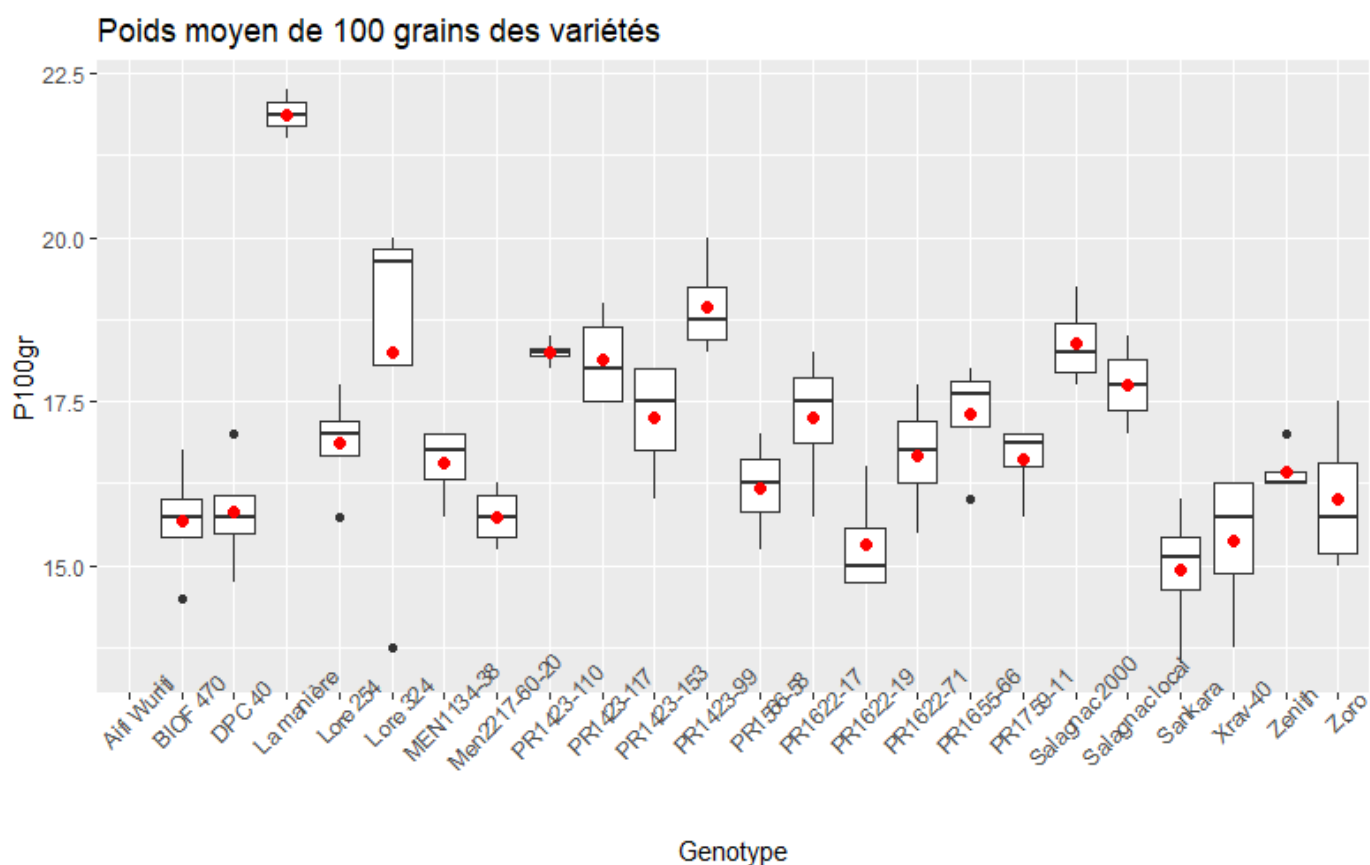


Figure 5.- Boite à moustaches du poids moyen de 100 grains des 24 variétés

Les variétés la manière, PR1423-99 et Lore 324 sont les variétés ayant un poids moyen de 100 grains le plus intéressant contrairement aux variétés Sankara, Xrav et PR1622-19 qui sont les variétés ayant un poids moyen de 100 grains le plus faible. Le poids moyen de 100 grains observé varie de 14.93 g à 21.87 g pour une moyenne de 17.03 g pour l'ensemble des variétés. La différence observée est hautement significativement différente pour une p-value de $4.5e-13$ au seuil de 5% de marge d'erreur.

