

BURKINA FASO
Unité - Progrès - Justice

.....
MINISTRE DES ENSEIGNEMENTS SECONDAIRE ET SUPERIEUR
(M.E.S.S)

.....
UNIVERSITE POLYTECHNIQUE DE BOBO-DIOULASSO
(U.P.B)

.....
INSTITUT DU DEVELOPPEMENT RURAL
(I.D.R)



Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme d'Etudes Approfondies (DEA)

en Gestion Intégrée des Ressources Naturelles (GIRN)

Option : Système de Production Végétale (SPV)

Spécialité : Phytopathologie

Thème :

Effet de microdosage de la fumure organo-minérale sur la dynamique de *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid., agent causal de la pourriture charbonneuse du niébé

Présenté par KABORE Kouka Hilaire

Président du jury:

Pr Irénée SOMDA, IDR/UPB

Membres:

Dr Ibrahim OUEDRAOGO, INERA

Dr Denis PARE, INERA

N°2013/DEA

Août 2013

Table des matières

	Pages
Dédicace.....	iii
Remerciements	iv
Sigles et abréviations	v
Liste des tableaux.....	vi
Liste des figures	vi
Liste des photographies.....	vi
Résumé	viii
Introduction générale	1
Chapitre 1 : Revue bibliographique	4
1-1- Connaissances sur le niébé	5
1-1-1- Classification botanique et origine.....	5
1-1-2- Description morphologique	5
1-1-3- Ecologie	6
1-1-4- Production et importance du niébé.....	6
1-2- Connaissances sur la pourriture charbonneuse	7
1-2-1- Agent causal	7
1-2-2- Symptômes	8
1-2-3-Cycle de la pourriture charbonneuse	9
1-2-4- Facteurs influençant l'infection et la sévérité de la pourriture charbonneuse .	10
1-2-5- Méthodes de lutte.....	10
Chapitre 2 : Matériel et méthodes	11
2-1- Matériel	12
2-1-1- Milieu d'étude.....	12
2-1-2- Conditions expérimentales	12

2-1-3- Matériel végétal.....	13
2-1-4- Fumures.....	13
2-2- Méthodes	14
2-2-1- Description du dispositif et opérations culturales	14
2-2-2- Technique de prélèvement du sol	15
2-2-3- Technique d'extraction des microsclérotés de <i>Macrophomina phaseolina</i> du sol.....	15
2-2-4- Evaluation sanitaire des semences.....	16
2-2-5- Evaluation de l'infection des racines	16
2-2-6- Evaluation du rendement en graines.....	17
2-2-7- Analyses de données et présentation des résultats	17
Chapitre 3 : Résultats et discussion	18
3-1- Résultats	19
3-1-1- Evaluation sanitaire des semences.....	19
3-1-2- Effets des traitements sur l'infection des racines de niébé par <i>M. phaseolina</i>	22
3-1-3- Effets des traitements sur l'infestation du sol par <i>M. phaseolina</i>	24
3-1-4- Effets des traitements sur la production en graines du niébé.....	26
3-2- Discussion.....	27
Conclusion et perspectives.....	30
Références bibliographiques	31
Annexes	

Dédicace

Ce mémoire est dédié :

**A ma grande sœur KABORE Bernadette, qui m'a
toujours assisté surtout pendant les périodes difficiles.**

Remerciements

L'aboutissement de ce modeste travail, nous le devons au concours sans faille de nombreuses personnes. Qu'il nous soit permis de leur exprimer toute notre profonde reconnaissance.

Nous adressons nos sincères remerciements :

- Au Pr Irénée SOMDA, Directeur de l'Institut du Développement Rural (IDR) qui a voulu que le Laboratoire de Phytopathologie de l'Institut du Développement Rural serve de cadre à notre stage, et qui a accepté être notre maître de stage et directeur de mémoire. Nous lui disons merci pour ses enseignements, sa disponibilité et sa rigueur scientifique ;

- Au Pr Idrissa O. DICKO, Vice-Président de The Hunger Project et à Monsieur Evariste L. YAOGHO, Directeur National de The Hunger Project Burkina qui ont jugé nécessaire que nous fassions ce travail ;

- Au Dr Denis PARE, chercheur à l'INERA pour ses conseils et son appui par la documentation ;

- Au Dr Schémaëza BONZI pour sa discrète et efficace contribution à la réalisation de ce mémoire ;

- A M. Olo PALE, Technicien du Laboratoire de Phytopathologie de l'IDR qui nous a été d'une utilité inestimable dans les manipulations de laboratoire ;

- Aux camarades Arnaud W. ZIDA, Zézouma SANON, Albert S. KABORE, Kadidia DAO, Adèle OUEDRAOGO, Mariétou SISAO et Rebecca DIALLO pour le climat cordial maintenu tout au long de nos travaux de laboratoire ;

- Au Dr Jérôme T. YAMEOGO qui s'est toujours comporté en aîné à travers ses encouragements ;

- A toute ma famille pour ses soutiens multiformes ;

- A tous ceux qui, de près ou de loin ont contribué à la réalisation de ce mémoire.

Que Dieu récompense chacun aux multiples de ses bienfaits.

Sigles et abréviations

FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations

PDA: Potato Dextrose Agar

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

RN: Route Nationale

INERA: Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles

AGRA: Alliance for a Green Revolution in Africa

ONG : Organisation Non Gouvernementale

UV : Ultra Violet

CRIQ : Centre de Recherche Industrielle du Québec

Liste des tableaux

	Pages
Tableau 1 : Calendrier des opérations culturales	15
Tableau 2: Champignons observés sur la semence utilisée pour le semis	20
Tableau 3 : Champignons isolés à partir des gousses présentant des symptômes .	21

Liste des figures

	Pages
Figure 1 : Niveau d'infection des graines par <i>M. phaseolina</i>	22
Figure 2 : Niveau d'infection des racines par <i>M. phaseolina</i> en fonction des traitements.....	24
Figure 3 : Niveau d'infestation du sol par les microsclérotés de <i>M. phaseolina</i> en fonction des traitements.....	25
Figure 4 : Rendement en graines de la variété de niébé K VX 396 4-5- 2D en fonction des traitements	26

Liste des photographies

	Pages
Photo 1 : Mycélium et taches noires sur les gousses de niébé	19
Photo 2 : Taches brunes sur les gousses de niébé	19
Photo 3 : Graines de niébé infectées par <i>M. phaseolina</i>	21
Photo 4 : Fragments de racines de niébé partiellement couverts par le mycélium de <i>M. Phaseolina</i> sept (7) jours après incubation.....	23
Photo 5 : Fragment de racine de niébé totalement couvert par le mycélium de <i>M. phaseolina</i> sept (7) jours après incubation	23

Photo 6 : Microsclérotés de <i>M. phaseolina</i> sur une racine de niébé vue à la loupe binoculaire (Grossissement : X250).....	23
Photo 7 : Mycélium de <i>M. phaseolina</i> sur racine de niébé vue à la loupe binoculaire (Grossissement : X250).....	23
Photo 8 : Différentes couleurs des colonies de <i>M. phaseolina</i>	25

Résumé

Le niébé, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., est une des principales légumineuses alimentaires mondiales. Au Burkina Faso, le niébé est cultivé dans toutes les zones agro-écologiques du pays et occupe une place importante dans l'alimentation de la population aussi bien en milieu urbain que rural. Les contraintes biotiques et abiotiques induisent des faibles rendements en graines du niébé (inférieur à 300 kg/ha en condition d'association avec les céréales et entre 700 à 800 kg/ha en culture pure avec les variétés améliorées). Parmi les contraintes biotiques figure la pourriture charbonneuse causée par *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid., un des champignons phytopathogènes les plus répandus dans le monde et ayant une très large gamme d'hôtes. Dans le but de développer des méthodes de lutte praticables par les producteurs et améliorant en même temps l'environnement de la plante, l'effet d'apport localisé de compost et du complexe N-P-K-S-B (14-23-14-6-1) a été évalué sur *M. phaseolina*, agent causal de la pourriture charbonneuse du niébé. Les résultats montrent que l'apport localisé du compost (5 t/ha soit 102,85 g/poquet) et de la fumure minérale N-P-K-S-B (14-23-14-6-1) à la dose de 2 g par poquet après la levée permet d'obtenir un rendement en graines de 1199,78 kg/ha soit un gain additionnel de 34,37% par rapport au témoin sans fumures. Un rendement en graines de 1478,79 kg/ha soit un gain additionnel de 65,63% par rapport au témoin sans fumures a été obtenu en apportant 5 tonnes de compost par hectare et 2 g de N-P-K-S-B (14-23-14-6-1) par poquet le jour du semis. L'étude de la dynamique des populations de *M. phaseolina* dans le sol montre que l'apport localisé du compost (5 t/ha) uniquement ou du compost (5t/ha) et la fumure minérale (2 g N-P-K-S-B 14-23-14-6-1/poquet) ont tendance à faire baisser la quantité de l'inoculum de *M. phaseolina* dans le sol. Quant à l'effet de la fumure organo-minérale sur l'infection des racines de niébé par *M. phaseolina*, les fragments de racines issus des parcelles ayant reçu 5 tonnes de compost par hectare plus 2 g de N-P-K-S-B (14-23-14-6-1) par poquet le jour du semis et 5 tonnes de compost par hectare plus 2 g de N-P-K-S-B (14-23-14-6-1) par poquet après la levée seraient les moins infectés avec respectivement des taux d'infection de 12 et 13%. Cependant, le taux d'infection des graines est très élevé (>90%) quel que soit le traitement.

Mots clés : *Vigna unguiculata*, *Macrophomina phaseolina*, Fumure, Infection.

Introduction générale

La productivité des céréales dans la région Ouest africaine demeure faible (Soule et Gansari, 2010). Le rendement de l'ensemble des quatre principales céréales (maïs, sorgho, riz et mil) est environ 1179 kg par hectare comparé aux 6 tonnes à plus de 12 tonnes réalisés en Asie et en Europe sur le blé, le maïs et le riz (Soule et Gansari, 2010). De ce fait, la production céréalière en Afrique et particulièrement au Burkina Faso couvre difficilement les besoins alimentaires des populations. Le régime alimentaire à base de céréales est très peu équilibré et est généralement pauvre en protéines et en vitamines. Cette déficience entraîne une malnutrition, cause de plusieurs anomalies de croissance physique de la population (Ouédraogo *et al.*, 1997). La recherche de la sécurité et de l'équilibre alimentaire est donc un objectif majeur à poursuivre. En ce sens, les légumineuses à graine dont le niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) pourrait contribuer à l'atteinte de tels objectifs. Acclimaté à la chaleur et tolérant à la sécheresse, le niébé est la principale légumineuse cultivée au Sahel. La superficie cultivée annuellement en niébé dans le monde est estimée à plus de 12,5 millions d'hectares dont environ 64% se trouve en Afrique occidentale et centrale (Diaw, 1999 ; Ndiaye, 2007). Le Burkina Faso est le quatrième pays producteur mondial après les Etats-Unis, le Nigeria et le Niger (MAHRH, 2008). Depuis 1992, la production du niébé au Burkina Faso a toujours dépassé les 100 000 tonnes (CountrySTAT, 2010). Le niébé constitue une source de protéines et de vitamines appréciables pour l'alimentation humaine et animale (Ndiaye, 2007; Dugje *et al.*, 2009). La culture du niébé permet un enrichissement du sol en azote par l'intermédiaire de bactéries fixatrices d'azote atmosphérique. Selon Bado (2002), un hectare de niébé apporte 50 à 115 kg d'azote dans le sol. En plus, de par sa croissance rapide, le niébé assure une couverture du sol, le protégeant ainsi contre l'érosion et contre l'envahissement des adventices. Le niébé est une importante source de devises. Durant la période 2004-2008, le niébé a contribué à hauteur de 19-22 milliards de francs CFA à la formation du Produit Intérieur Brut du Burkina Faso (MAHRH, 2008). Cependant, le développement de la culture du niébé se heurte à de nombreuses contraintes d'ordre biotique et abiotique. Le *striga*, les pucerons, les bruches, les thrips des fleurs, le foreur de gousses (*Maruca testularis*), la chenille poilue (*Amsacta monoleyi*) et la pourriture charbonneuse due à *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid., constituent les principales contraintes

