

#### IV. DISCUSSION

La pourriture charbonneuse causée par *Macrophomina phaseolina* affecte le niébé à tous les stades de son développement. L'essai mené au champ pour le criblage de certaines lignées de niébé par rapport à la pourriture charbonneuse a révélé une variation entre les lignées des différents paramètres observés au cours du temps. En effet, un fort taux de levée de 70% est en moyenne noté sur les lignées criblées. Ces résultats peuvent être expliqués par une faible incidence du pathogène à ce stade permettant aux plants de se soustraire de la fonte de semis. Cette observation est en accord avec les travaux de Somda & Membres (2013), qui stipulent que *Macrophomina phaseolina* peut provoquer la fonte de semis avec une pourriture charbonneuse qui commence généralement sur les cotylédons avant d'envahir l'hypocotyle qui s'affaisse. De plus, au semis de l'essai, une pluviométrie de 250 mm favorable au développement des cultures et une forte humidité relative sont enregistrées au CNRA de Bambey. Ces conditions ne sont pas en faveur de l'établissement du champignon qui préfère les climats chauds et secs (Beas-Fernández *et al.*, 2006; Reyes-Franco *et al.*, 2006). Les observations menées également sur cet essai ont révélé une augmentation de l'incidence et de la sévérité de la maladie au cours de la fructification et de la maturité de la plante. En effet, les conditions climatiques et le stade de développement jouent un rôle crucial dans l'établissement et l'expression du champignon *Macrophomina phaseolina*. Seulement une incidence moyenne de 4,77% est enregistrée au stade de la ramification, sans différence significative entre les lignées. Ce faible pourcentage de l'incidence s'explique par les conditions climatiques défavorables à la croissance du champignon. L'analyse des paramètres climatiques du milieu a révélé une forte pluviométrie de 230 mm et de basses températures à ce stade. Cependant, à la floraison, une hausse considérable de l'incidence de la pourriture charbonneuse a été observée (88,9 %). L'augmentation du pourcentage d'infection du pathogène à la floraison est exclusivement attribuée au stade de développement des lignées. Beaucoup d'études ont démontré l'importance de cette phase (floraison) dans l'expression des symptômes de la maladie. Ainsi, selon Wyllie and Scott (1988), Short *et al.*, (1978), Mayek-Pérez *et al.*, (2002) et Sarr (2015), c'est à ce stade, que les hyphes fongiques de manière intracellulaire colonisent le tissu vasculaire à travers le xylème et forment des microsclérotés qui bloquent les tissus et détruisent les cellules hôtes. A la maturité, seules quelques 10 lignées sur 153 présentent une incidence inférieure à 100%. A ce niveau, les conditions du milieu sont très propices à l'infection et au développement du champignon.

La sévérité de la pourriture charbonneuse est également devenue très importante au stade de la maturité (67,86%) mais avec une différence très significative notée entre les lignées. L'agressivité du champignon à la maturité peut être expliquée par le stade de développement de la plante, les conditions climatiques du milieu mais aussi et surtout par la réaction des différentes lignées par rapport à la pourriture charbonneuse. En effet, au stade de reproduction et proche de la maturité, le niveau d'infestation par *M. phaseolina* dans les racines et les tiges est élevé. Les plants infectés montrent alors une perte de vigueur, les feuilles chlorotiques et nécrotiques restent fixées sur la tige. Les symptômes de la maladie s'accroissent davantage et une décoloration grise ou argentée peut être observée sur les cellules épidermiques et sous-épidermiques des racines et des tiges (Ammon *et al.*, 1974).

Outre le stade de développement de la plante, les paramètres climatiques jouent un rôle essentiel dans l'expression du pathogène. La comparaison des paramètres climatiques du milieu avec la sévérité de la maladie a montré que cette forte expression du pathogène à la maturité est accompagnée par une pluviométrie très faible (vers la fin de la saison pluviale) des températures élevées oscillant entre 30 à 35°C et une humidité relative généralement faible. Ces conditions sont en effet très favorables à l'agressivité du champignon *M. phaseolina*. Les travaux de Paré (1988) et Ndiaye (2007) expliquent que 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, ils citent les conditions qui réduisent la vigueur de la plante telles que le faible niveau de fertilité du sol, les températures élevées, la faible humidité du sol. Selon ces mêmes auteurs, parmi les facteurs biotiques qui prédisposent les plantes à l'attaque de *M. phaseolina* figure le stade de développement de la plante qui est un facteur intrinsèque influençant l'établissement et l'agressivité du pathogène. La différence significative notée sur la sévérité entre les lignées à la maturité est liée à leur caractère de tolérance ou non à la pourriture charbonneuse.