3.5.- Rendement

Le rendement obtenu à l'hectare est l'indicateur principal permettant d'évaluer la performance agronomique des différentes variétés testées. Ainsi, les rendements des variétés ont été analysés suivant des analyses statistiques appropriées.

Rendement des variétés

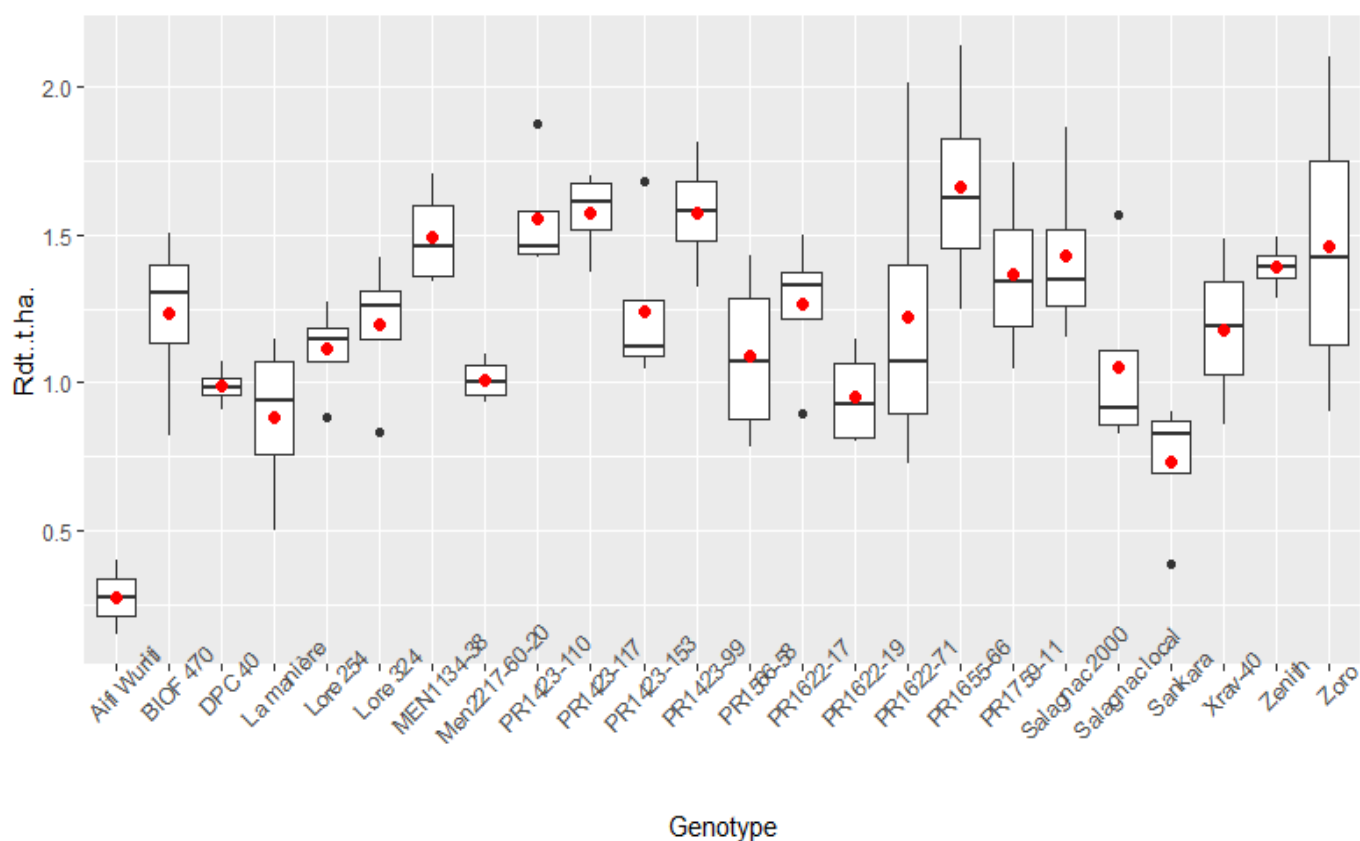


Figure 6.- Boxplot du Rendement en T/ha des 24 variétés expérimentées

Les variétés PR1423-110, PR1423-117, PR1423-99 et PR1655-66 sont les variétés qui fournissent le meilleur rendement (>1.5 T/ha) contrairement aux variétés Aifi Wuriti et Sankara qui sont les variétés fournissant le pire rendement (<0.5 T/ha). La valeur moyenne du rendement pour l'ensemble des variétés est de 1.22 T/ha alors que la valeur minimale observée est de 0.27 T/ha et 1.66 T/ha comme valeur maximale. L'analyse statistique présente une différence significative pour une p-value de 3.68e-06 avec alpha de 5% de marge d'erreur.