biotiques à la production du niébé (Ndiaye, 2007). Une très forte présence de *Macrophomina phaseolina* a été constatée en Afrique de l'Ouest (Paré, 1988). Favorisé par les températures élevées et les sécheresses, *Macrophomina phaseolina* cause d'énormes dégâts sur le niébé. Selon Ndiaye (2007), les pertes dues à la pourriture charbonneuse sont estimées à 10%. Ce qui correspond à une perte de 30.000 tonnes de niébé uniquement pour le Niger et le Sénégal soit une valeur financière estimée à 146 millions de dollars USA. Au Burkina Faso, la littérature ne fait pas cas d'une quantification des dégâts de la pourriture charbonneuse sur le niébé. Cependant, la moyenne du potentiel d'inoculum est estimé à 20 sclérotés par gramme de sol (Paré, 1988). Les pratiques culturales jouent une part importante dans l'expression des maladies des plantes. Pour lutter contre *M. Phaseolina*, Bijlmakers et Verhoek (1995) conseillent toute pratique permettant d'accroître la vigueur de la plante. L'amélioration des caractéristiques chimiques, physiques et biologiques des sols par des amendements de compost créent de meilleures conditions de croissance pour les plantes. Ces dernières sont ainsi moins stressées, ce qui les rend plus résistantes aux maladies (Fuchs, 2009). Pour plusieurs auteurs, un bon niveau de fertilité du sol permet de réduire les dégâts causés par *M. phaseolina* sur les plantes (Paré, 1988 ; Bijlmakers et Verhoek, 1995 ; Ndiaye, 2007). Malheureusement, en Afrique de l'Ouest en général et au Burkina Faso en particulier, les quantités de matières organiques et d'engrais minéraux nécessaires pour améliorer la fertilité des sols ne sont pas disponibles pour la majorité des petits agriculteurs. Le taux moyen d'application des engrais minéraux au Burkina Faso est de 8 kg/ha contre 190 kg/ha en France (Bassolé, 2007). En effet, le faible revenu des producteurs limite l'adoption des doses d'engrais recommandées par les services techniques en charge du développement agricole. C'est ainsi que notre étude s'est donnée pour objectif général d'évaluer l'effet de microdosage de la fumure organo-minérale sur la dynamique de *M. phaseolina*. De façon spécifique il sera question de :

- Déterminer l'effet d'apport localisé de la fumure organo-minérale sur l'infection des graines et des racines du niébé par *M. phaseolina* ;
- Déterminer l'effet d'apport localisé de la fumure organo-minérale sur la quantité de microsclérotés de *M. phaseolina* dans le sol ;

- Evaluer l'effet d'apport localisé de la fumure organo-minérale sur le rendement en graines du niébé.

Le présent mémoire est structuré en trois (3) chapitres. Le chapitre 1 fait une synthèse sur les connaissances du niébé et de *Macrophomina phaseolina*. Le chapitre 2 traite des expérimentations. Le chapitre 3 présente les résultats et la discussion.

Chapitre 1 : Revue bibliographique

1-1- Connaissances sur le niébé

1-1-1- Classification botanique et origine

Le niébé est une dicotylédone appartenant à l'ordre des *Fabales*, à la famille des *Fabaceae*, à la sous famille des *Faboideae*, à la tribu des *Phaseoleae*, à la sous tribu des *Phaseolinae*, au genre *Vigna* et à la section *Cafiang* (Verdcourt, 1970; Maréchal *et al.*, 1978). Le genre *Vigna* comprend environ 80 espèces dont l'une des plus importantes est *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Initialement décrite par Linné sous le nom de *Dolichos unguiculatus*, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. regroupe des formes sauvages et cultivées de niébé. Les formes cultivées se distinguent des formes sauvages par des gousses indéhiscentes, des graines et des gousses de taille plus importante (Lush et Evans, 1981). Selon Madamba *et al.* (2006), au sein de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. cultivé, on admet généralement cinq (05) groupes de cultivars, qui se recoupent et qui peuvent par ailleurs facilement se croiser: le Groupe *Unguiculata* (niébé commun), le Groupe *Sesquipedalis* (haricot-kilomètre, synonymes : *Dolichos sesquipedalis* (L.), *Vigna sesquipedalis* (L.) Fruhw.), le Groupe *Biflora* (catjang), le Groupe *Melanophthalmus* et le Groupe *Textilis*. Le niébé a été domestiqué en Afrique de l'Ouest, et a été diffusé dans les autres régions de l'Afrique et sur les autres continents par les migrations et les routes de commerce (Cissé *et al.*, 1996).

1-1-2- Description morphologique

Le niébé, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. est une plante herbacée annuelle diploïde à $2n = 22$ chromosomes, à port érigé, rampant ou intermédiaire (Ali, 2005). Le système racinaire est pivotant avec de nombreuses ramifications. Les racines portent des nodules qui renferment des bactéries fixatrices d'azote. La tige du niébé est cylindrique, volubile, quelque fois glabre et creuse. Les deux premières feuilles sont opposées, les suivantes sont alternes, pétiolées et trifoliées (Caburet et Lethève, 2002). Outre une feuille, chaque nœud de la tige porte deux stipules prolongées sous l'insertion et trois bourgeons axillaires capables de donner une tige latérale ou une inflorescence (Pasquet et Baudoin, 1997). L'inflorescence est formée d'un pédoncule au bout duquel se trouve le rachis dont chaque nœud porte une paire de

fleurs et un bourrelet de nectaires extrafloraux. La coloration des fleurs varie du blanc au violet. Le niébé est une plante autogame dont le fruit est une gousse allongée de 10 à 20 cm de long, et de couleur verte avec ou sans pigmentation avant maturité. Les gousses sont de forme carrée à oblongue, aplaties latéralement et pouvant contenir jusqu'à 21 graines (Ngelekan, 2006). En fonction des cultivars, le niébé présente une très large gamme de colorations des graines.

1-1-3- Ecologie

Le niébé est une plante des régions tropicales et subtropicales. Les températures optimales de sa culture varient entre 25 et 28 °C. Le niébé affiche une bonne performance dans les zones agro-écologiques où la pluviométrie est de 500 à 1200 mm/an. Cependant, grâce aux variétés précoces et extra-précoces, il peut pousser dans le Sahel où la pluviométrie est inférieure à 500 mm/an (Dugje *et al.*, 2009). Les besoins en eau du niébé sont de l'ordre de 200 mm/tonne de matière sèche/ha (Diaw, 1999). En matière de sol, le niébé n'est pas très exigeant mais croît de préférence sur des sols bien drainés, sableux-limoneux à limoneux-argileux, à pH= 6 ou 7 (Dugje *et al.*, 2009).

1-1-4- Production et importance du niébé

Le niébé, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., est une des principales légumineuses alimentaires mondiales (Pasquet et Baudoin, 1997). Il est cultivé sur environ 12,5 millions d'hectares par an (Ndiaye, 2007). L'Afrique occidentale réalise à elle seule 80% de la production mondiale soit 3,42 millions de tonnes/an (Cissé *et al.*, 1996). Le Nigeria, le Niger et le Burkina Faso constituent les principaux bassins de production (Soule et Gansari, 2010).

Au Burkina Faso, le niébé est cultivé dans toutes les zones agro-écologiques du pays (Ouédraogo, 2003). Cependant, les régions du Centre-Nord (Kaya), du nord (Yako), du Mouhoun (Nouna, Dédougou), et du Centre-Ouest (Koudougou) sont les principales localités de forte production (Ouattara, 2007). La culture du niébé est généralement pratiquée en association ou en rotation avec les céréales notamment le sorgho et le mil. Mais avec l'introduction des variétés améliorées à haut potentiel de rendement la culture pure du niébé gagne du terrain (Ouédraogo, 2003) avec des

rendements moyens de 700 à 800 kg/ha en milieu paysan. En condition d'association avec les céréales, le rendement moyen du niébé est inférieur à 300 kg/ha. Pour la campagne agricole 2009/2010, la production du Burkina Faso a été chiffrée à 453 629 tonnes sur une superficie totale de 114 013 hectares (MAHRH, 2010). La culture du niébé présente d'énormes avantages. Qualifié de viande de pauvres (Alzouma, 1995 cité par Baco *et al.*, 2008), les jeunes feuilles, les gousses immatures et les graines du niébé sont utilisées dans l'alimentation humaine. La graine mûre du niébé contient 23-25 % de protéine, 50-67 % d'amidon et des vitamines B. Elle est également riche en micro-éléments essentiels, tels que le fer, le calcium et le zinc (Cissé et Hall, 2002). Ces caractéristiques chimiques font du niébé un complément fort utile, apte à combler dans une certaine mesure le déficit proteico-calorique (Diaw, 1999). La culture du niébé joue également un rôle considérable dans l'alimentation énergétique des ruminants grâce aux fanes, et dans l'amélioration de la fertilité des sols par la fixation de l'azote atmosphérique, contribuant ainsi à une meilleure gestion des ressources naturelles (Zoundi *et al.*, 2007). Sur le plan économique, le niébé est une source de devises pour les pays producteurs. En 2010, le Burkina Faso a exporté 18 735 tonnes de niébé (Tiendrébéogo, 2011). Pour Quin (1997), le commerce du fourrage du niébé permet une augmentation de 25% du revenu annuel des paysans en Afrique occidentale et centrale.

1-2- Connaissances sur la pourriture charbonneuse

1-2-1- Agent causal

La pourriture charbonneuse du niébé est causée par *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. *M. phaseolina* est un champignon imparfait appartenant à la classe des *Deuteromycètes*, à l'ordre des *Sphaeropsidales* (Adam, 1995), et à la famille des *Botryosphaeriaceae* d'après des données phylogénétiques récentes (Umer, 2010). Il produit un mycélium très ramifié, d'abord hyalin puis noir charbon. Très rapidement, ce mycélium forme des microscélérotés noirs de 50 à 90 µm de diamètre, et s'il est fertile, des pycnides noires, globuleuses et proéminentes, d'environ 125 µm de diamètre. Elles contiennent des pycniospores unicellulaires, hyalines ou faiblement

rosées, plus ou moins cylindriques (Adam, 1995). Les microsclérotés sont les principaux organes de conservation de *M. phaseolina* (Paré, 1988).

