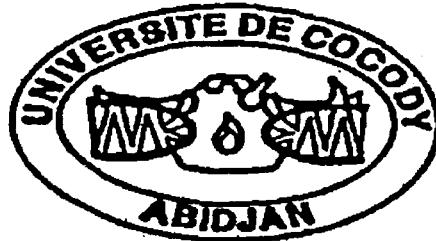


REPUBLIQUE DE COTE D'IVOIRE

Union - Discipline - Travail

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE



U.F.R. BIOSCIENCES

Laboratoire de Physiologie Végétale

THESE

N° d'ordre: 299/99

Présentée pour obtenir le grade de

DOCTEUR ÈS-SCIENCES

Spécialité: Phytopathologie

Par

SEREME Paco

**LA MALADIE DES TACHES BRUNES DU NIEBE
[VIGNA UNGUICULATA (L.) WALP.] AU BURKINA FASO :
CONNAISSANCE DES AGENTS PATHOGENES IMPLIQUES
ET DEVELOPPEMENT DE METHODES DE LUTTE**

*Soutenu le 10 Avril 1999
devant la Commission d'examen :*

Président : M. Traoré Dossahoua, Professeur à l'Université de Cocody

Directeur de Thèse : M. Aké Sévérin, Maître de Conférences à l'Université de Cocody

Examineurs : M. Assa Ayémou, Professeur à l'Université de Cocody
M. Guinko Sita, Professeur à l'Université de Ouagadougou
M. Le Normand Michel, Professeur à l'ENSA de Rennes

A la mémoire de nos parents.

AVANT PROPOS

Le travail présenté dans ce mémoire est le résultat d'une partie de nos activités de recherche sur le pathosystème niébé - *Colletotrichum capsici* entamées en 1982 à la faveur de la préparation d'une thèse de Doctorat-Ingénieur soutenue en 1985. Il s'inscrit dans le cadre des activités du Programme Oléagineux annuels et Légumineuses à graines de l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA).

Notre travail a bénéficié du soutien multiforme de plusieurs personnes physiques et morales et a été réalisé en grande partie dans le Laboratoire de Phytopathologie du Centre de Recherches Environnementales, Agricoles et de Formation de Kamboinsé. Il a aussi bénéficié de la collaboration scientifique du Laboratoire de Botanique et Pathologie Végétale de l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes du Professeur Le Normand au cours des nombreux séjours que nous y avons effectués et de celle de l'Institut Danois de Pathologie des Semences à Copenhague où nous avons séjourné durant un an. Nos expérimentations de terrain ont eu comme cadre d'étude les Stations de Kamboinsé et de Farako-bâ et le site expérimental de Pobé situés dans trois zones agro-écologiques différentes du Burkina Faso.

Nos travaux ont été réalisés sous la direction du Professeur Aké Sévérin, Maître de Conférences à l'Université de Cocody, Vice-doyen à la recherche de l'UFR BIOSCIENCES, nous sommes heureux de lui exprimer nos sentiments de sincère gratitude pour avoir accepté de parrainer cette thèse et pour la disponibilité constante dont il a fait montre à nos différentes sollicitations. Ses qualités humaines, l'attention particulière qu'il a portée à l'élaboration de ce mémoire et la confiance qu'il nous a accordée ont été très appréciées. C'est pour nous un agréable devoir de lui rendre ce témoignage.

Nous sommes particulièrement heureux d'exprimer notre reconnaissance au Professeur Le Normand Michel, Directeur de la Chaire de Botanique et Pathologie Végétale de l'E.N.S.A. de Rennes qui a bien voulu s'associer au jury de cette thèse et qui a bien voulu consacrer une partie de son temps à l'amendement de notre manuscrit. En outre, nous ne pouvons passer sous silence son appui multiforme dont le dernier en date est la prise en charge des frais d'identification par le CABI-BIOSCIENCE de certaines des souches de *Colletotrichum* sp. utilisées pour ce mémoire. Nous lui en sommes très reconnaissant.