3.6.- Dépendance des paramètres

Afin d'évaluer les variétés en condition de culture de plaine, différents paramètres ont été évalués et ces derniers développent certaines relations les uns des autres. En ce sens, afin d'évaluer cette relation existante entre certains paramètres, une matrice de corrélation a été élaborée à cet effet.

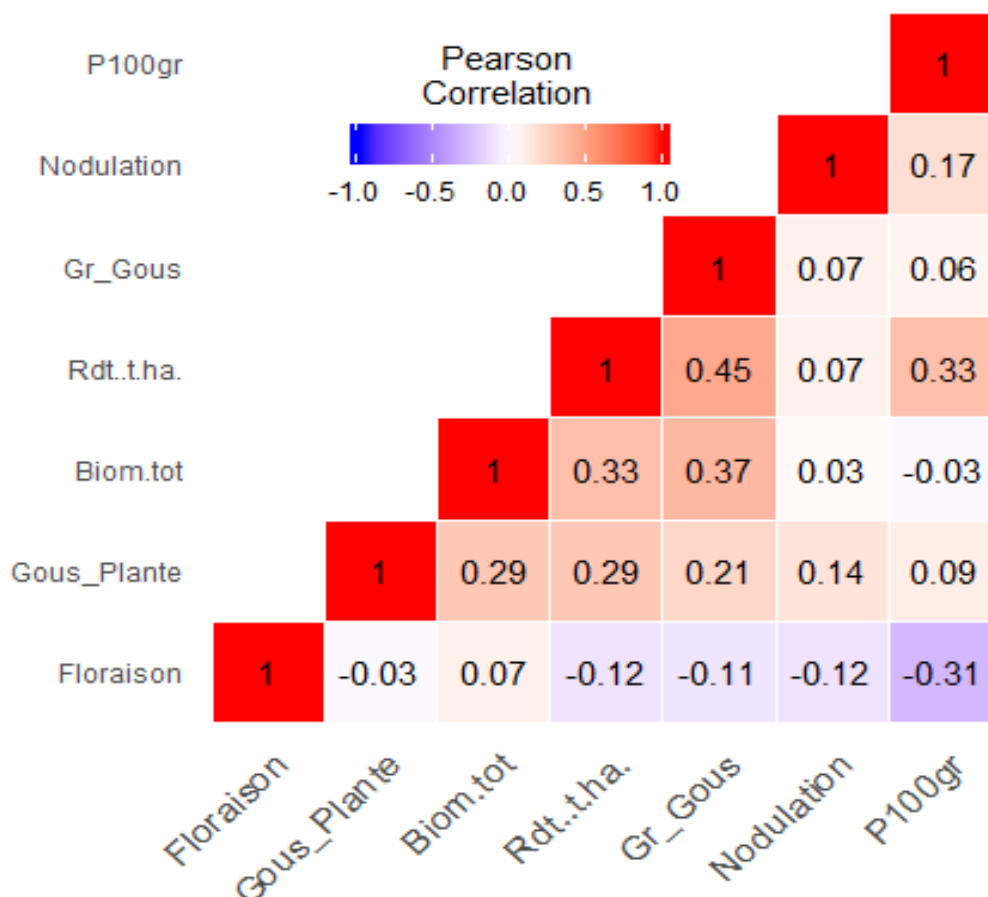


Figure 7.- Matrice de corrélation entre différents paramètres

Cette matrice de corrélation met en évidence le niveau de liaison existante entre différents paramètres chez le haricot. Le nombre de jour à la floraison permettant de mettre en évidence la précocité des variétés ne présente pas de corrélation avec les autres paramètres du rendement hormis le poids moyen de 100 grains avec une corrélation négative de -0.31 ce qui laisse voir que les variétés précoces ont un poids moyen de 100 grains plus importants que les variétés tardives. Par contre, le rendement est bien corrélé au nombre de gousse par plante (0.45) ainsi que le poids moyen de 100 grains (0.33) et la biomasse totale (0.33) et un peu moindre pour le nombre de gousse par plante (0.29) car l'ensemble de nos variétés ont à peu près le même nombre de gousse par plante alors que la nodulation ne présente aucune corrélation avec le rendement (0.07).