L'évaluation *in vitro* des extraits (poudre et solution) d'*Azadirachta indica* sur le champignon *M. phaseolina* a montré, une forte réduction de la croissance mycélienne. Ces résultats corroborent avec ceux de Dubey *et al.*, (2009) qui ont révélé que la culture *in vitro* d'extraits de feuilles d'*A. indica* a eu un effet inhibiteur sur la croissance du champignon *M. phaseolina*. En effet, l'azadirachtine (principe actif) contenue dans les feuilles de neem présente des propriétés antifongiques efficaces contre le champignon.

Cependant, cette efficacité est plus importante avec les extraits aqueux qu'avec la poudre de neem. Un pourcentage d'inhibition moyen de 65,03% obtenue avec la solution de neem à

15 % alors qu'avec la poudre de neem à 15%, le pourcentage moyen est de 57,42. La solution de neem semble donc plus efficace sur le champignon que la poudre ajoutée directement au milieu de culture.

Les extraits de feuilles de *Lawsonia inermis* ont aussi montré une bonne efficacité sur la plupart des isolats du champignon. Une inhibition maximale de 85,7% est notée sur la croissance mycélienne sur une moyenne de 69% à la concentration de 10%. *Lawsonia inermis* aurait donc également une activité antifongique inhibitrice sur la croissance *in vitro* du champignon *M. phaseolina*. Au cours des dernières décennies, une large gamme d'activités biologiques a été attribuée au henné, y compris les propriétés antifongiques (Abdellaoui *et al.*). Selon Ghédira & Goetz, (2017), le henné contient majoritairement du lawsone, des terpénoïdes et des flavonoïdes très connus pour leurs effets antimicrobiens et antifongiques. Et les activités antifongiques des feuilles de henné sont dues aux effets des naphthaquinones et à la fixation des fonctions libres des acides aminés en particulier les ions thiol (-SH) expliquant que certains quinones soient inhibitrices des enzymes du champignon.

La comparaison faite entre l'activité antifongique des deux extraits végétaux a révélé que le henné (*L. inermis*) est plus efficace sur la croissance *in vitro* du champignon (69%) que le neem (48,9%). Ces derniers résultats ne s'accordent pas avec ceux de Meena *et al.*, (2014) qui affirme que pour des extraits aqueux évalués *in vitro* pour leur effet inhibiteur sur la croissance mycélienne de *M. phaseolina*, l'extrait d'*A. indica* a produit une inhibition maximale (63,57%) de la croissance de l'agent pathogène suivi d'extraits de feuille de *L. inermis* (60,17%) à la concentration de 10%.

Pour tous les deux extraits, il est aussi noté que l'efficacité sur le champignon varie en fonction des isolats. Ainsi, une inhibition maximale de 84,78% est obtenue avec l'isolat 75 testé avec de la poudre de neem à 15%. Ceci pourrait être lié aux caractéristiques morphologique et biologique propres à chaque isolat du champignon.

## CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Les travaux menés dans le cadre de l'évaluation de plusieurs lignées de niébé ont permis de voir, le comportement de ces lignées par rapport à la pourriture charbonneuse due au champignon *Macrophomina phaseolina*. En effet, sur 153 lignées criblées par rapport à la maladie, seules 27 lignées ont pu résister à l'attaque du champignon *Macrophomina phaseolina*. Le choix de variétés résistantes devient ainsi peu prometteur. L'utilisation de moyens de lutte efficaces contre le pathogène semble alors être une alternative pour l'amélioration des rendements du niébé. Ainsi, l'évaluation des extraits d'*Azadirachta indica* et de *Lawsonia inermis* sur le pathogène *M. phaseolina* a révélé une forte inhibition de la croissance mycélienne du pathogène en culture *in vitro*. Cette réduction varie cependant, en fonction des isolats testés mais aussi selon la nature et la concentration de l'extrait. L'extrait de *Lawsonia inermis* aurait un effet antifongique plus élevé que les extraits d'*Azadirachta indica* sur la croissance *in vitro* du champignon *Macrophomina phaseolina*.