Le Professeur Traoré Dossahoua de l'UFR BIOSCIENCES de l'Université de Cocody a bien voulu accepter de présider le jury qui va juger cette thèse. Nous lui en sommes gré.

Notre reconnaissance va également aux Professeurs Assa Ayémou de l'Université de Cocody, Guinko Sita de l'Université de Ouagadougou, qui ont bien voulu accepter de participer au jury qui va juger notre thèse.

Le Professeur Babacauh Koffi Dongo, Maître de Conférences à l'E.S.A. de Yamoussokro, nous a guidé dans l'orientation initiale des travaux de notre thèse. Qu'il trouve ici l'expression de notre profonde gratitude.

Nous voudrions que l'esprit d'équipe qui a caractérisé la préparation de cette thèse serve d'exemple à d'autres chercheurs du C.N.R.S.T. et en particulier à ceux de l'IN.E.R.A. Nous sommes heureux de remercier tous ceux qui d'une manière ou de l'autre nous ont apporté leur soutien au cours de cette entreprise. A cet égard, nous voudrions, en premier lieu, témoigner notre reconnaissance à Monsieur Sédogo Michel, Délégué Général du CNRST pour son soutien constant et pour la marque de confiance qu'il a toujours placée en nous.

L'IITA a bien voulu nous fournir des souches de *Colletotrichum* spp. réceptionnées en 1996 et utilisées en référentiel pour notre travail. Nos remerciements s'adressent aux responsables de cet institut et en particulier à Madame Florini, alors phytopathologiste du dit institut.

Notre travail a bénéficié de l'appui de plusieurs chercheurs de l'IN.E.R.A. Il nous est particulièrement agréable de remercier :

- Monsieur Somé Alexis, phytopathologiste du Programme Cultures Maraîchères, Messieurs Diasso Gabriel, Tougouma Aimé et Mademoiselle Zida Elisabeth du Laboratoire de Phytopathologie de Kamboinsé, pour leur contribution fort remarquable aux travaux de cette thèse ;

- les stagiaires et le personnel d'appui technique du Laboratoire de Phytopathologie de Kamboinsé notamment Messieurs Kaboré Paul, Soalla T. Patrice, Bangré Marcel et Ouédraogo Lucien.

Que nos autres collègues de l'IN.E.R.A. trouvent ici, l'expression de notre profonde gratitude pour leur soutien constant et multiforme. Une mention spéciale est faite à l'endroit de Monsieur Konaté Gnissa, Chef du Département Productions Végétales qui a bien voulu faire une lecture critique de notre document, de Madame Dabiré B. Clémentine et Monsieur Traoré N. Seydou, nos condisciples, pour cette formation doctorale auprès de l'Université de Cocody.

A tous nos collaborateurs de la Direction de l'IN.E.R.A., en particulier Messieurs Hien Victor, Bidiga Noé, Diallo B. Adrien, Zoundi J. Sibiri, Boro I. Sébastien, Bonzi Marcel, Madame Kompaoré Yvette, nous disons merci pour leur soutien.

Merci à Madame Déra Mariam et à Mademoiselle Gombri Germaine pour votre dévouement marqué par la patience et la disponibilité dont vous avez fait montre tout au long de la saisie et de la mise en forme de ce document.

Nos remerciements s'adressent également à tous ceux qui nous ont aidé lors des analyses statistiques de nos données et de la reproduction des figures et cartes utilisées dans ce mémoire. Il s'agit, en particulier, de Messieurs Dabiré Rémi, Zouré Honorat, feu Ouédraogo Sita, Sanou Moussa, Kouama Hamidou et le personnel du CETIG du CREAM de Kamboinsé.

A Monsieur Dakouré Christophe, reprographe de la Direction de l'IN.E.R.A. et à tous ceux qui l'ont aidé dans les travaux de tirage et de reliure de notre document, nous disons merci.

Nous disons merci à notre épouse Djénéba et à nos enfants Diarra, Soumaïla et Aïcha, pour leur compréhension qui nous a permis de finaliser ce travail.