1-2-2- Symptômes

M. phaseolina est l'un des champignons phytopathogènes les plus répandus dans le monde et ayant une très large gamme d'hôtes (Paré, 1988 ; Adam, 1995). Il cause des fontes de semis, des pourritures de racines et de tiges de plus de 500 espèces de plantes cultivées et sauvages dont les plus importantes sont *Arachis hypogaea* (arachide), *Brassica oleracea* (chou), *Beta vulgaris* (betterave), *Capsicum annuum* (piment), *Cicer arietinum* (pois chiche), *Citrus* spp., *Corchorus* sp., *Cucumis* spp., *Fragaria* sp., *Glycine max* (soja), *Gossypium* sp., *Helianthus annuus* (tournesol), *Ipomoea batatas* (patate douce), *Medicago sativa* (luzerne), *Phaseolus* spp., *Pinus* spp., *Prunus* spp., *Sesamum indicum* (sésame), *Solanum tuberosum* (pomme de terre), *Sorghum bicolor* (sorgho), *Vigna unguiculata* (niébé), et *Zea mays* (maïs) (Darcy, 2003 ; Ndiaye, 2007). Selon Ndiaye (2007), sur le niébé, les symptômes de l'attaque de *M. phaseolina* peuvent être résumés comme suit : les symptômes de la maladie sont clairement visibles à partir de l'émergence et peuvent être évalués à différents stades de développement de la plante. A l'émergence, les symptômes sont caractérisés par des taches brunes à noires sur les cotylédons. Souvent, ils sont recouverts d'un tapis de mycélium grisâtre portant des sclérotés dispersés. Au stade de la feuille unifoliée, les symptômes typiques sont des taches semblables à une tête d'épingle qui sont le plus souvent limitées à la section hypocotyle de la tige, y compris sa partie souterraine. Ces taches s'étendent et se développent en grandes lésions nécrotiques, qui entraînent en général la mort de la plante. *M. phaseolina* peut également infecter les racines qui présentent des lésions nécrotiques. Sur les plantes adultes, *M. phaseolina* provoque des lésions sur les tiges, les gousses et les graines. Sur les tiges, les lésions sont de couleur beige et apparaissent au point de ramification des branches latérales secondaires. Les tissus colonisés deviennent gris et couverts d'abondantes ponctuations noires. Au départ, ces ponctuations sont immergées, puis deviennent progressivement saillantes. Des pédoncules, le champignon se propage sur les gousses et envahit les graines. Cependant, des lésions nécrotiques peuvent apparaître n'importe où sur les gousses. L'infection des gousses vertes est caractérisée par une couleur bleu-vert, puis vire au brun rougeâtre. Quand l'infection se produit sur les gousses mûres, elles sèchent,

deviennent blanches ou grises et sont couvertes localement ou à large diffusion de corps noirs. Le champignon pénètre dans la gousse et les graines, provoquant des symptômes variés selon le niveau d'infestation des tissus. Les parties atteintes de la gousse deviennent étroites ou rétrécies, déformées et minces lorsque les graines endommagées sont situées à l'extrémité. Le symptôme le plus frappant est le brusque flétrissement et dessèchement de la plante entière. Le tronc et les branches sont alors couverts de corps noirs et donnent l'apparence du charbon de bois ou de cendre de végétaux morts. Le flétrissement et le dessèchement sont le résultat de la nécrose des racines, des tiges et de colmatage mécanique des vaisseaux du xylème par les microsclérotés, mais aussi par la production de toxines et l'action enzymatique

1-2-3-Cycle de la pourriture charbonneuse

M. phaseolina se conserve dans le sol sous forme de microsclérotés (Sy, 2001), et dans les graines de niébé sous forme de microsclérotés ou de mycélium (Rémi, 1997). Les microsclérotés servent d'inoculum primaire (Ndiaye, 2007). La germination des microsclérotés se produit lorsque les températures sont entre 28 et 35 °C (Darcy, 2003). Les exsudats racinaires induisent la germination des microsclérotés qui infectent les racines. Les hyphes infectieux pénètrent les cellules épidermiques des racines de l'hôte par une pression mécanique et enzymatique ou par les blessures naturelles. La croissance des hyphes est d'abord intercellulaires dans le cortex, puis intracellulaire dans le xylème (Paré, 1988). Une fois dans le tissu vasculaire *M. phaseolina* provoque la maladie par l'encombrement mécanique du xylème par les sclérotés, par la production de toxines et par des enzymes pectinolytiques entraînant une lyse cellulaire. Les plantes infectées présentent des lésions nécrotiques sur les tiges, les feuilles et les pédoncules. Des pédoncules, le champignon se propage sur les gousses et envahit les graines. Après la mort des plantes infectées, la colonisation par le mycélium et la formation de sclérotés dans le tissu hôte continuera jusqu'à ce que les tissus soient secs. Le mycélium et les microsclérotés produits dans le matériel végétal infecté, y compris les résidus végétaux sont les moyens de propagation de l'agent pathogène. La pourriture des racines et des débris végétaux infectés conduit à la libération des microsclérotés dans le sol. Les microsclérotés ainsi libérés peuvent survivre dans le sol pendant 2 à 15 ans selon les conditions environnementales (Ndiaye, 2007).

1-2-4- Facteurs influençant l'infection et la sévérité de la pourriture charbonneuse

Les facteurs qui influencent l'infection et la sévérité de la pourriture charbonneuse sont d'ordre abiotique et biotique. Pour ce qui est des facteurs abiotiques, Paré (1988) et Ndiaye (2007) citent les conditions qui réduisent la vigueur de la plante telles que le faible niveau de fertilité du sol, les densités de semis élevées, la faible humidité du sol, les températures élevées et les dommages causés aux racines. Selon ces mêmes auteurs, les facteurs biotiques qui prédisposent les plantes à l'attaque de *M. phaseolina* sont essentiellement les nématodes (*Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne javanica*). A ces deux facteurs extrinsèques à la plante, il faut ajouter le stade du développement de la plante qui est un facteur intrinsèque influençant l'établissement et l'agressivité de *M. phaseolina*.

1-2-5- Méthodes de lutte

Malgré de nombreux travaux réalisés à ce jour sur *M. phaseolina*, il ne semble pas exister une méthode de lutte qui soit efficace, écologiquement, économiquement ou techniquement réalisable pour les régions tropicales (Adam, 1995). Ceci s'explique par le fait que *M. phaseolina* est un agent pathogène tellurique, ayant une biologie complexe et une large gamme de plantes hôtes, et par l'inexistence de variétés de niébé résistantes ou tolérantes. Pour Ndiaye (2007), la pression de la maladie peut seulement être réduite si plusieurs mesures de contrôle préventives sont combinées dans une stratégie de gestion intégrée. Ces mesures sont entre autres le traitement des semences, les amendements organiques, la fertilisation minérale et le maintien d'une bonne humidité du sol.

Chapitre 2 : Matériel et méthodes

2-1- Matériel

2-1-1- Milieu d'étude

Notre étude s'est déroulée à Koupéla, chef lieu de la province du Kouritenga dans la région du Centre-Est. La ville de Koupéla est localisée au Nord de la province à 140 km de Ouagadougou, à l'intersection des axes routiers internationaux RN 16 (Koupéla – frontière du Togo) et RN 04 (Ouagadougou – frontière du Niger). La commune de Koupéla est située à 0° 21' de longitude Ouest et 12° 10' de latitude Nord. Le climat est de type soudanien caractérisé par une courte saison pluvieuse de Mai à Septembre et une longue saison sèche d'Octobre à Avril. La pluviométrie moyenne annuelle de 2006 à 2010 enregistrée par la Direction Provinciale de l'Agriculture est de l'ordre de 929 mm. La plus faible pluviométrie a été observée en 2006 avec 716,5 mm et la plus élevée en 2007 avec 1131 mm (Annexe 1). Les températures sont très variables. En saison de pluies, elles oscillent entre 24 et 34°C. Par contre, en saison sèche, de Décembre à mi-Février les températures varient entre 15 et 24°C. Des journées très chaudes avec des maxima de 41°C sont observées de mi-Février à fin Avril. Selon Anonyme (2006), la commune de Koupéla repose sur un socle ancien granité recouvert par un sol généralement érodé et peu fertile en raison de la présence par endroits de la cuirasse latéritique. Les sols sont essentiellement de trois types (Anonyme, 2006):

- Des sols peu évolués hydromorphes sur matériau polyphasé graveleux et argilo-graveleux dérivé de granites et sur matériau gravillonnaire ;
- Des sols ferrugineux tropicaux remaniés à tache et concrétion sur matériau argileux-sableux parfois gravillonnaire et parfois calcaire en profondeur associé à des sols peu évolués hydromorphes sur matériau gravillonnaire ;
- Et des sols à pseudogley structurés sur matériau argileux d'origines diverses.

2-1-2- Conditions expérimentales

La campagne agricole 2010 a connu un cumul pluviométrique de 931 mm. Cette pluviométrie s'est étalée sur la période d'Avril à Octobre et est répartie en 53 jours. Les mois les plus arrosés de l'année ont été Juillet et Août avec respectivement 289 et 221 mm d'eau (Annexe 2). Ces mois ont connu également la meilleure répartition

des pluies dans le temps avec 12 jours pour le mois de Juillet et 10 jours pour le mois d'Août (Annexe 3).

2-1-3- Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé est la variété de niébé KVX 396-4-5-2D. Cette variété est créée par l'INERA et vulgarisée au Burkina Faso depuis 1988 (Zongo, 2005). Elle a un cycle précoce de 70 jours, un port semi-érigé et s'adapte aux zones ayant une pluviométrie variant entre 300 et 1200 mm. Le choix de cette variété est dû au fait qu'elle a un bon potentiel de rendement (1500-2000 kg/ha), qu'elle est tolérante à la sécheresse et fait partie des variétés de niébé vulgarisées dans la province du Kouritenga (Annexe 4). De plus, dans le cadre des activités du projet AGRA-Microdose dans la province du Kouritenga elle a été utilisée dans les champs écoles des producteurs pour démontrer l'efficacité du microdosage de la fumure et dans les champs de démonstrations pour montrer l'importance de l'adoption des variétés améliorées.

2-1-4- Fumures

Deux types de fumures ont été utilisés ; il s'agit de la fumure organique et de la fumure minérale. La fumure organique a été obtenue à partir du compostage en fosse des tiges de sorgho et des déjections des petits ruminants. Quant à la fumure minérale il s'agit d'un engrais composé, de formule 14-23-14-6-1 (N-P-K-S-B). Cet engrais fait partie des engrais les plus utilisés dans la province du Kouritenga car il a été subventionné par l'Etat et mis à la disposition des producteurs. Il est aussi distribué aux paysans par certains projets et ONG, notamment l'ONG The Hunger Project Burkina dans le cadre du projet AGRA-Microdose. Vu que la plupart des sols burkinabé sont pauvres en phosphore, cet engrais qui contient un taux élevé de P_2O_5 est beaucoup utilisé. Dans le reste du document, la fumure minérale utilisée N-P-K-S-B (14-23-14-6-1) sera désigné «NPK (14-23-14)».

2-2- Méthodes

2-2-1- Description du dispositif et opérations culturales

Le dispositif expérimental est un bloc Fischer à quatre (04) répétitions et huit (08) traitements. En effet, l'essai est conduit sur une superficie de 411,72 m² (28,2 m x 14,6 m). Cette superficie est subdivisée en parcelles élémentaires de 2,4 m x 2,4 m (soit 5,76 m²), avec des allées de 1 m de large. Les traitements sont:

T0 : Témoin (sans compost, sans engrais minéral) ;

T1 : Compost (5 t/ha soit 102,85 g/poquet) ;

T2 : Engrais minéral épandu à la volée (100 kg de NPK 14-23-14/ha) ;

T3 : Microdose 1 (2 g de NPK 14-23-14/poquet le jour du semis) ;

T4 : Microdose 2 (2 g de NPK 14-23-14/poquet 14 jours après le semis) ;

T5 : Compost (5 t/ha soit 102,85 g/poquet) + Engrais minéral épandu à la volée (100 kg de NPK 14-23-14/ha) ;

T6 : Compost (5 t/ha soit 102,85 g/poquet) + Microdose 1 (2 g de NPK 14-23-14/poquet le jour du semis) ;

T7 : Compost (5 t/ha soit 102,85 g/poquet) + Microdose 2 (2 g de NPK 14-23-14/poquet 14 jours après le semis).

Le compost a été apporté dans des poquets de 15 cm de diamètre et 30 cm de profondeur. Le compost est recouvert de terre et le semis est fait dans ces poquets.

L'application de la fumure minérale a été réalisée suivant la technologie de la microdose qui consiste à apporter de façon localisée dans des conditions de bonne humidité une petite quantité de l'engrais minéral (2 g) le jour du semis (microdose 1) ou après la levée (microdose 2).

Pour la microdose 1, après avoir fait le poquet, une quantité de 2 g de NPK (14-23-14) est mise dans le poquet puis recouverte d'une couche de terre avant de mettre la semence de niébé. Quant à la microdose 2, les 2 g de NPK (14-23-14) ont été apportés quatorze (14) jours après le semis du niébé. Un trou est fait à cinq (05) cm du pied du niébé tout en prenant le soin de ne pas blesser les racines, le NPK (14-23-14) est mis dans ce trou puis refermé.

La préparation du sol a consisté en un labour à plat. Le semis a été fait en ligne avec un espacement de 80 cm entre les lignes et de 40 cm sur la ligne. Un démarriage à

deux plantes par poquet a été réalisé après la levée. Les sarclages manuels et les traitements insecticides ont été les principales opérations d'entretien (Tableau 1).