A l'issu de ce travail, les perspectives suivantes peuvent être dégagées :

- faire le suivi des lignées ciblées comme tolérantes à la pourriture charbonneuse ;
- tester l'activité antifongique des extraits d'*Azadirachta indica* et de *Lawsonia inermis* en serre puis au champ ;
- analyser la composition chimique des extraits végétaux pour identifier les molécules à activité antifongique.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Adam T. (1986) – Contribution à la connaissance des maladies de niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) au Niger avec mention spéciale au *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. Thèse de doctorat ingénieur. Université de Rennes I-ENSAR, 131p.
- Adam T. (1995) – Etude de deux parasites d'origine tellurique sur niébé : *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid et *Striga gesnerioides* (Willd). Thèse de docteur des sciences naturelles. Université Abdou Moumouni de Niamey faculté des sciences. 102p.
- Abdellaoui M., Kasrati A., El Rhaffari L. Effet de la Fertilisation Minérale et Organique sur la Biomasse et la Teneur en Lawsone du Henné (*Lawsonia Inermis*) dans la Réserve de Biosphère des Oasis du Maroc.
- Adjei-Nsiah S., Kuyper T., Leeuwis C., Abekoe M., Cobbina J., Sakyi-Dawson O. (2006) – Productivity, yield and N<sub>2</sub>-fixation in cowpea varieties and their subsequent residual N effects on a succeeding maize crop: farmers' agronomy and social indicators. *Cropping systems, land tenure and social diversity in Wenchi, Ghana implications for soil fertility management*, 75–101.
- Aiboud K. (2012) – Etude de l'efficacité de quelques huiles essentielles à l'égard de la bruche de niébé *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) et impacts des traitements sur la germination des graines de *Vigna unguiculata* (L.) Walp.
- Alabouvette C., Lemanceau P., Steinberg C. (1993) – Lutte microbiologique contre les maladies d'origine tellurique. *Phytoma*, **36**–36.
- Ammon, V., Wyllie, T. D., et Brown, M. F. (1974) – Ultra structural investigation of pathological alterations induced by *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid in seedlings of soybean, *Glycine max* (L) Merrill. *Physiological Plant Pathology* 4, 1-10.
- Appert J., Deuse J. (1982) – Les ravageurs des cultures vivrières et maraîchères sous les tropiques.
- Bado B.V. (2002) – Rôle des légumineuses sur la fertilité des sols ferrugineux tropicaux des zones guinéenne et soudanienne du Burkina Faso.
- Ba N.M., Margam V.M., Binso-Dabire C.L., Sanon A., McNeil J.N., Murdock L.L., Pittendrigh B.R. (2009) – Seasonal and regional distribution of the cowpea pod borer *Maruca vitrata* (Lepidoptera: Crambidae) in Burkina Faso. *International Journal of Tropical Insect Science*, **29**, 109–113.
- Bélangier A., Musabyimana T. (2005) – Le Neem contre les insectes et les maladies. *Journées Horticoles au Canada en*.

- Bensegueni-Tounsi L. Etude in vitro de l'effet antibactérien et antifongique de.
- Bressano M., Giachero M.L., Luna C.M., Ducasse D.A. (2010) – An in vitro method for examining infection of soybean roots by *Macrophomina phaseolina*. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, **74**, 201–204.
- Coulibaly K., Sangare M., Bacye B. Effets de la fumure organique et de la demi-dose d'engrais sur les performances agronomiques et économiques de l'association maïs (*Zea mays*)-mucuna (*Mucuna deeringiana*) en situation réelle de culture dans la zone ouest du Burkina Faso: cas des villages de Koumbila et de Gombêlédougou.
- Crous, P. W., Slippers, B., Wingfield, M. J., Rheeder, J., Marasas, W. F. O., Philips, A. J. L., Alves, A., Burgess, T., Barber, P. et Groenewald, J. Z. (2006) – Phylogenetic lineages in the Botryosphaeriaceae. *Studies in Mycology* **55**, 235–253.
- Diaw S. (1999) – Evaluation de la résistance variétale du niébé (*Vigna unguiculata* L. Walp.) à *Callosobruchus maculatus* (F.). *Mémoire d'Ingénieur Agronome: Productions Végétales. ENSA (Thiès/Sénégal)*.
- Dubey R.C., Kumar H., Pandey R.R. (2009) – Fungitoxic effect of neem extracts on growth and sclerotial survival of *Macrophomina phaseolina* in vitro. *J. Am. Sci*, **5**, 17–24.
- Eparvier A. (2003) – Compétition entre *Fusarium* pathogènes et *Fusarium* non pathogènes pour la colonisation des tissus racinaires: mise au point et utilisation de techniques sérologique et génétique de marquage. Thèse doctorat. Lyon, France.
- FAOSTAT. (2015) – disponible sur <<http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>>
- Faso B., De l'innovation S.E., de cycle M.D.F., rural D.D.D.D. (2016) – Etude de l'efficacité et de la sélectivité de Imazétabapyr 240g/l contre les adventices du niébé (*Vigna unguiculata* (L.)) et ses effets sur les propriétés chimiques du sol.
- Gbaguidi A., Assogba P., Dansi M., Yedomonhan H., Dansi A. (2015) – Caractérisation agromorphologique des variétés de niébé cultivées au Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **9**, 1050–1066.
- Gbeho B.R., Chougourou D. (2015) – Problématique de stockage et de conservation du niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) dans le Département du Couffo. EPAC/UAC.
- Ghédira K., Goetz P. (2017) – Le henné *Lawsonia inermis* L. (Lythraceae). *Phytothérapie*, **15**, 85.
- Ghosh, T., Mukherji, N. et Basak, M. (1964) – On the occurrence of a new species of *Orbilaria* Fr. *Jute Bull.* **27**:134-141.
- Gomgnimbou A.P., Coulibaly K., Sanou W., Sanon A., Nacro H.B., Sedogo M. (2017) – Évaluation des composantes de rendements et de la teneur en éléments chimiques de la