Enfin, nous disons merci à tous nos amis et parents qui nous ont soutenu tout au long de ce travail.

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION.....	1
PLAN DU MEMOIRE.....	4

PREMIERE PARTIE : MILIEU D'ETUDE ET REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : LE MILIEU D'ETUDE.....	5
CHAPITRE II : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE.....	18
2.1. Le niébé et sa culture.....	18
2.2. <i>Colletotrichum capsici</i> , agent principal de la maladie des taches brunes du niébé.....	28
2.3. Importance des systèmes enzymatiques comme méthode de caractérisation des populations de <i>Colletotrichum capsici</i>	39
CONCLUSION.....	43

DEUXIEME PARTIE : MATERIEL ET METHODES

CHAPITRE I : MATERIEL.....	44
CHAPITRE II : METHODES D'ETUDE.....	55

TROISIEME PARTIE : RESULTATS ET DISCUSSION

CHAPITRE I : ANALYSE DE L'IMPORTANCE DE LA MALADIE DES TACHES BRUNES ET INFLUENCE DES CONDITIONS DE STOCKAGE ET DE L'ORIGINE DES SEMENCES SUR LA PROPAGATION DE LA MALADIE

1.1. Introduction.....	75
1.2. Résultats.....	77
1.2.1. Importance de la maladie.....	77
1.2.1.1. Evaluation des pertes de rendement.....	77
1.2.1.2. Importance de la transmission de <i>C. capsici</i> dans les semences de niébé produites au Burkina Faso.....	79
1.2.1.3. Mise en évidence d'un nouveau taxon de <i>Colletotrichum</i> , agent de la maladie des taches brunes.....	82
1.2.1.4. Conclusion partielle.....	88

1.2.2. Influence des conditions de stockage et de l'origine des semences sur la propagation de la maladie.....	89
1.2.2.1. Influence des conditions de stockage.....	89
1.2.2.2. Influence de l'origine des semences.....	95
1.2.2.3. Conclusion partielle.....	99
1.3. Discussion.....	99
1.4. Conclusion à l'étude de l'importance de la maladie des taches brunes et de l'influence des conditions de stockage et de l'origine des semences sur la propagation de la maladie.....	103

CHAPTIRE II : ANALYSE DE LA DIVERSITE DES *COLLETOTRICHUM* SPP., AGENTS DE LA MALADIE DES TACHES BRUNES DU NIEBE

2.1. Introduction.....	104
2.2. Résultats.....	106
2.2.1. Caractéristiques biomorphologiques et biométriques.....	106
2.2.1.1. Les caractères biomorphologiques.....	106
2.2.1.1.1. Les isolats populations.....	106
2.2.1.1.2. Les isolats monospores.....	109
2.2.1.2. Les caractères biométriques.....	114
2.2.1.2.1. Variabilité des souches provenant des variétés selon la localité d'isolement.....	115
2.2.1.2.2. Relations entre longueur et largeur des conidies.....	118
2.2.1.2.3. Relations entre les trois caractères biométriques.....	122
2.2.1.2.4. Les souches étrangères.....	126
2.2.1.1.5. Conclusion partielle.....	127
2.2.2. Caractéristiques biochimiques par électrophorèse des estérases.....	128
2.2.2.1. Observations générales.....	128
2.2.2.2. Variation entre les isolats monospores d'un même isolat population.....	128
2.2.2.3. Les souches du Burkina.....	132
2.2.2.4. Les souches étrangères.....	132
2.2.2.5. Analyse comparée de l'ensemble des souches.....	132
2.2.2.6. Conclusion partielle.....	136
2.2.3. Caractéristiques du pouvoir pathogène.....	137
2.2.3.1. Mise en évidence de groupes pathogéniques.....	137