Tableau 1 : Calendrier des opérations culturales

Opérations culturales	Date d'exécution
Semis	23/07/2010
Premier sarclage	14/08/2010
Deuxième sarclage	02/09/2010
Premier traitement insecticide : Deltaméthrine (Décis 1 litre/ha)	25/08/2010
Deuxième traitement insecticide : Deltaméthrine (Décis 1 litre/ha)	07/09/2010

2-2-2- Technique de prélèvement du sol

Avant le semis, le prélèvement de sol s'est fait en diagonale. Cette technique consiste à matérialiser les diagonales de la parcelle avec des ficelles puis à prélever un échantillon tous les 2 m. Avant de prélever, la surface du sol des points de prélèvements est nettoyée des résidus organiques ou autres. Le sol est prélevé dans l'horizon 0 à 30 cm, stocké dans un seau propre et bien mélangé. Deux poignées prises dans chacun des échantillons élémentaires (18 prélèvements) sont soigneusement mélangées dans un seau propre en vue de constituer un échantillon composite. L'échantillon composite (1 kg) est mis dans un sac plastique et acheminé au laboratoire.

Après la récolte, le prélèvement de sol a été effectué par traitement à raison de quatre (4) échantillons par traitement.

2-2-3- Technique d'extraction des microsclérotés de *Macrophomina phaseolina* du sol

La technique utilisée pour extraire les populations de *Macrophomina phaseolina* du sol est celle décrite par Paré (1988). En effet, chaque échantillon de sol est broyé dans un mortier et passé dans un tamis de maille de 1 mm. Cinq grammes du sol obtenus après tamisage sont versés dans 200 ml de solution de NaOCl à 0,5% de

chlore actif. Ce mélange est agité mécaniquement deux fois et le NaOCl est éliminé après cinq minutes de traitement sur un système de deux tamis de 100 et 43 µm sous l'eau de robinet. Les éléments retenus par le tamis de 43 µm sont récupérés dans 50 ml d'eau. La suspension ainsi obtenue est additionnée à 50 ml du milieu de culture PDA (80 g de PDA par litre) stérile et encore en surfusion entre 37 et 40 °C. Il est ajouté à cette préparation 1,5 ml de NaOCl à 0,5%, 0,5 ml de sulfate de streptomycine à 5% et 10 ml de quintozone à 2,5 g par litre. La préparation de 100 ml obtenue est coulée dans cinq boîtes de Petri et mise à incuber à 30°C pendant 6-7 jours. L'évaluation consiste à dénombrer les colonies de *Macrophomina phaseolina*.

2-2-4- Evaluation sanitaire des semences

L'évaluation sanitaire de la semence a été effectuée avant le semis (200 graines) et après la récolte (200 graines de la production) selon la méthode décrite par Mathur et Kongsdal (2003). Ce travail a consisté à placer dix (10) graines dans une boîte de Petri de 9 cm de diamètre contenant deux (2) disques de papier buvard imbibés d'eau stérile soit 20 boîtes pour les 200 graines. Les boîtes de Petri sont par la suite déposées dans la chambre d'incubation à 25 °C ± 2 °C sous 12 heures de lumière proche Ultra Violet (UV) alternée avec l'obscurité (12 heures). L'évaluation est faite sept (7) jours après incubation des graines. Elle consiste à rechercher les champignons sur chaque graine à l'aide de la loupe binoculaire. L'identification est confirmée par des observations fines des conidies du champignon au microscope. Cinq (5) jours après semis jusqu'à la récolte, le suivi phytosanitaire s'est poursuivi et était basé sur la recherche des anomalies sur toutes les plantes de l'essai.

2-2-5- Evaluation de l'infection des racines

A la récolte, pour un traitement donné, cinq (05) racines apparemment saines ont été prélevées au hasard dans chacune des quatre (04) répétitions du traitement (soit 20 racines par traitement). Ces racines ont été découpées en petits fragments de 3 à 4 mm (ce qui donne 100 fragments par traitement). Les fragments sont lavés à l'eau de robinet. Ils sont par la suite trempés dans une solution d'hypochlorite de sodium à 0,5% pendant 10 mn pour éliminer les agents secondaires suivi de plusieurs rinçages dans de l'eau distillée stérile (Ndiaye, 2007). Après les rinçages, les fragments sont

essorés sur papier buvard puis repartis dans des boîtes de Petri contenant une couche de deux (2) disques de papier buvard imbibés d'eau stérile. L'incubation se fait à 22-25°C sous 12 heures de lumière proche UV alternée avec 12 heures d'obscurité. Au bout de sept (7) jours d'incubation, les fragments des racines sont examinés à la loupe pour observer la présence ou non de *M. phaseolina*. Pour un traitement donné, le rapport nombre de fragments sur lesquels *M. phaseolina* a été identifié sur le nombre total de fragments incubés multiplié par 100 permet de déterminer le taux d'infection des racines par *M. phaseolina*.

2-2-6- Evaluation du rendement en graines

Les gousses des parcelles élémentaires sont récoltées et séchées au soleil pendant dix (10) jours. Après le battage, les graines obtenues sont vannées et séchées au soleil pendant quatre jours (4) avant d'être pesées. Le rendement en grammes obtenu par parcelle élémentaire (PE=5,76 m²) est extrapolé en kg/ha en procédant de la façon suivante:

Rendement en kg/ha = Rendement en g obtenu x10 000/Surface de la PE X 1 000

2-2-7- Analyses de données et présentation des résultats

Les données enregistrées ont été analysées à l'aide du logiciel SPSS version 10.0, puis les moyennes ont été comparées à l'aide de la méthode de classification multiple de Duncan au seuil de 5%. Les résultats sont présentés sous forme de tableaux ou d'histogrammes.

Chapitre 3 : Résultats et discussion

3-1- Résultats

3-1-1- Evaluation sanitaire des semences

L'évaluation sanitaire de la semence révèle la présence de nombreux champignons avec des taux d'infection allant de 0,5 à 97,5% (Tableau 2). *Macrophomina phaseolina* a été identifié sur 24 graines soit un taux d'infection de 12%. Pour ce qui est du suivi en végétation, aucune mort de plante n'a été observée. Cependant, du mycélium et des taches de diverses couleurs ont été observées sur quelques gousses (Photos 1 et 2). L'incubation de ces gousses au laboratoire a révélé la présence d'un complexe de champignons (Tableau 3).

Après la récolte, les graines qui ont une apparence saine deviennent noires après une semaine d'incubation (Photo 3). Le taux d'infection des graines est très élevé (>90%) quel que soit le traitement. L'analyse de variance révèle des différences hautement significatives entre les traitements (Annexe 5). Ils peuvent être repartis en deux groupes : le premier groupe composé uniquement du traitement T1 avec un taux d'infection de 98% et le deuxième groupe qui rassemble le reste des traitements avec le plus haut niveau d'infection (99,5 à 100%) (Figure 1).

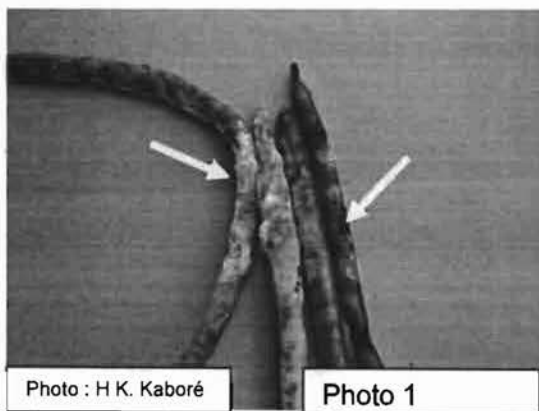


Photo 1 : Mycélium et taches noires sur les gousses de niébé

Photo 2 : Taches brunes sur les gousses de niébé

Tableau 2: Champignons observés sur la semence utilisée pour le semis

Champignons	Boîte n°																				NGI	TI (%)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
<i>Aspergillus flavus</i>	6	5	3	5	4	4	3	6	8	3	4	6	5	4	5	8	6	3	2	7	97	48,5
<i>Aspergillus niger</i>	2	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	3	11	5,5
<i>Bipolaris cynodontis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	01	0,5
<i>Cladosporium sp.</i>	1	1	0	0	1	0	0	2	3	0	3	0	0	0	1	0	1	0	2	7	22	11
<i>Colletotrichum dematium</i>	4	5	3	5	4	2	5	5	5	8	7	6	4	4	5	4	5	7	7	8	103	51,5
<i>Fusarium equiseti</i>	0	0	1	2	0	0	0	0	2	0	1	0	1	1	1	4	0	0	0	2	15	7,5
<i>Fusarium oxysporum</i>	10	10	9	10	10	10	10	10	9	9	10	10	10	9	10	10	10	10	10	9	195	97,5
<i>Macrophomina phaseolina</i>	0	2	2	1	4	1	0	1	2	1	2	2	1	2	0	1	1	0	0	1	24	12
<i>Rhizopus sp.</i>	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	2	2	0	0	0	1	1	3	0	13	6,5

NGI : Nombre de Graines Infectées ; TI (%) : Taux d'Infection en pourcentage

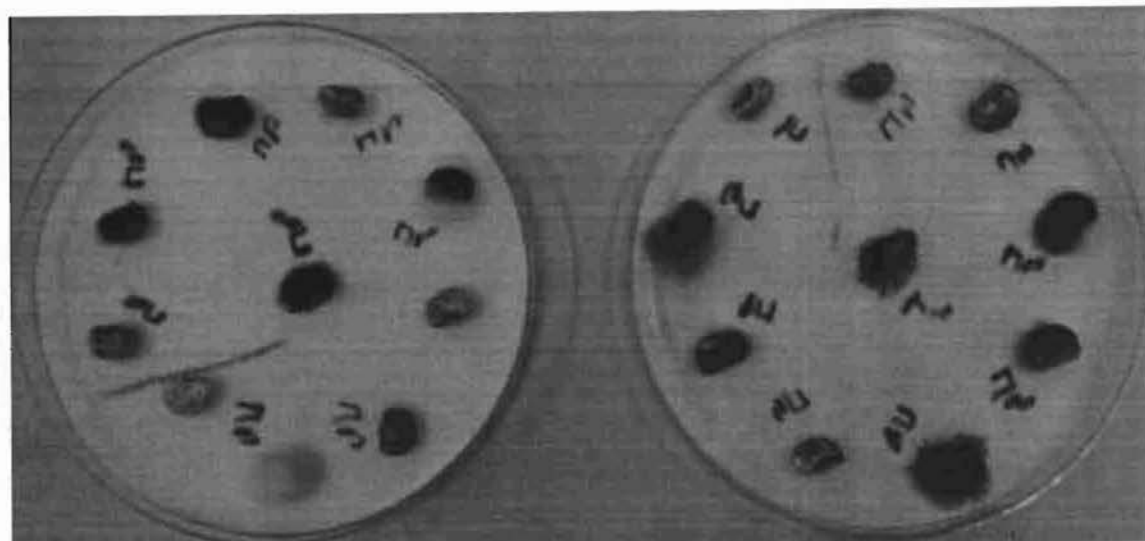


Photo : H.K. Kaboré

Photo 3 : Graines de niébé infectées par *M. phaseolina*

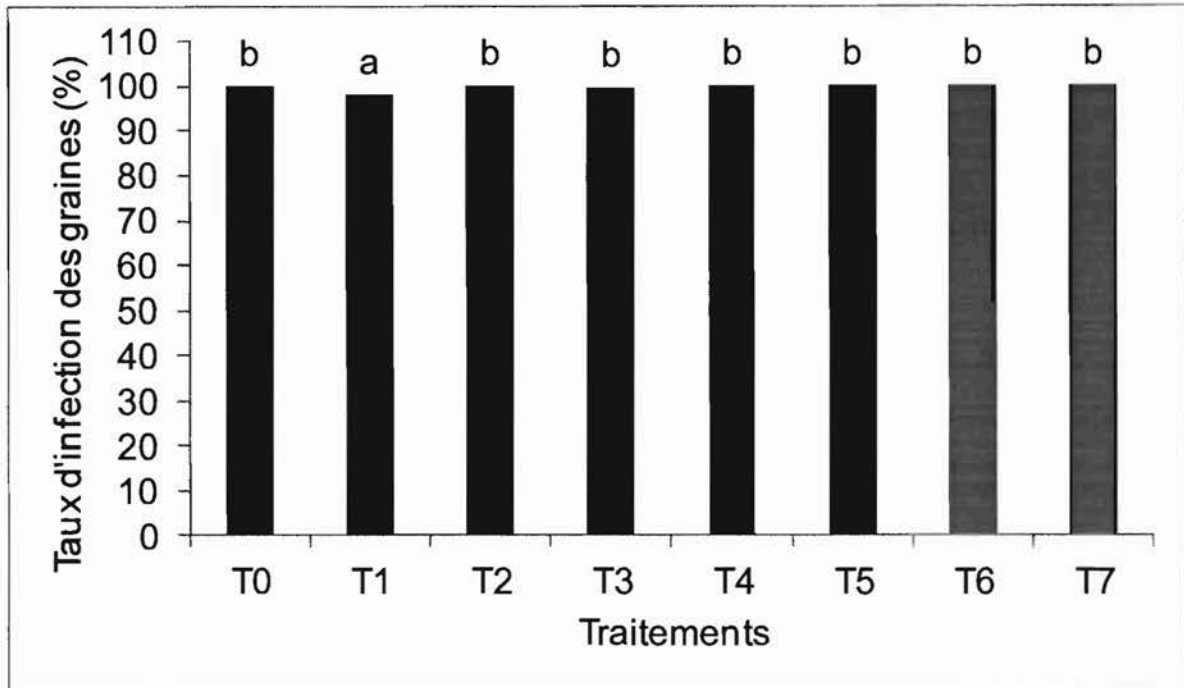
Tableau 3 : Champignons isolés à partir des gousses présentant des symptômes