- biomasse du niébé (*Vigna unguiculata* L. Walp) en conditions d'expérimentation paysanne dans l'Ouest du Burkina. *Afrique science*, **13**, 61–69.
- Hamidou F., Harou A., Achirou B., Halilou O., Bakasso Y. (2018) – Fixation de l'azote chez l'arachide et le niébé en conditions de sécheresse pour l'amélioration de la productivité au Sahel. *Tropicultura*, **36**.
- Haro H., Sanon K., Diop I., Kane A., Dianda M., Houngnandan P., Neyra M., Traore A. (2013) – Réponse à l'inoculation mycorhizienne de quatre variétés de niébé [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] cultivées au Burkina Faso et au Sénégal. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **6**.
- Holliday, P., Punithalingam, E., et UK, C.A.B.I. (1970) – *Macrophomina phaseolina*. CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria N° 275. (Wallingford UK, CAB International).
- Ishikawa H., Drabo I., Muranaka S., Boukar O. (2013) – Guide pratique sur la culture du niébé pour le Burkina Faso.
- Issoufou O.H., Boubacar S., Adam T., Boubacar Y. (2017) – Identification des insectes, parasites et évaluation économique de leurs pertes en graines sur les variétés améliorées et locale de niébé en milieu paysan à Karma (Niger). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **11**, 694.
- Kabore B. (2004) – Les contributions en azote des légumineuses, des amendements organo-minéraux dans les systèmes de culture: impact sur les rendements des céréales et sur la fertilité des sols à long terme. Mémoire IDR Agronomie Université Polytechnique de Bobo Dioulasso, Burkina Faso, 77 p.
- Kabore K, H. (2013) – Effet de microdosage de la fumure organo-minérale sur la dynamique et *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid., agent causal de la pourriture charbonneuse du niébé. Diplôme d'Etudes Approfondies (DEA), Institut du Développement Rural. 47p.
- Kadri A., Zakari Moussa O., Sido Yacouba A., Hame Abdou K., Karimoune L. (2014) – Gestion intégrée de *Maruca vitrata* (Fabricius, 1787) et *Megalurothrips sjostedti* (Trybom, 1908), deux insectes ravageurs majeurs du niébé au Niger. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **7**, 2549.
- Karine P. (2002) – Lutte biologique par *Pythium oligandrum* en cultures hors-sol : dynamique des populations, antagonisme et rôle d'une. Mémoire IPV Septembre 2008 Monteiro João Francisco 42 protéine dans l'induction de résistance chez la tomate. Thèse de Doctorat. Université de Brest, Brest, France.