2.2.3.2. Recherche de corrélations entre les caractères biométriques et le pouvoir pathogène.....	141
2.2.3.3. Recherche de corrélation entre les caractères biochimiques et le pouvoir pathogène.....	142
2.3. Discussion.....	142
2.4. Conclusion à l'analyse de la diversité des <i>Colletotrichum</i> spp. agents de la maladie des taches brunes.....	146
CHAPITRE III : EVALUATION DES METHODES DE LUTTE CONTRE LA MALADIE DES TACHES BRUNES	
3.1. Introduction.....	147
3.2. Résultats.....	149
3.2.1. Effet des produits locaux.....	149
3.2.1.1. Mise en évidence d'une activité inhibitrice des différents savons.....	149
3.2.1.2. Mise en évidence d'une activité fongistatique des différents savons.....	153
3.2.1.3. Influence des savons sur la croissance des différentes souches de <i>Colletotrichum</i> spp.....	154
3.2.1.4. Efficacité des produits en traitement des semences.....	155
3.2.1.5. Efficacité des produits en application foliaire sur plantules contaminées par <i>C. capsici</i>	158
3.2.1.6. Effet des savons à différents concentrats sur le développement des taches brunes à partir de semences contaminées par <i>C. capsici</i>	160
3.2.2. Evaluation de l'efficacité de différentes molécules antifongiques.....	162
3.2.2.1. Amélioration de l'état sanitaire des semences.....	162
3.2.2.2. Amélioration de l'état sanitaire du niébé par des traitements de semences suivis d'applications foliaires au champ.....	164
3.2.3. Comportement de différentes lignées et variétés prometteuses de niébé vis-à-vis de la maladie des taches brunes.....	175
3.3. Discussion.....	177
3.4. Conclusion à l'évaluation des méthodes de lutte contre la maladie des taches brunes du niébé.....	180
CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES.....	182
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	187
ANNEXES	

ABREVIATIONS

A.F.C.	: Analyse factorielle des correspondances
C.A.H.	: Classification automatique hiérarchique
C.E.T.I.G.	: Cellule de Télédétection et d'Information Géographique
C.N.R.S.T.	: Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique
C.R.E.A.F.	: Centre de Recherches Environnementales, Agricoles et de Formation
D.S.A.P.	: Direction des Statistiques Agro-Pastorales
I.N.E.R.A.	: Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles
I.I.T.A.	: Institut International d'Agriculture Tropicale
J.A.S	: Nombre de jours après semis
M.A.R.A.	: Ministère de l'Agriculture et des Ressources Animales
R.F.L.P.	: Restriction fragment length polymorphism
U.F.R.	: Unité de Formation et de Recherche

LISTE DES TABLEAUX

	Pages
Tableau I : Caractéristiques des variétés de niébé utilisées dans l'étude de l'influence des conditions de stockage sur le taux de contamination des semences par <i>C. capsici</i>	45
Tableau II : Caractéristiques des variétés de niébé utilisées dans l'étude de l'effet de l'origine des semences sur le maintien ou la baisse de la maladie des taches brunes.....	45
Tableau III : Caractéristiques agronomiques et zones d'adaptation des variétés de niébé utilisées dans l'étude de quantification des pertes de rendement en graines de niébé par la maladie des taches brunes au Burkina Faso.....	47
Tableau IV : Désignation et origine de 55 isolats de <i>Colletotrichum</i> spp. prélevés en 1995 sur niébé dans différentes régions du Burkina Faso.....	48
Tableaux V (a, b, c) : Désignation et origine des isolats monospores de <i>Colletotrichum</i> spp. du Burkina Faso.....	50 à 52
Tableaux VI (a,b) : Caractéristiques et origines des isolats de référence et des isolats étrangers de <i>Colletotrichum</i> spp.....	54
Tableau VII : Caractères morphologiques utilisés pour comparer les isolats de <i>Colletotrichum</i> spp.....	72
Tableau VIII : Mycoflore des semences de différentes variétés de niébé prélevées en 1988 dans différents centres de recherches agricoles du Burkina Faso.....	80
Tableau IX : Pourcentages de contamination par <i>C. capsici</i> de 400 graines de niébé en 1988 de différentes variétés produites dans différents centres de recherches agricoles au Burkina Faso.....	81
Tableau X : Influence du traitement solaire suivi d'un stockage de trois mois sur la mycoflore des semences.....	89
Tableaux XI (a et b) : Effet de différentes méthodes de stockage sur la mycoflore des graines de niébé, trois mois après leur traitement.....	91 et 92
Tableaux XII (a et b) : Effet de différentes méthodes de stockage sur la mycoflore des graines de niébé, six mois après leur traitement.....	93 et 94
Tableau XIII : Influence des localités sur la levée, la sévérité de la maladie des taches brunes et le rendement en graines de quelques variétés de niébé.....	97
Tableau XIV : Influence de l'origine des semences sur la levée, la sévérité de la maladie des taches brunes et le rendement graines de quelques variétés de niébé.....	98
Tableau XV : Corrélations entre 13 caractères descriptifs de 55 isolats populations de <i>Colletotrichum</i> spp. isolées sur niébé au Burkina Faso.....	106
Tableau XVI : Analyses de variance portant sur trois caractères biométriques des souches de <i>Colletotrichum</i> spp. isolées dans trois localités du Burkina Faso.....	115