Champignons	Traitements							
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
<i>Colletotrichum sp.</i>	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Sclerotinia sp.</i>	+	+	+	-	-	-	+	+
<i>Choanephora sp.</i>	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Macrophomina phaseolina</i>	+	+	+	-	-	-	-	-

(+) : Champignon observé après incubation de gousses présentant des symptômes

(-) : Champignon non observé après incubation de gousses présentant des symptômes

T0: Témoin (ni compost, ni engrais minéral) ; T1: Compost (5 t/ha) ; T2: Engrais minéral épandu à la volée (100 kg de NPK/ha) ; T3: Microdose1 (2 g de NPK/poquet le jour du semis) ; T4: Microdose2 (2 g de NPK/poquet 14 jours après le semis) ; T5: Compost (5 t/ha) + Engrais minéral épandu à la volée (100 kg de NPK/ha) ; T6: Compost (5 t/ha) + Microdose1 (2 g de NPK/poquet le jour du semis) ; T7: Compost (5 t/ha) + Microdose2 (2 g de NPK/poquet 14 jours après le semis).



T0: Témoin (ni compost, ni engrais minéral) ; T1: Compost (5 t/ha) ; T2: Engrais minéral épandu à la volée (100 kg de NPK/ha) ; T3: Microdose1 (2 g de NPK/poquet le jour du semis) ; T4: Microdose2 (2 g de NPK/poquet 14 jours après le semis) ; T5: Compost (5 t/ha) + Engrais minéral épandu à la volée (100 kg de NPK/ha) ; T6: Compost (5 t/ha) + Microdose1 (2 g de NPK/poquet le jour du semis) ; T7: Compost (5 t/ha) + Microdose2 (2 g de NPK/poquet 14 jours après le semis). Les moyennes suivies de la même lettre, dans une même ligne, ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 %, suivant le test de Duncan.

Figure 1 : Niveau d'infection des graines par *M. phaseolina*

3-1-2- Effets des traitements sur l'infection des racines de niébé par *M. phaseolina*

Les résultats de l'analyse de variance montrent des différences hautement significatives entre les traitements (Annexe 6). Après sept (7) jours d'incubation, les fragments infectés par *M. phaseolina* sont couverts partiellement ou totalement de mycélium noir visible à l'œil nu (Photos 4 et 5). L'observation à la loupe binoculaire montre des microsclérotés fixés au fragment de la racine et un mycélium ramifié (Photos 6 et 7). Les fragments de racines issus des traitements T6 et T7 seraient les moins infectés avec respectivement des taux d'infection de 12% et 13%, tandis que le traitement T1 engendrerait les racines les plus infectées (39%) (Figure 2).

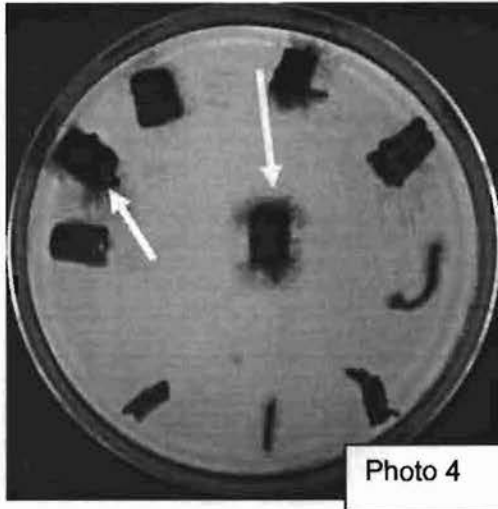


Photo 4

Photo : H K. Kaboré

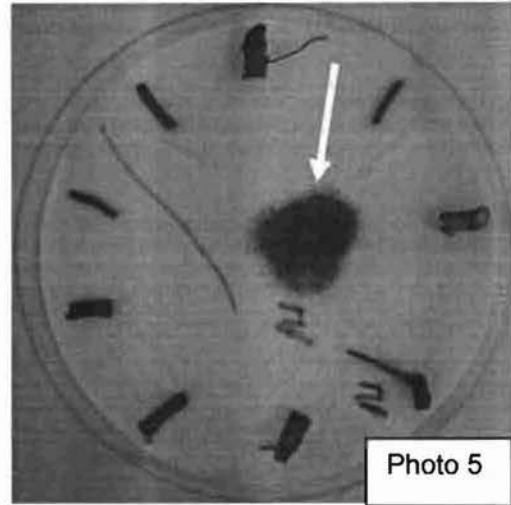


Photo 5

Photo : H K. Kaboré

Photo 4 : Fragments de racines de niébé partiellement couverts par le mycélium de *M. Phaseolina* sept (7) jours après incubation

Photo 5 : Fragment de racine de niébé totalement couvert par le mycélium de *M. phaseolina* sept (7) jours après incubation

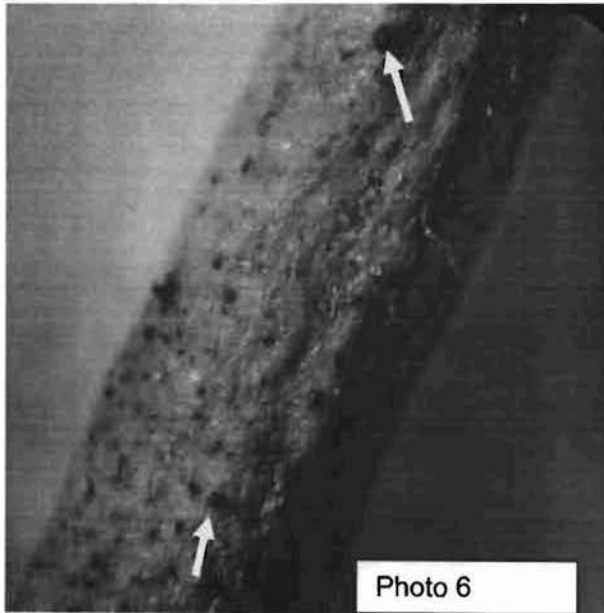


Photo 6

Photo : H K. Kaboré

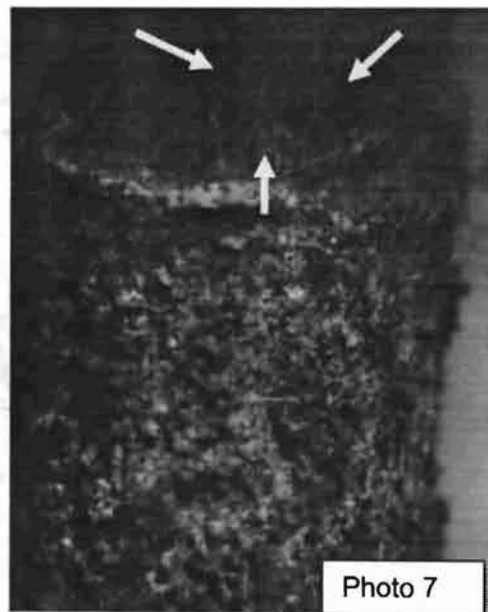
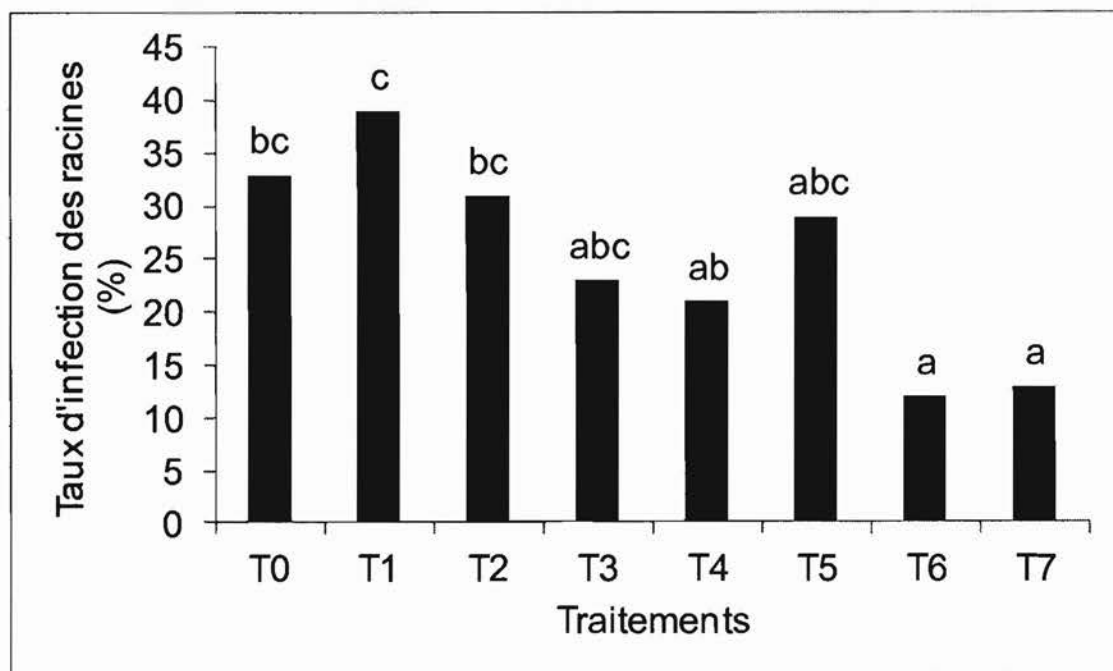


Photo 7

Photo : H K. Kaboré

Photo 6 : Microsclérotés de *M. phaseolina* sur une racine de niébé vue à la loupe binoculaire (Grossissement : X250)

Photo 7 : Mycélium de *M. phaseolina* sur racine de niébé vue à la loupe binoculaire (Grossissement : X250)