- Kohler F., Pellegrin F. (1992) – Pathologie des végétaux cultivés: Nouvelle-Calédonie, Polynésie Française, Wallis et Futuna.
- Langyintuo A. S., Lowenberg-DeBoer J., Faye M., Lambert D., Ibro G., Moussa B., Kergna A., Kushwaha S., Musa S., et Ntoukam G. (2003) – Cowpea supply and demand in West Africa. *Field Crops Res* **82**:215–231.
- Lawane G., Sougnabe.S.P., Lendzeno V., Gnokreo F., Djimasbeye N., et Ndoutamia. (2009) – Efficacité de l'association des céréales et du niébé pour la production de grains, et la lutte contre *Striga hermonthica* (Del).Savane africaine en développement, innover pour durer; Garoua Cameroon Cirad ; 8p
- Lemordant D., Forestier J.-P. (1983) – Usages médicaux traditionnels et propriétés pharmacologiques de *Lawsonia inermis* L., Lythracées. *Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée*, **30**, 69–89.
- Madamba, R., Grubben, G.J.H., Asante, I.K. & Akromah, R. (2006) – *Vigna unguiculata* (L) Walp, in PROTA 1: céréales et légumes secs, Brink, M. & Belay, G. PROTA, Wageningen, Pays Bas, 328 p
- Malam Abdou M., Issa S., Dan Gomma A., Sow A., Sawadogo G.J. (2017) – Estimation des rendements et de la rentabilité économique de production de trois cultures : le sorgho, le niébé et la dolique à Djirataoua (Maradi – République du Niger). *Journal of Applied Biosciences*, **117**, 11642.
- Mayek-PÉrez N., GarcÍa-Espinosa R., LÓpez-CastaÑeda Cá., Acosta-Gallegos J.A., Simpson J. (2002) – Water relations, histopathology and growth of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) during pathogenesis of *Macrophomina phaseolina* under drought stress. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, **60**, 185–195.
- Monteiro J.F. (2008) – Contrôle biologique de la pourriture cendrée (*Macrophomina phaseolina*) du niébé par l'enrobage des semences avec *Clonostachys rosea* : Impact des conditions de conservation des semences traitées sur la performance du bio-agent. B.S. thesis Thesis. Centre Regional Agrhyment-Departement Formation et Recherche.
- Ndiaye M. (1986) – Bilan de trente ans de recherches sur le niébé au Sénégal. Centre de Recherche Agronomique.
- Ndiaye, M. (2005) – Variabilité physiologique et pathogénique des isolats de *Macrophomina phaseolina* originaire de trois systèmes de culture du Sahel. Centre Régional AGRHYMET. Niamey (Niger) : 88-97. Dans : Rapport Scientifique du Centre Régional AGRHYMET (CRA).
- Ndiaye, M. (2007) – Ecology and management of charcoal rot (*Macrophomina phaseolina*)

- on cowpea in the Sahel. Thèse PhD à l'université de Wageningen (Pays Bas).
- Ndiaye, M., Termorshuizen, A. J. and van Bruggen A. H. C. (2008) – Effect of rotation of cowpea (*Vigna unguiculata*) with *Digitaria exilis* and *Pennisetum glaucum* on *Macrophomina phaseolina* densities and cowpea yield. *African Journal of Agricultural Research*. **3**: 37 - 43
- Ndjouenkeu R., Nzossie E.J.F., Kouebou C., Njomaha C., Grembombo A.I., Oudanan K.M. (2010) – Le maïs et le niébé dans la sécurité alimentaire urbaine des savanes d'Afrique centrale. In: *ISDA 2010*, p. 17–p. Cirad-Inra-SupAgro.
- Neya J.B. Sérologie, Pathogénie, Epidémiologie Et Contrôle De.
- Ngoy G.Y., Kandanda A., Tshibanda J.-G., Mwamba T., Kabamba C.L., Yalombe Y.Y. (2018) – Effets du nombre de plants par poquet avec équité de la densité de plantation sur le rendement du niébé à Mbujimayi en RDC. *Journal of Animal & Plant Sciences*, **36**, 5825–5832.
- Omouvude, S. et Udensi, E.U. (2013) – Evaluation of pre-emergence herbicides for weed control in Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) in a Forest Savanna Transition Zone. In *American Journal of Experimental Agriculture* 3(4): 767-779, SCIENCEDOMAIN international.
- Paco Sérémé (1985) – Contribution à la lutte contre “*Colletotrichum Capsici* (Syd) Butler & Bisby sur niébé,” *Vigna Unguiculata* (L.) Walp., par l'amélioration des connaissances sur les relations hôte-parasite.
- Pandey, R.K (1987) – A farmer's primer on growing cowpea on riceland. IRRI/ IITA. 218 pp.
- Paré, D. (1990) – Technique de quantification de l'inoculum et distribution géographique de *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. au Burkina Faso. Deuxième Séminaire sur la Lutte Intégrée contre les Ennemis des Cultures Vivrières dans le Sahel, 4–9 Janvier 1990. Bamako - Mali. CILSS, INSA, UCTR/PV. 12p.
- Pasquet R.S., Baudoin J.-P. (1997) – Le niébé. L'amélioration des plantes tropicales, **483**–505.
- Pohe J., Agneroh T. (2013) – L'huile des graines de neem, un fongicide alternatif à l'oxyde de cuivre dans la lutte contre la pourriture brune des cabosses de cacaoyer en Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*, **62**, 4644.
- Quin F. M. (1997) – Introduction. In: *Advances in Cowpea Research*- Singh, B. B., Mohan Raj, Oashiell, K. E. et Jackai, L. E. N. (eds) – 375p.
- Ratnadass A., Cissé B., Diarra D. (1990) – Rapport annuel campagne 1989 ICRISAT/WASIP-MALI/IRAT.