Comme dans nos travaux précédents, ces résultats valident l'absence de corrélation entre la nodulation et le rendement chez le haricot mais en plus, cette analyse montre également l'absence de corrélation entre la nodulation et le nombre de grain par gousse (0.07), la biomasse totale (0.03), le nombre de gousse par plante (0.14), la précocité (-0.12) aussi bien que pour le poids moyen de 100 grains (0.17).

3.7.- Analyse en Composante Principale (ACP) et Classification Ascendante Hiérarchique (CAH)

L'Analyse en Composante Principale (ACP) a pour objectif de définir des profils d'individus suivant les paramètres sélectionnés pour leurs analyses alors que la Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) permet de définir des classes (groupes) d'individus ayant des profils rapprochés. Ces analyses ont été effectuées avec l'ensemble des paramètres comme variable active (explicative) c'est-à-dire il y a absence de variables illustratives. Ainsi, vu le comportement très bizarre de la variété Aifi Wuriti qui représente à elle seule une classe, le choix de l'extraire dans cette analyse a été fait pour ne pas trop biaiser nos résultats.

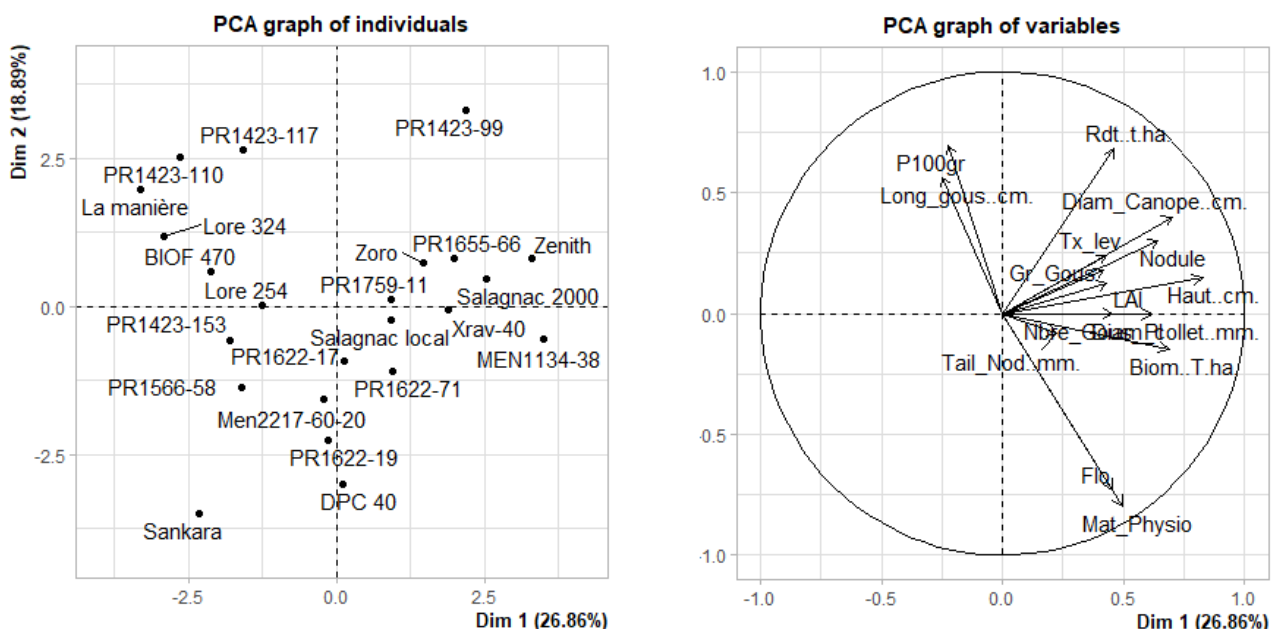


Figure 8.- Graphes de l'analyse en composante principale

Les deux premières dimensions apportent 45.75% d'information de l'inertie totale (variance totale). Les variables floraison (nombre de jour à la floraison) et la maturité physiologique (nombre de jour à la maturité physiologique) sont inversement corrélées aux variables poids moyen de 100 grains et longueur gousse même si ces deux dernières ne sont pas très bien représentées sur ces deux dimensions. De même le diamètre de la canopée présente un niveau de corrélation peu significatif avec le rendement par contre, la nodulation ne présente aucune corrélation avec le rendement ce qui confirme les précédents travaux déjà effectués sur le haricot¹. Ainsi, une variété tardive comme DPC40 présente un poids moyen de 100 grains faible (15.81 grammes alors que la moyenne de la population est de 17.03 grammes) alors qu'une variété précoce comme PR1423-110 présente un poids moyen de 100 grains important (18.25 grammes comparativement à la moyenne de l'ensemble des variétés qui est de 17.03 grammes).