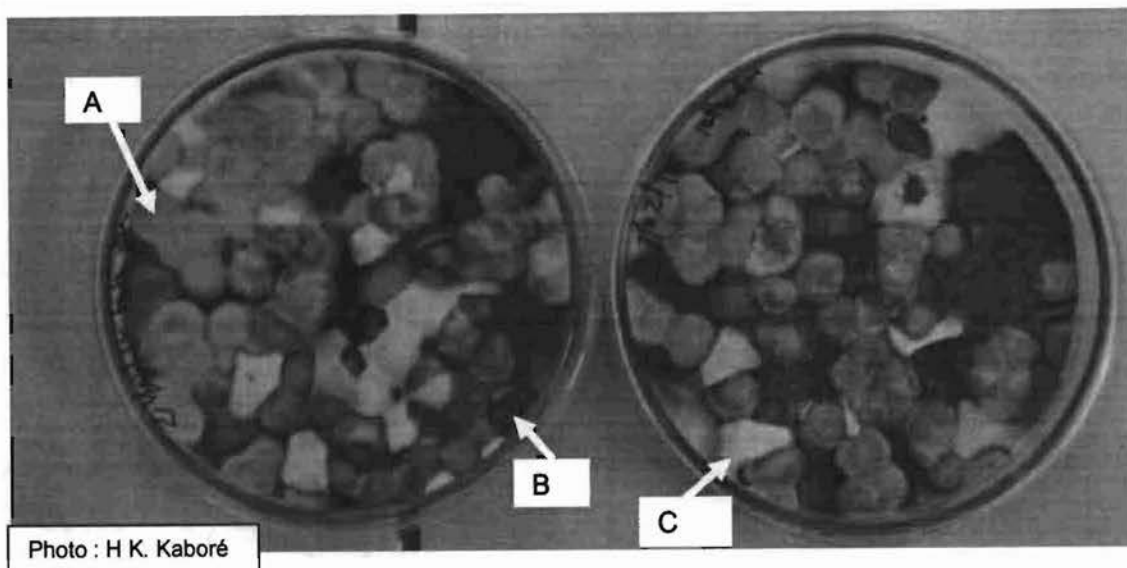


T0: Témoin (ni compost, ni engrais minéral) ; T1: Compost (5 t/ha) ; T2: Engrais minéral épandu à la volée (100 kg de NPK/ha) ; T3: Microdose1 (2 g de NPK/poquet le jour du semis) ; T4: Microdose2 (2 g de NPK/poquet 14 jours après le semis) ; T5: Compost (5 t/ha) + Engrais minéral épandu à la volée (100 kg de NPK/ha) ; T6: Compost (5 t/ha) + Microdose1 (2 g de NPK/poquet le jour du semis) ; T7: Compost (5 t/ha) + Microdose2 (2 g de NPK/poquet 14 jours après le semis).

Figure 2 : Niveau d'infection des racines par *M. phaseolina* en fonction des traitements

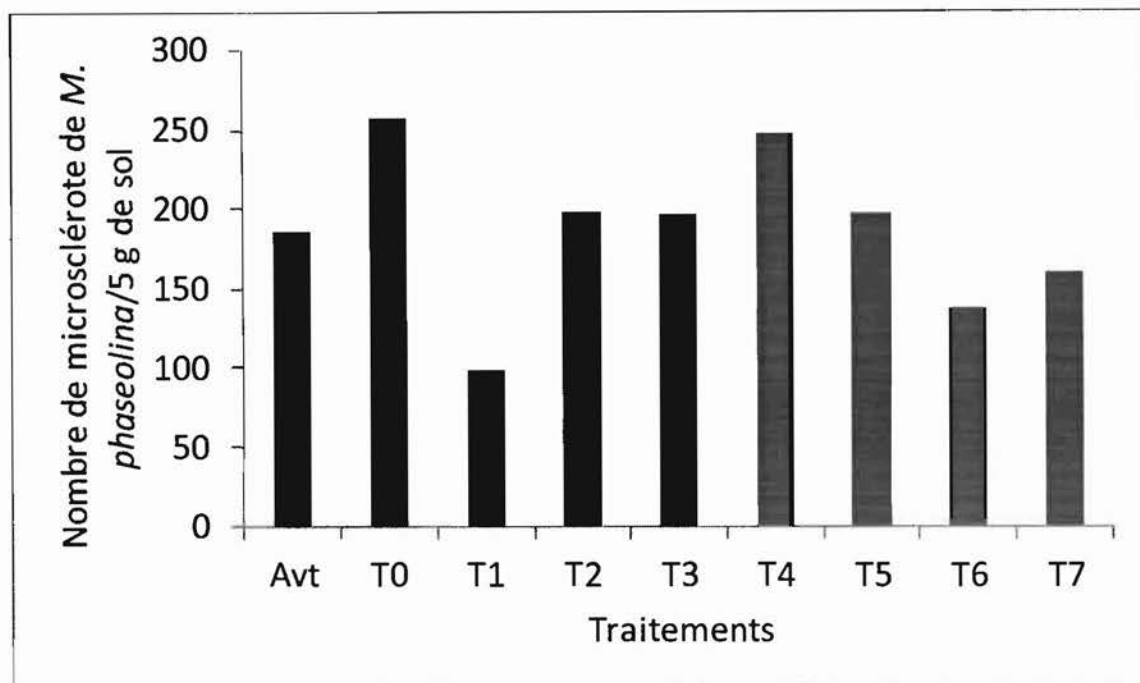
3-1-3- Effets des traitements sur l'infestation du sol par *M. phaseolina*

Les colonies de *M. phaseolina* observées sont de couleurs diverses (grise, noire et blanche) (Photo 8). L'analyse de variance ne montre pas de différences significatives entre les différents traitements (Annexe 7). Cependant, en comparant le niveau d'infestation du sol avant et après l'application des différents traitements il ressort que l'apport localisé de compost 5 t/ha (T1) et le compost 5t/ha+2g NPK (14-23-14)/poquet (T6 et T7) ont tendance à faire baisser l'inoculum de *M. phaseolina* dans le sol. Les autres traitements (T0, T2, T3, T4 et T5) ont un effet contraire (Figure 3).



A : colonie de couleur grise ; B : colonie de couleur noire ; C : colonie de couleur blanche

Photo 8 : Différentes couleurs des colonies de *M. phaseolina*

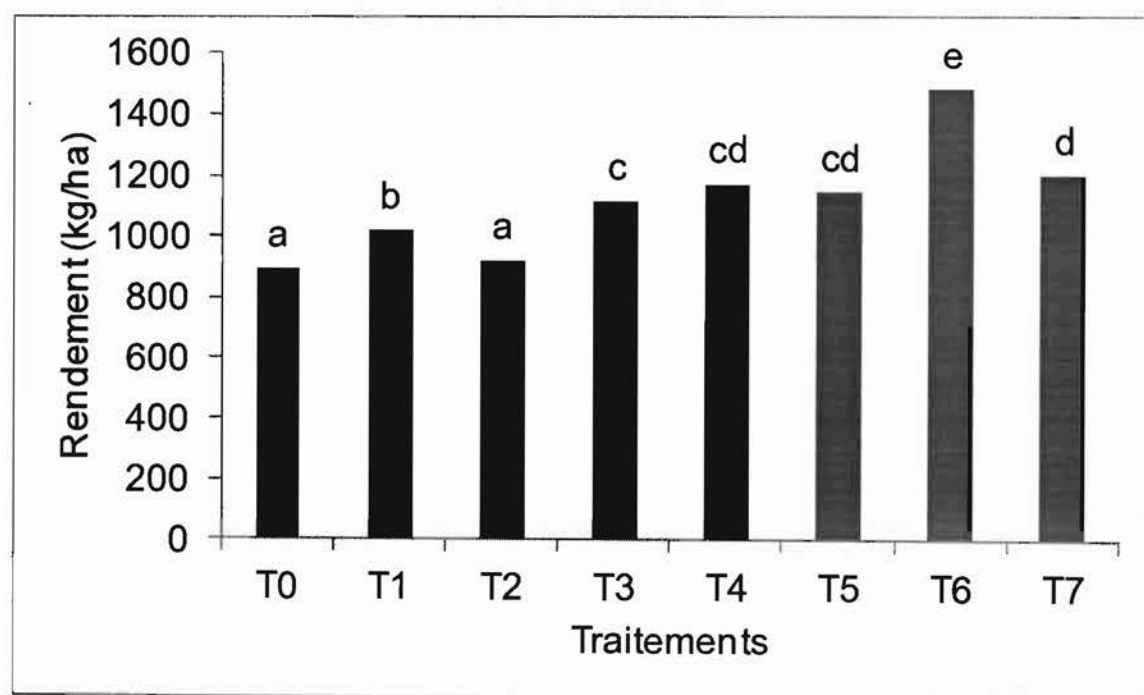


Avt : Quantité de microsclérotés dans le sol avant la mise en place du test ; **T0** : Témoin (ni compost, ni engrais minéral) ; **T1** : Compost (5 t/ha) ; **T2** : Engrais minéral épandu à la volée (100 kg de NPK/ha) ; **T3** : Microdose1 (2 g de NPK/poquet le jour du semis) ; **T4** : Microdose2 (2 g de NPK/poquet 14 jours après le semis) ; **T5** : Compost (5 t/ha) + Engrais minéral épandu à la volée (100 kg de NPK/ha) ; **T6** : Compost (5 t/ha) + Microdose1 (2 g de NPK/poquet le jour du semis) ; **T7** : Compost (5 t/ha) + Microdose2 (2 g de NPK/poquet 14 jours après le semis).

Figure 3 : Niveau d'infestation du sol par les microsclérotés de *M. phaseolina* en fonction des traitements

3-1-4- Effets des traitements sur la production en graines du niébé

L'analyse de variance révèle des différences très hautement significatives entre les traitements (Annexe 8). La figure 4 montre que l'apport localisé des fumures a entraîné des gains additionnels en rendement graines par rapport au témoin sans fumures (T0). Le meilleur rendement (1478,79 kg/ha) a été obtenu avec l'apport localisé du compost et du NPK (14-23-14) à raison de 2 g par poquet le jour du semis (T6). Ce traitement a engendré un gain additionnel de 65,63% par rapport au témoin sans fumures. Il est suivi du traitement avec compost plus 2 g de NPK (14-23-14) par poquet après la levée (T7) avec un rendement de 1199,78 kg/ha soit un gain additionnel de 34,37% par rapport au témoin sans fumures. Le rendement observé avec l'épandage à la volée du NPK (14-23-14) (T2) ne diffère pas statistiquement de celui observé avec le témoin sans fumures.



T0: Témoin (ni compost, ni engrais minéral); T1: Compost (5 t/ha); T2: Engrais minéral épandu à la volée (100 kg de NPK/ha); T3: Microdose1 (2 g de NPK/poquet le jour du semis); T4: Microdose2 (2 g de NPK/poquet 14 jours après le semis); T5: Compost (5 t/ha) + Engrais minéral épandu à la volée (100 kg de NPK/ha); T6: Compost (5 t/ha) + Microdose1 (2 g de NPK/poquet le jour du semis); T7: Compost (5 t/ha) + Microdose2 (2 g de NPK/poquet 14 jours après le semis).

Figure 4 : Rendement en graines de la variété de niébé K VX 396 4-5- 2D en fonction des traitements

3-2- Discussion

La fumure organo-minérale est nécessaire dans le maintien et l'accroissement de la fertilité des sols et des rendements. L'apport localisé de la fumure organique et minérale augmente les rendements en graines du niébé de 34 à 65% par rapport au témoin sans fumures. Ces résultats se rapprochent de ceux obtenus par CORAF (2010) au Burkina Faso, au Sénégal et au Mali qui montrent que le zaï combiné à de microdose de fumure minérale induisent des rendements 2 à 4 fois plus élevés que ceux des pratiques traditionnelles. En effet, l'apport localisé de la fumure organique et minérale permettrait d'améliorer les propriétés physico-chimiques de la zone racinaire du niébé et rend facile l'accès de la plante aux éléments minéraux nécessaires à sa croissance et à son développement. Le rendement en graines du niébé observé avec le compost seul est faible. Les études conduites par Hamidou *et al.* (2003) et Somé *et al.* (2004) ont également abouti à des résultats similaires. Cette situation s'expliquerait par le fait que les éléments minéraux majeurs (Azote, Phosphore et Potassium) contenus dans le compost ne soient pas suffisants pour satisfaire les besoins de la plante. L'action du phosphore sur la productivité en graine est bien plus marquée que sur les organes végétatifs. C'est un élément essentiel pour la floraison, la nouaison, la précocité, le grossissement des fruits et la maturation des graines (FAO, 2005). La nodulation qui permet aux légumineuses de fixer l'azote atmosphérique ne peut commencer que lorsque la plante a développé un enracinement permettant d'accueillir les rhizobia. Pendant cette période, la légumineuse a un besoin en azote qui, s'il n'est pas comblé par le sol ou les engrais, peut limiter son développement et diminuer les rendements (Bado, 2002). Les rendements obtenus sont dans leur ensemble acceptables par rapport au potentiel agronomique de la variété (1500-2000 kg/ha en station de recherche). Ils sont assez proches de ceux observés sur des tests conduits en milieu paysan à Donsin dans le plateau central (976 à 1550 kg/ha) (Ouédraogo, 2005). La bonne pluviosité enregistrée sur la commune de Koupéla (931 mm de cumul total ; supérieure à 400 mm de cumul pendant la période effective de culture) pourrait en partie expliquer ce résultat. En effet, le cumul d'eau enregistré pendant la période effective de culture est dans la marge d'hauteur d'eau exigée par la variété pour satisfaire ses besoins en eau (300 à 1200 mm). À cela s'ajoute la bonne répartition dans le temps de la pluie qui s'est traduite par l'absence de stress hydriques.