- Rémi C. (1997) – Identifier les champignons transmis par les semences. Techniques et pratiques. INRA Edditions. 398 p.
- Reyes-Franco M., Hernández-Delgado S., Beas-Fernández R., Medina-Fernández M., Simpson J., Mayek-Pérez N. (2006) – Pathogenic and genetic variability within *Macrophomina phaseolina* from Mexico and other countries. *Journal of Phytopathology*, **154**, 447–453.
- Sarr M.P. (2015) – Diversité génétique et dynamique temporelle de *Macrophomina phaseolina* responsable de la pourriture cendrée du niébé *Vigna unguiculata* (L.) Walp. 136, 61.
- Sawadogo A. (2009) – Evaluation de la production du niébé (*Vigna unguiculata* (L.) walpers) en condition de stress hydrique : Contribution au phénotypage et à la sélection du niébé pour la résistance à la sécheresse. *BSc, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Nasso. P*, **90**.
- Serghat S., Mouria A., Touhami A.O., Badoc A., Douira A. (2004) – Effet de quelques fongicides sur le développement *in vitro* de *pyricularia grisea* et *helminthosporium oryzae*. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, **143**, 14.
- Short, G. E., Wyllie, T. D. et Bristow, P. R. (1980) – Survival of *Macrophomina phaseolina* in soil and residue of soybean. *Phytopathology* **70**: 13–17.
- Somda P.I., Membres Idr. Dynamique de *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid., agent causal de la pourriture charbonneuse du niébé.
- Soulé B.G., Gansari S. (2010) – La dynamique des échanges régionaux des céréales en Afrique de l’Ouest. *LARES*, *111p*.
- 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.
- Tardieu M., Sene D. (1966) – Le haricot niébé (*Vigna unguiculata* Walpers) au Sénégal. *Agronomie Tropicale*, **21**, 918–926.
- Tassi A. (1901) – Novae micromycetum species. *Ser III Bull Lab Orto Bot Univ Siena*, **4**, 7–12.
- Tec E., Esse E., Produ A. *Azadirachta indica*.
- Wakelin, S A.; Gupta, V V.S.R.; Harvey, P R.; Ryder, M H. (2007) – The effect of *Penicillium* fungi on plant growth and phosphorus mobilization in neutral to alkaline soils from southern Australia. *Canadian Journal of Microbiology* **53**: 106-115.
- Wyllie, T. D. et Scott, D. H. (1988) – Charcoal rot of soybeans - current status. In *Soybean diseases of the north central region* (Indianapolis, Ind., APS Press), pp. 106-113.