Tableau XVII : Corrélations entre longueur et largeur des conidies des souches de <i>Colletotrichum</i> spp. isolées à partir de trois variétés de niébé.....	118
Tableau XVIII : Analyses de variance portant sur la comparaison de trois caractères biométriques entre les souches de <i>Colletotrichum</i> spp. du Burkina et des souches étrangères	127
Tableau XIX : Sévérité de la maladie des taches brunes 7 et 14 jours après inoculation sur des plantules de sept variétés de niébé par 20 souches de <i>Colletotrichum</i> spp.....	137
Tableau XX : Taux de progression de la maladie des taches brunes du niébé en chambre de culture entre la première et la deuxième semaine après inoculation par vingt Souches de <i>Colletotrichum</i> spp sur sept variétés de niébé.....	138
Tableau XXI : Réactions différentielles sept jours après inoculation entre 20 souches de <i>Colletotrichum</i> spp. et sept variétés de niébé.....	138
Tableau XXII : Réactions différentielles 14 jours après inoculation entre 20 souche de <i>Colletotrichum</i> spp. et sept variétés de niébé.....	140
Tableau XXIII : Corrélation entre les différents caractères biométriques des 20 souches de <i>Colletotrichum</i> spp. et la sévérité de la maladie des taches brunes 7 et 14 jours après inoculation.....	142
Tableau XXIV : Effet des différentes concentrations de savons sur la croissance <i>in vitro</i> de quatre pathogènes du niébé.....	149
Tableau XXV : Effet des différentes concentrations de savons sur la croissance <i>in vitro</i> de quatre pathogènes de niébé six jours après incubation.....	152
Tableau XXVI : Croissance <i>in vitro</i> de <i>C. capsici</i> sur différents milieux de culture.....	153
Tableau XXVII : Croissance <i>in vitro</i> sur PDA d'explantats gélosés de <i>C. capsici</i> provenant de milieux de culture inhibiteurs de croissance.....	154
Tableau XXVIII : Effet du traitement par des savons sur la contamination des semences de niébé par différents champignons.....	157
Tableau XXIX : Effet du traitement par des savons à différentes concentrations sur la contamination des semences de niébé par deux champignons.....	157
Tableau XXX : Effet des solutions de savons sur les taux et indice d'infection par <i>C. capsici</i>	159
Tableau XXXI : Effet des solutions de savon appliquées à différents moments sur les taux et indice d'infection par <i>C. capsici</i>	159
Tableau XXXII : Effet de différentes concentrations de savon sur la levée, l'incidence et la sévérité de la maladie des taches brunes du niébé.....	160
Tableau XXXIII : Mycoflore des semences de cinq lots de semences de niébé traitées et non traitées dans une solution de Benlate T20.....	165