La fumure organique seule ou combinée à la fumure minérale joue sur la quantité de microsclérotas dans le sol. Les travaux de Paré (1988) sur l'effet de la fumure sur la densité de population de *M. phaseolina* semblent donner plus de détails sur l'effet de la fumure organique et de la fumure minérale sur *M. phaseolina* dans le sol. Pour Paré (1988), dans un système de rotation sorgho-niébé, l'application de la fumure minérale (100 kg de NPK (14-23-14) par hectare et 50 kg d'urée par hectare), comme seule fumure abaisse la densité d'inoculum de *M. phaseolina*, tandis que l'ajout de 4 tonnes de fumier par hectare à la fumure minérale annule l'effet suppressif de cette dernière sur la densité d'inoculum de *M. phaseolina* dans le sol. Dans notre expérimentation, il n'y a pas eu de différences statistiquement significatives entre les traitements, mais les tendances à faire baisser l'inoculum de *M. phaseolina* dans le sol ont été obtenues par l'apport localisé de 5 t/ha de compost et la combinaison 5 tonnes de compost à l'hectare-2 grammes de NPK (14-23-14) par poquet. Ndiaye (2007) ayant utilisé le compost comme fumure organique pour étudier la dynamique des populations de *M. phaseolina* et la sévérité de la pourriture charbonneuse sur le niébé signale que l'application localisée de 6 tonnes de compost par hectare ou additionnées à 50 kg de NPK 15-15-15 par hectare réduit la sévérité de la pourriture charbonneuse sur le niébé de 52%. Le type et la quantité de la fumure organique pourraient justifier les différentes constatations faites sur notre étude et celle de Paré (1988).

Notre étude montre aussi que la fumure organique combinée à la fumure minérale réduit l'infection des racines du niébé par *M. phaseolina*. Selon les études de Bareja *et al.* (2010), l'apport de compost permet d'augmenter la teneur en eau de 8,9% des parcelles amendées comparativement aux parcelles non amendées. Pour CRIQ (2001), l'ajout de la matière organique au sol augmente et stimule la biomasse microbienne, les populations bénéfiques de bactéries et de champignons entrent en compétition (espace, éléments nutritifs) avec les espèces pathogènes. L'application du compost et de la fumure minérale augmente la teneur en éléments minéraux du sol qui sont nécessaires pour l'équilibre de la plante. Ces facteurs qui sont défavorables à *M. phaseolina* expliqueraient le faible niveau d'infection des racines du niébé se trouvant dans les parcelles ayant reçu à la fois le compost et la fumure minérale.

Si l'application du compost et de la fumure minérale réduit le niveau d'infection des racines, l'analyse sanitaire des graines du niébé après la récolte montre une très forte infection des graines (>90%) quel que soit le traitement. Cela s'expliquerait par l'infection de la semence (12%) et l'infestation du sol par *M. phaseolina*. Adam (1995) a noté la présence de l'inoculum de *M. phaseolina* dans les cotylédons et les embryons des graines de niébé. Les niveaux d'infection de la semence et d'infestation du sol par *M. phaseolina* influenceraient certainement l'effet répresseur des fumures. Selon Maholay (1992) rapporté par Adam (1995), la viabilité de l'inoculum des semences varie de 37 mois (en stockage à 25-30°C) à 93 mois (s'ils sont conservés à 5°C). Sur le plan épidémiologique, la viabilité de l'inoculum des semences est d'une importance capitale. En effet, l'utilisation des semences infectées par les producteurs pourrait entraîner la propagation du champignon et l'augmentation de son inoculum dans les parcelles déjà infestées. Il est donc important d'accorder une place importante à ce phytopathogène dans les normes de la certification des semences et préconiser le traitement de semences.

Conclusion et perspectives

Au Burkina Faso, le niébé est considéré comme une culture vivrière traditionnelle et une culture de rente potentielle. L'importance du niébé dans la recherche de la sécurité alimentaire et la lutte contre la malnutrition nécessite que sa culture soit effectuée selon les bonnes pratiques agricoles en vue de minimiser les pertes dues aux maladies. Les travaux rapportés dans ce mémoire ont consisté à évaluer l'effet d'apport localisé de la fumure organo-minérale sur la pourriture charbonneuse du niébé due à *Macrophomina phaseolina*. Nos résultats montrent que l'apport localisé du compost (5 t/ha soit 102,85 g/poquet) et de la fumure minérale NPK (14-23-14) (2 g/poquet) qui est un système permettant d'économiser les fertilisants accroît le rendement en graines du niébé. Cette même technique réduit l'infection des racines du niébé par *M. phaseolina*. Cependant, son effet n'a pas été perceptible sur l'infestation du sol et l'infection des graines. Il serait intéressant de :

- Tester plusieurs doses de fumures afin de savoir si la dose de fumures apportées n'influencerait pas la quantité de l'inoculum du champignon dans le sol ;
- Etudier l'évolution pendant plusieurs années des microsclérotos de *M. phaseolina* dans des sols amendés.

Références bibliographiques

- Adam T., 1995.** Etude de deux parasites d'origine tellurique sur niébé : *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. et *Striga gesnerioides* (Willd.) Vatke. Thèse de doctorat. Faculté des sciences, Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger. 102 p.
- Ali I., 2005.** Performance agronomique de huit variétés de niébé à double usage, leur qualité fourragère et leur tolérance vis-à-vis des principaux ennemis. Mémoire d'ingénieur des techniques agricoles. Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger. www.memoireonline.com. Consulté le 20/05/2013.
- Anonyme, 2006.** Rapport d'implantation et d'exécution d'un forage positif au secteur n° 5, commune de Koupéla, province du Kouritenga. Département Hydraulique, OCADES-Koupéla, Burkina Faso. 33 p.
- Baco M. N., Ahanchédé A., Bello S., Dansi A., Vodouhè R., Biaou G., Lescure J-P., 2008.** Evaluation des pratiques de gestion de la diversité du niébé (*Vigna unguiculata*): une tentative méthodologique expérimentée au Bénin. *Cahiers Agricultures* vol. 17, n° 2. pp 183-188.
- Bado V. B., 2002.** Rôle des légumineuses sur la fertilité des sols ferrugineux tropicaux des zones guinéenne et soudanienne du Burkina Faso. Thèse de doctorat. Département des sols et de génie agroalimentaire, Faculté des Sciences de l'Agriculture et de l'Alimentation, Université Laval, Québec, Canada. 184 p.
- Bareja M., Kumar P., Lodha S., 2010.** Effect of composts on microbial dynamics and activity, dry root rot severity and seed yield of cowpea in the Indian arid region. *Phytopathol. Mediterr.*, 49. pp 381-392.
- Bassolé D., 2007.** Etude sur la qualité des engrais vendus en détails dans 14 localités d'implantation des boutiques d'intrants et de location de matériels au Burkina. IFDC. 39 p.
- Bijmakers H. W. L., Verhoek B. A., 1995.** Guide de défense des cultures au Tchad. Cultures vivrières et maraîchères. Projet FAO/PNUD CHD/88/001.

- "Renforcement de la Direction de la Protection des Végétaux et du Conditionnement", FAO. 413 p.
- Caburet A., Lethève H. C., 2002.** Les légumineuses à graines. *In* : Mémento de l'agronome. Editions CIRAD, GRET, Ministère des Affaires Etrangères, France. pp 513-527.
- Cissé N., Hall E. A., 2002.** Traditional Cowpea in Senegal, a Case Study. http://www.fao.org/AG/Agp/agpc/doc/publicat/cowpea_cisse/cowpea_cisse_e.htm. Consulté le 20/05/2013.
- Cissé N., Thiaw S., Ndiaye M., Hall E. A., 1996.** Guide de production de niébé. Fiches techniques, Institut Sénégalais de Recherches Agricoles, ISSN 0850-9980, Vol. 4, N° 1. 12 p.
- CORAF, 2010.** Coraf-action, lettre d'information pour la recherche et le développement agricoles en Afrique de l'Ouest et du Centre, N° 54. 28 p.
- CountrySTAT, 2010.** Analyse de la production agricole au Burkina Faso à partir de la base de données CountrySTAT Burkina (1984 à 2009). Bulletin mensuel d'information, N° 3. 3 p.
- CRIQ, 2001.** Recherche sur les avantages à utiliser le compost. Rapport final. Dossier CRIQ 640-PE27158(R1). 35 p.
- Darcy P., 2003.** *Macrophomina phaseolina*. www.cals.ncsu.edu/plantpath. Consulté le 20/05/2013.
- Diaw C. S., 1999.** Evaluation de la résistance variétale du niébé (*Vigna unguiculata* L. Walp.) à (*Callosobruchus maculatus* F.). Mémoire d'ingénieur agronome, Spécialité production végétale. Ecole Nationale Supérieure d'Agriculture, Sénégal. 60 p.
- Dugje Y. I., Omoigui O. L., Ekelem F., Kamara Y. A., Ajeigbe H., 2009.** Production du niébé en Afrique de l'Ouest : guide du paysan. Institut international d'agriculture tropicale (IITA), Ibadan, Nigeria. 20 p.
- FAO, 2005.** Notions de nutrition des plantes et de fertilisation des sols. Manuel de formation, Projet Intrants/FAO. 25 p.