## ANNEXES

### Annexe 1: Préparation du milieu de culture Potato dextrose agar (PDA)



Pesage de la poudre de PDA



Homogénéisation du milieu



Coulage sur boîtes de Pétri



Milieu PDA stérilisé

## Annexe 2: Isolement et purification du champignon



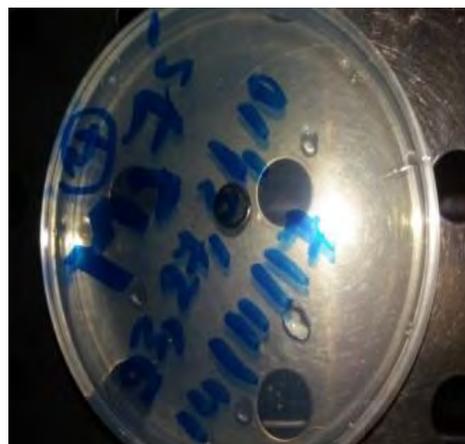
Isolement à partir du sol



Isolement à partir des plants infectés



Développement mycélien



Repiquage

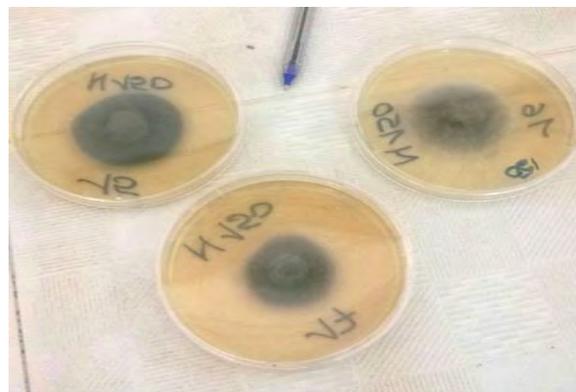


Isolat purifié

**Annexe 3: Inhibition de la croissance mycélienne du champignon**



Isolats testés avec des extraits de neem A à 10% B à 15%



Isolats 15, 16 et 17 testés sur henné à 10 %



Boîtes témoins (sans extraits)

**Annexe 4: Liste des lignées criblées par rapport à la pourriture charbonneuse au champ**

<b>Numéro</b>	<b>Lignées</b>	<b>Provenance</b>
1	IT97K-503-1 UCR	Etats-Unis
2	IT97K-499-35UCR	Etats-Unis
3	499*OMON SARI	Ghana
4	Apagbaala SARI	Ghana
5	Astenapa(CRI) SARI	Ghana
6	Asomdwie SARI	Ghana
7	AV1 3144 SARI	Ghana
8	IT86D-1010	Ghana
9	AV23224 SARI	Ghana
10	Bawuta wuta SARI	Ghana
11	Brown eye SARI	Ghana
12	M arfotuya SARI	Ghana
13	Padituya SARI	Ghana
14	SANZI SARI	Ghana
15	SARC-1-57-2 SARI	Ghana
16	T2T1 SARI	Ghana
17	T2T4 SARI	Ghana
18	Videza(cri) SARI	Ghana
19	Zaayura SARI	Ghana
20	BAGRE-1 INERA	Burkina Faso
21	Diebougou local INERA	Burkina Faso
22	Djouroum local INERA	Burkina Faso
23	Donsin local INERA	Burkina Faso
24	Gaoua local INERA	Burkina Faso
25	HTR INERA	Burkina Faso
26	KN-1 INERA	Burkina Faso
27	KVX 164-41-64 INERA	Burkina Faso
28	KVX 165-14-1 INERA	Burkina Faso
29	KVX 291-47-224 INERA	Burkina Faso
30	KVX 295-2-124-121 INERA	Burkina Faso

31	KVX 295-2-124-51 INERA	Burkina Faso
32	KVX 30G -476-5-10K INERA	Burkina Faso
33	KVX 402-5-2 INERA	Burkina Faso
34	KVX 404-8-1 INERA	Burkina Faso
35	KVX 780-4 INERA	Burkina Faso
36	KVX 780-9 INERA	Burkina Faso
37	LOGOFROUSSO LOCAL INERA	Burkina Faso
38	Niebe Asperge INERA	Burkina Faso
39	Pa local - 2 INERA	Burkina Faso
40	Pobe local INERA	Burkina Faso
41	Sanematenga local INERA	Burkina Faso
42	Sanga -2 INERA	Burkina Faso
43	Sankandaga INERA	Burkina Faso
44	Woango-1 INERA	Burkina Faso
45	3178 ISRA	ISRA
46	3205 B ISRA	ISRA
47	3211 B ISRA	ISRA
48	3217 A ISRA	ISRA
49	58-145 ISRA	ISRA
50	58-155 ISRA	ISRA
51	58-20 ISRA	ISRA
52	58-42 ISRA	ISRA
53	58-44 ISRA	ISRA
54	58-57 A ISRA	ISRA
55	58-74 ISRA	ISRA
56	59-30 ISRA	ISRA
57	60-8 ISRA	ISRA
58	66-12 ISRA	ISRA
59	66-33 ISRA	ISRA
60	66-41 ISRA	ISRA
61	Bambey 21 ISRA	ISRA
62	CB 46 ISRA	ISRA
63	CB5 ISRA	ISRA