Le deuxième axe oppose les variétés qui fournissent un bon rendement à celles qui donnent un rendement faible. En effet, la variété PR1423-99 qui donne un très bon rendement (1.66 T/ha) et très bien représenté par la variable rendement est inversement représentée avec la variété Sankara qui fournit un rendement faible (0.73) alors que le rendement moyen de la population est de 1.22 T/ha.

A l'issue de cette analyse on peut diviser le premier plan factoriel (graphe des individus) en trois (3) groupes de génotypes sur la base de leur précocité et leur rendement. En ce sens, il existe un groupe de génotypes tels PR1423-99 et PR1655-66 qui fournit un très bon rendement indépendamment de leur précocité, un autre groupe comme Sankara et DPC40 qui fournissent un rendement faible et ce sont des variétés tardives et un dernier groupe (PR1423-110, PR1423-117 et la manière) qui sont précoce mais fournissent également un bon rendement.

¹ CHARITE W.-J. (2019). Effet de la maladie d'oïdium (*Erysiphe polygoni* D.C.) sur le rendement de 16 variétés de haricot commun (*Phaseolus vulgaris* L.) en condition de montagne. Mémoire de fin d'études agronomiques, Mai 2019.

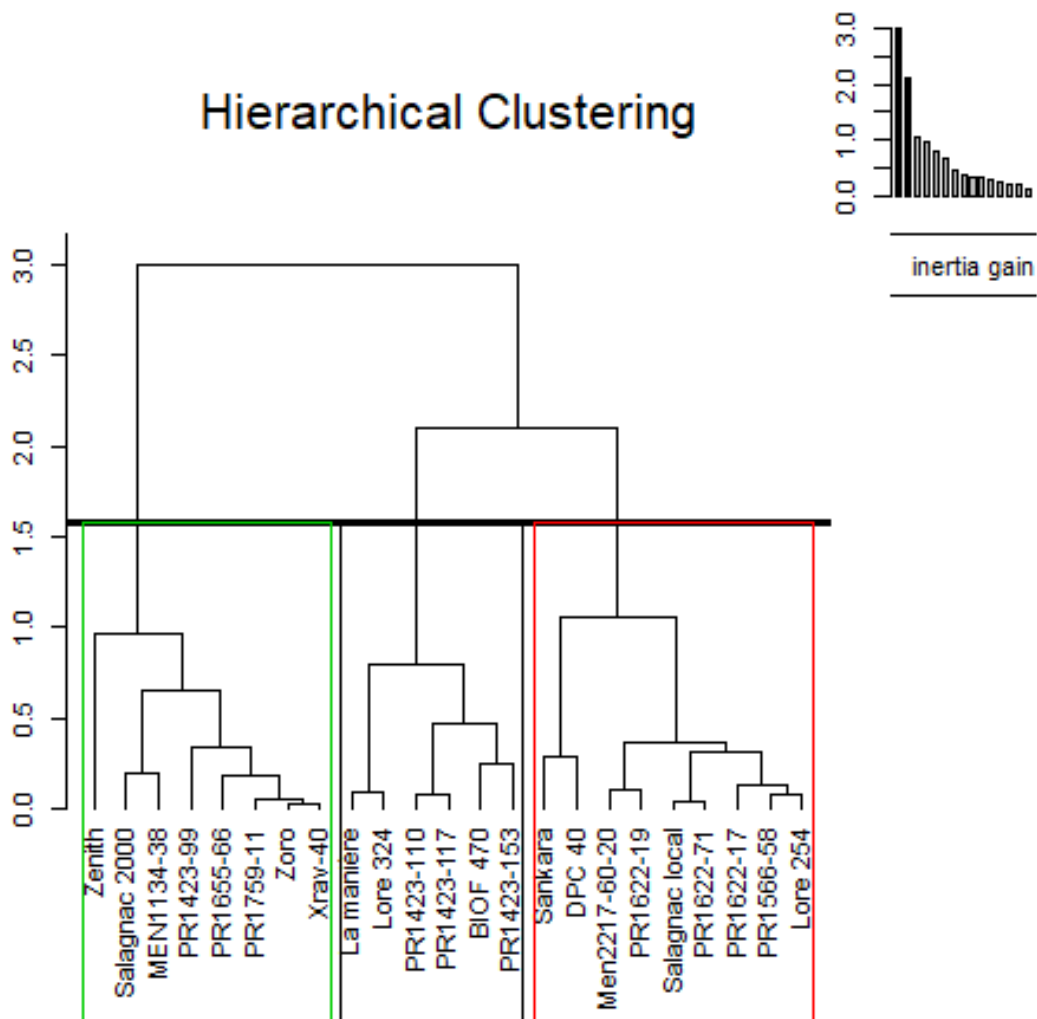


Figure 9.- Classification Ascendante Hiérarchique des différentes variétés

Cette classification ascendante hiérarchique des différents individus de cette population permet de grouper les individus qui ont des profils assez similaires. Ainsi, comme dans le cas de l'Analyse en Composante Principale (ACP) la Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) confirme les résultats de l'ACP et permet d'identifier les individus contrastés pour chaque classe. Ainsi la première classe (en vert) représente les variétés productives et ont une durée du nombre de jour à la floraison intermédiaire, la deuxième classe (en noir) représente les variétés qui sont précoces et fournissent un bon rendement alors que la dernière classe (en rouge) regroupe les variétés peu productives et tardives.

IV.- Conclusion et recommandations

Globalement les observations montrent que l'ensemble des variétés sont adaptées aux cultures de plaine irriguée en saison d'hiver. Par contre les résultats se différencient les uns des autres notamment pour les variétés améliorées vis-à-vis des variétés locales.

La variété Aifi Wuriti présente un rendement (0.27 T/ha) très inférieure par rapport au rendement moyen obtenu dans les autres expériences (0.85 T/ha). Ce résultat pourrait être dû en raison d'une semence de mauvaise qualité qui a été utilisée car son taux de levé moyen était de 17%. De plus, la durée de son cycle s'allonge ce qui laisse voir que le démarrage était très difficile. En ce sens, il a toujours été recommandé de tester les semences bien avant leur semis mais ce test n'a pas eu lieu pour cette variété vu qu'on ne l'avait pas en stock.