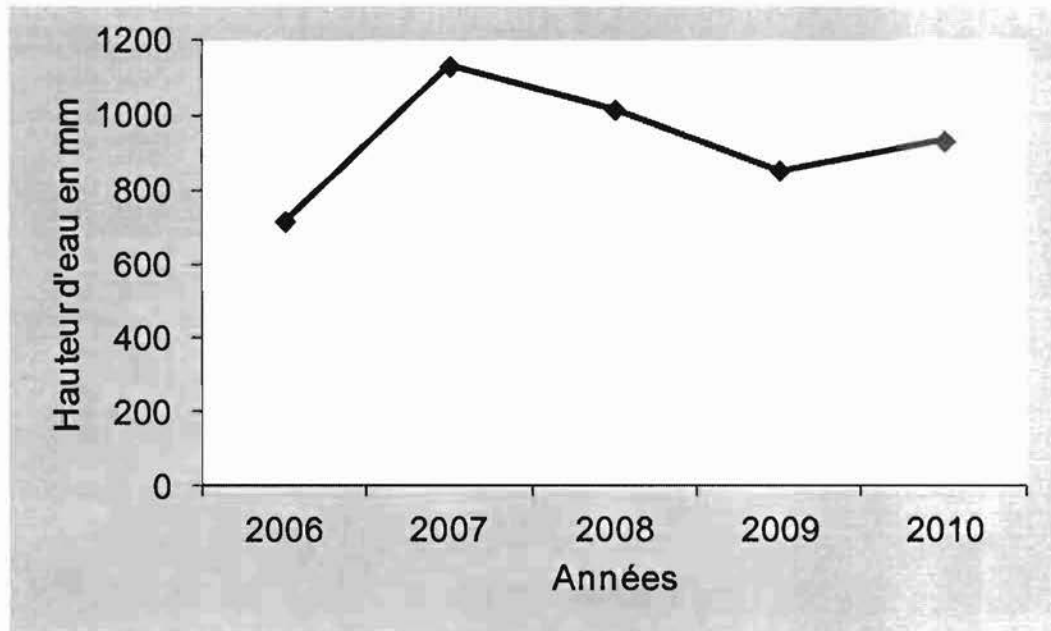
- Fuchs J. G., 2009.** Fertilité et pathogènes telluriques : effets du compost. Institut de recherche de l'agriculture biologique (FiBL), Ackerstrasse, CH-5070 Frick (Suisse). Journées Techniques Fruits et Légumes Biologiques. 6 p.
- Hamidou Z., Sani D., Amadou A., Bagnou M., 2003.** Gestion intégrée de la fertilité des sols dans un système de culture mil-niébé. *In* rapport d'activités 2001-2002 : Projet Régional AIEA, CT RAF/05/48 « Lutte contre la Désertification dans le Sahel ». INRAN, IRI/UAM, Niger. pp 22-27.
- Lush W. M., Evans L. T., 1981.** Domestication and improvement of cowpea. *Euphytica* 30. pp 579-587.
- Madamba R., Grubben G.J.H., Asante I.K., Akromah R., 2006.** *Vigna unguiculata* (L.) Walp. In: Brink, M. & Belay, G. (Editeurs) PROTA 1: Cereals and pulses/Céréales et légumes secs. [CD-Rom]. PROTA, Wageningen, Pays Bas.
- MAHRH, 2008.** Document guide de la révolution verte. Burkina Faso. 97 p.
- MAHRH, 2010.** Résultats définitifs de la campagne agricole et de la situation alimentaire et nutritionnelle 2009/2010. 58 p.
- Maréchal R., Mascherpa J. M., Stainier F., 1978.** Etude taxonomique d'un groupe d'espèces des genres *Phaseolus* et *Vigna* (*Papilionaceae*) sur la base de données morphologique et pollinique traitées pour l'analyse informatique. *Boissier* 28. pp 1-273.
- Mathur S.B., Kongsdal O., 2003.** Common Laboratory Seed Health Testing Methods for detecting fungi. First edition, Kandrup Bogtrykkeri edition. 436p.
- Ndiaye M., 2007.** Ecology and Management of Charcoal Rot (*Macrophomina phaseolina*) on Cowpea in the Sahel. PhD Thesis Wageningen University, the Netherlands. 114 p.
- Ngelekan K. A., 2006.** Profil du sous-secteur des légumineuses à graines en République Démocratique du Congo. FAO, Projet GCP/DRC/031/BEL. « Appui à la définition des politiques de développement agricole en République Démocratique du Congo ». 53 p.

- Ouattara S., 2007.** Evaluation des besoins en information agricole dans les Etats du Groupe Afrique-Caraïbes-Pacifiques (ACP). Rapport d'Etude sur le Burkina Faso. CTA, Projet N° : 4-7-41-254-7/ C. 267p.
- Ouédraogo S., 2003.** Impact économique des variétés améliorées du niébé sur les revenus des exploitations agricoles du plateau central du Burkina Faso. *In : TROPICULTURA*, 21, 4. pp 204-210.
- Ouédraogo S., 2005.** Intensification de l'agriculture dans le plateau central du Burkina Faso : une analyse des possibilités à partir des nouvelles technologies. Thèse de doctorat, Rijksuniversiteit Groningen, Pays-Bas. 317 P.
- Ouédraogo S., Ky E., Diallo D., 1997.** Impact de la dévaluation du franc CFA sur la filière niébé. Rapport d'étude commandé par le Ministère des Enseignements Secondaire Supérieur et de la Recherche Scientifique, Burkina Faso. 40p.
- Paré D., 1988.** Etude de la variabilité de *Macrophomina phaseolina* (TASSI) GOID. au Burkina Faso. Thèse de Doctorat, mention Sciences Biologiques, Université de Rennes I, France. 143 p.
- Pasquet R. S., Baudoin J-P., 1997.** Le niébé, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. *In: L'amélioration des plantes tropicales.* Ed. Charrier A., Jacquot M., Hammon S., Nicolas D., Montpellier (France), CIRAD-ORSTOM. pp 483-505.
- Quin F. M., 1997.** Introduction. *In: Advances in Cowpea Research-* Singh, B. B., Mohan Raj, Dashiell, K. E. et Jackai, L. E. N. (eds)- 375p.
- Rémi C., 1997.** Identifier les champignons transmis par les semences. Techniques et pratiques. INRA Edditions. 398 p.
- Somé D., Zombré N. P., Zombré G., Macauley R. H., 2004.** Impact de la technique du zaï sur la production du niébé et sur l'évolution des caractéristiques chimiques des sols très dégradés (*zipellés*) du Burkina Faso. *In Sécheresse* N° 3, Vol. 15. pp 263-269.
- Soule G., Gansari S., 2010.** La dynamique des échanges régionaux des céréales en Afrique de l'Ouest. Rapport, Michigan State University, Syngenta. 111 p.

- Sy O., 2001.** Synthèse des travaux sur la gestion intégrée des légumineuses et autres cultures industrielles. Rapport de stage de technicien supérieur. Centre National de la Recherche Agronomique, Institut Sénégalais de Recherches Agricoles, Sénégal. 33 p.
- Tiendrébéogo A., 2011.** Mécanismes de suivi périodique des prix des produits alimentaires de grande consommation. Rapport, RVCC, CB. 122 p.
- Umer I., 2010.** Biology and management of charcoal rot of mungbean (*Vigna radiate* L.) Wilczek and mashbean (*Vigna Mungo* L.) Hepper. A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy in Plant Pathology. Department of Plant Pathology, Faculty of Crop and Food Sciences Pir Mehr Ali Shah, Arid Agriculture University Rawalpindy, Pakistan. 124 p.
- Verdcourt B., 1970.** Studies in the *Leguminosae-Papilionoideae* for the "Flora of Tropical East Africa" vols III and IV. Kew Bull. 24. pp 379-447 and 507-569.
- Zongo M. A., 2005.** Acteurs semenciers et variétés cultivées au Burkina Faso. In : Bulletin du réseau sur les semences en Afrique occidentale (WASNET). N°. 14. pp 11-15.
- Zoundi S. J., Lalba A., Tiendrébéogo J-P., Bambara D., 2007.** Systèmes de cultures améliorés à base de niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) pour une meilleure gestion de la sécurité alimentaire et des ressources naturelles en zone semi-aride du Burkina Faso. *TROPICULTURA*, 25, 2. pp 87-96.

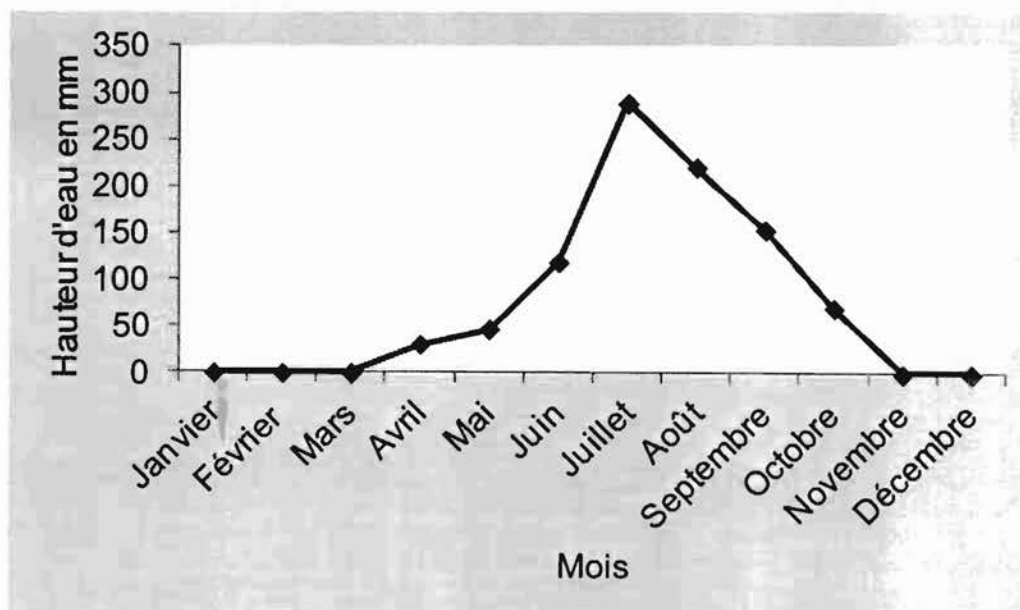
Annexes

Annexe 1: Répartition annuelle moyenne des pluies de la commune de Koupéla de 2006 à 2010

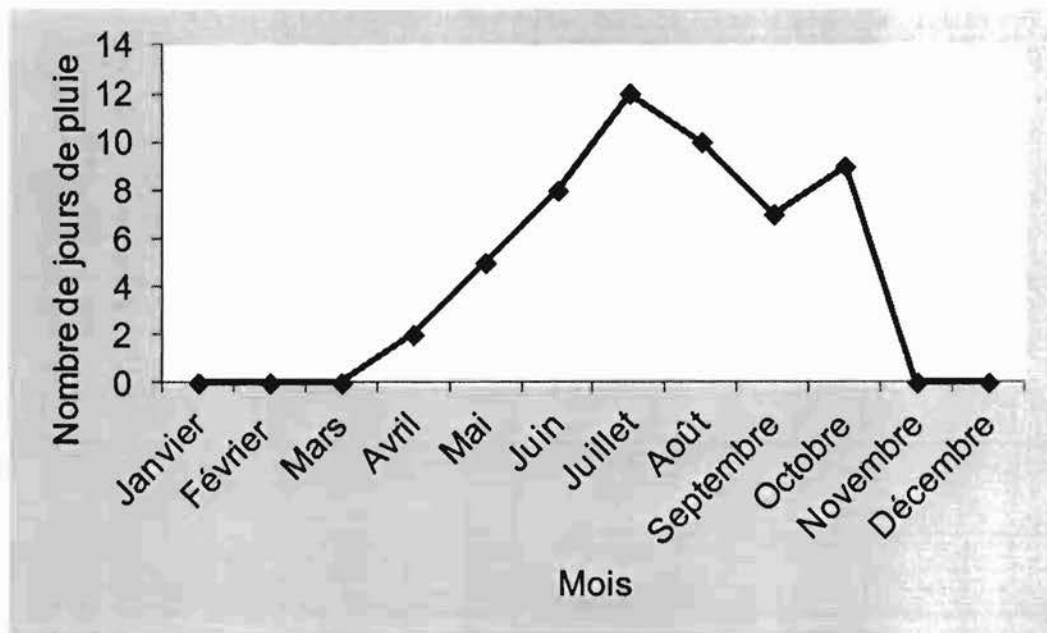


Source : Direction Provinciale de l'agriculture du Kourittenga

Annexe 2: Hauteur d'eau de pluies dans la commune de Koupéla au cours de la campagne agricole 2010



Annexe 3: Nombre de jours de pluies par mois dans la commune de Koupéla au cours de la campagne agricole 2010



Source : Direction Provinciale de l'agriculture du Kourittenga

Annexe 5: Analyse de variance de l'infection des graines du niébé par *M. phaseolina*

Source de variation	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	Test de F	Signification
Traitement	69,375	7	9,911	3,630	0,001 (HS)

HS: Hautement Significative

Annexe 6: Analyse de variance de l'infection des racines du niébé par *M. phaseolina*

Source de variation	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	Test de F	Signification
Traitement	6448,750	7	921,250	2,941	0,009 (HS)

HS: Hautement Significative

Annexe 7: Analyse de variance de l'infestation du sol par les microsclérotés de *M. phaseolina*

Source de variation	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	Test de F	Signification
Traitement	79749,000	8	9968,625	1,755	0,131 (NS)

NS: Non Significatif

Annexe 8: Analyse de variance du rendement en graines du niébé

Source de variation	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	Test de F	Signification
Traitement	955401,635	7	136485,948	82,292	0,000 (THS)

THS: Très Hautement Significative