64	IT82D-849 ISRA	ISRA
65	IT97K-499-39 ISRA	ISRA
66	KVX 525 ISRA	ISRA
67	Melakh A ISRA	ISRA
68	Mougne ISRA	ISRA
69	Mouride A ISRA	ISRA
70	Ndiambour ISRA	ISRA
71	Pakaw A ISRA	ISRA
72	Suvita -2 ISRA	ISRA
73	Yacine B ISRA	ISRA
74	58-15 ISRA	ISRA
75	58-154 ISRA	ISRA
76	58-47 ISRA	ISRA
77	58-55 ISRA	ISRA
78	58-78 ISRA	ISRA
79	66-1 ISRA	ISRA
80	66-17 ISRA	ISRA
81	66-54 ISRA	ISRA
82	Danila-1 IITA	Nigéria
83	IT07K-243-1-10 1 IITA	Nigéria
84	IT07K-298-15 1 IITA	Nigéria
85	IT07K-299-6 1 IITA	Nigéria
86	IT81D-1228-14 3 IITA	Nigéria
87	IT81D-985 1 IITA	Nigéria
88	IT81D-994 1 IITA	Nigéria
89	IT82D-716 3 IITA	Nigéria
90	IT82D-889 1 IITA	Nigéria
91	IT82E-16 2 IITA	Nigéria
92	IT82E-18 1 IITA	Nigéria
93	IT83D- 442 1 IITA	Nigéria
94	IT84D-666 1 IITA	Nigéria
95	IT84S-2246-4 1 IITA	Nigéria
96	IT85F-2020 2 IITA	Nigéria

97	IT86D-715 3 IITA	Nigéria
98	IT86D-719 1 IITA	Nigéria
99	IT86D-880 2 IITA	Nigéria
100	IT86F-2089-5 2 IITA	Nigéria
101	IT87D-941-1 1 IITA	Nigéria
102	IT88KD-867-11 2 IITA	Nigéria
103	IT89KD-245 1 IITA	Nigéria
104	IT89KD-288 2 IITA	Nigéria
105	IT89KD-391 3 IITA	Nigéria
106	IT90K-277-2 3 IITA	Nigéria
107	IT90K-284-2 1 IITA	Nigéria
108	IT90K-372-1-2 2 IITA	Nigéria
109	IT90K-59 3 IITA	Nigéria
110	IT90K-76 1 IITA	Nigéria
111	IT90K-82-2 2 IITA	Nigéria
112	IT93K-2332-25 3 IITA	Nigéria
113	IT93K-273-2-1 1 IITA	Nigéria
114	IT93K-573-1 3 IITA	Nigéria
115	IT93K-596 1 IITA	Nigéria
116	IT93K-693-2 1 IITA	Nigéria
117	IT93K-699-1 2 IITA	Nigéria
118	IT95K-1091-3 1 IITA	Nigéria
119	IT96D-610 1 IITA	Nigéria
120	IT97K-1069-6 1 IITA	Nigéria
121	IT97K-556-4 3 IITA	Nigéria
122	IT97K-556-6 1 IITA	Nigéria
123	IT97K-568-19 1 IITA	Nigéria
124	IT97K-819-118 2 IITA	Nigéria
125	IT98K-1092- 1 1 IITA	Nigéria
126	IT98K-1111-1 1 IITA	Nigéria
127	IT98K-506-1 2 IITA	Nigéria
128	IT99K-216-24-2 1 IITA	Nigéria
129	IT99K-573-1-1 2 IITA	Nigéria

130	IT99K-7-21-2-2 2 IITA	Nigéria
131	Tvu-1146 1 IITA	Nigéria
132	TVu-1190 1 IITA	Nigéria
133	Tvu- 11979 1 IITA	Nigéria
134	Tvu -11986 3 IITA	Nigéria
135	Tvu-1509 1 IITA	Nigéria
136	Tvu-1560 2 IITA	Nigéria
137	Tvu-16514 3 IITA	Nigéria
138	Tvu-1829 2 IITA	Nigéria
139	Tvu-18901 2 IITA	Nigéria
140	Tvu-201 1 IITA	Nigéria
141	Tvu-2356 1 IITA	Nigéria
142	Tvu-2672 1 IITA	Nigéria
143	Tvu-2723 2 IITA	Nigéria
144	Tvu-2880 1 IITA	Nigéria
145	Tvu-3000 2 IITA	Nigéria
146	Tvu-3638 1 IITA	Nigéria
147	Tvu-408 1 IITA	Nigéria
148	Tvu-410 1 IITA	Nigéria
149	Tvu-526 1 IITA	Nigéria
150	Tvu-801 1 IITA	Nigéria
151	Tvu-3236 1 IITA	Nigéria
152	Tvu-7778 IITA	Nigéria
153	IT93K-129-4	Nigéria