Contrairement à la variété précédente, les variétés PR1423-110, PR1423-117, PR1923-99 et PR1655-66 fournissent de très bon rendement (>1.5 T/ha) comparativement au rendement moyen de la culture du haricot en Haïti (0.8 T/ha) selon les chiffres du MARNDR (2016)². De plus, ces variétés produisent suffisamment de biomasse pour être parmi les meilleurs de nos variétés. Le fait que la biomasse sèche est corrélée avec le rendement (coefficient de corrélation 0.33), ces variétés qui fournissaient une biomasse sèche importante étaient également susceptibles de donner un très bon rendement.

Les variétés couramment cultivées en Haïti comme DPC40, Salagnac 2000, Salagnac Local, Lore 234, Lore 354... se comportent assez bien car elles fournissent un rendement moyen de 0.95 ce qui est significativement différent (p-value = 0.00061) avec le rendement moyen obtenu avec les meilleures variétés. L'idée d'intégrer d'autres variétés améliorées dans le pool génétique du Haricot cultivé en Haïti se fait de plus en plus sentir.

En dépit de ces bons résultats, il est primordial de tester la stabilité de ces lignées dans plusieurs environnements avant de les vulgariser vu que le caractère rendement est sous contrôle polygénique et peu héritable chez le haricot (H^2 entre 0.2 à 0.5). De plus, des tests nutritionnels seraient tout aussi importants vu que la quantité de fer présent chez le haricot est très appréciée par les nutritionnistes vu l'importance du fer dans la nutrition humaine.

² MARNDR (2016). Résultats des enquêtes nationales de la production agricole

Bloc	Variété	Tx de levée	Nbr de jour flo	Diam. Canop (cm)		Nodulation			Long gousse (cm)			Nbr de gousse			Gr par gousse			Maladie	Incidence maladie
A	V1																		
A	V2																		
A	V3																		
A	V4																		
A	V5																		
A	V6																		
A	V7																		
A	V8																		
A	V9																		
A	V10																		
A	V11																		
A	V12																		
A	V13																		
A	V14																		
A	V15																		
A	V16																		
A	V17																		
A	V18																		
A	V19																		
A	V20																		
A	V21																		
A	V22																		
A	V23																		
A	V24																		

Annexe 1.- Fiche de collecte de donnée

Annexe 2.- Photos descriptives des différentes activités



Prise de LAI par l'étudiante