Tableau XXXIV : Analyses de variance sur les paramètres d'évaluation de la maladie des taches brunes en 1990.....	166
Tableau XXXV : Analyses de variance sur le poids des gousses et des graines de niébé en 1990.....	166
Tableau XXXVI : Effet de différents traitements de fongicides sur les fontes de semis, la sévérité de quatre principales maladies du niébé et le rendement en graines en 1991.....	170
Tableau XXXVII : Effet de différents traitements fongicides sur les manifestations de la maladie des taches brunes en 1992.....	172
Tableau XXXVIII : Effet de différents traitements fongicides sur la sévérité de trois maladies du niébé en 1992.....	173
Tableau XXIX : Pourcentages de sévérité de 20 variétés prometteuses de niébé à la maladie des taches brunes en 1988.....	175
Tableau XXXX : Sensibilité à la maladie des taches brunes des variétés de niébé de l'essai d'adoption à la zone soudano-sahélienne et à la zone de savane nord-guinéenne en 1989.....	177
Tableau XXXXI : Sensibilité à la maladie des taches brunes des variétés de niébé de l'essai préliminaire de rendement en 1990.....	177

LISTE DES FIGURES

	Pages
Figure 1 : Territoires phytogéographiques du Burkina Faso.....	6
Figure 2 : Les sols du Burkina Faso.....	9
Figure 3 : Evaluation de la production céréalière et des principales cultures de rente au Burkina Faso de 1992 à 1997.....	14
Figure 4 : Zones agroécologiques du Burkina Faso.....	16
Figure 5 : Evolution de la production du niébé au Burkina Faso entre 1981 et 1997.....	19
Figure 6 : Relation entre le rendement grains et la sévérité de la maladie des taches brunes à Farako-bâ en 1990.....	78
Figure 7 : Données pluviométriques de 1994 à 1996 des Stations de Farako-bâ, Kamboinsé et Pobé.....	96
Figure 8 : Cercle de corrélation de 13 caractères morphologiques utilisés pour caractériser 55 isolats populations de <i>Colletotrichum</i> spp.	107
Figure 9 : Dendogramme issu de la classification hiérarchique ascendante de 55 isolats population de <i>Colletotrichum</i> spp. à partir de huit caractères biomorphologiques.....	108
Figure 10 : Dendogramme issu de la classification hiérarchique ascendante de 81 souches de <i>Colletotrichum</i> spp. isolées à Farako-bâ à partir de 11 caractères biomorphologiques.....	110
Figure 11 : Dendogramme issu de la classification hiérarchique de 86 souches de <i>Colletotrichum</i> spp. isolées à Kamboinsé à partir de 11 caractères biomorphologiques.....	111
Figure 12 : Dendogramme issu de la classification hiérarchique ascendante de 35 souches de <i>Colletotrichum</i> spp. isolées à Pobé à partir de 11 caractères biomorphologiques.....	112
Figure 13 : Comparaison des longueurs, largeurs des conidies et des diamètres de croissance des colonies des souches de <i>Colletotrichum</i> spp. selon les localités et les variétés d'isolement.....	116
Figure 14 : Relation entre longueur et largeur des conidies des souches de <i>Colletotrichum</i> spp isolées au Burkina Faso.....	119
Figure 15 : Relation entre longueur et largeur des conidies des souches de <i>Colletotrichum</i> spp. d'origine étrangère et des souches isolées de trois variétés de niébé au Burkina Faso.....	120
Figure 16 : Relation entre longueur et largeur des conidies des souches de <i>Colletotrichum</i> spp. selon les variétés de niébé et les localités d'isolement au Burkina Faso.....	121
Figure 17 : Relation entre longueur, largeur des conidies et diamètre de croissance des colonies des souches de <i>Colletotrichum</i> spp. isolées au Burkina Faso.....	123

Figure 18 : Relation entre longueur, largeur des conidies et diamètre de croissance des colonies des souches de <i>Colletotrichum</i> spp d'origine étrangère et des souches isolées de trois variétés de niébé.....	124
Figure 19 : Relation entre longueur, largeur des conidies et diamètre de croissance des colonies des souches de <i>Colletotrichum</i> spp. isolées au Burkina Faso selon les variétés et les localités.....	125
Figure 20 : Représentation schématique des isoestérases caractéristiques des bandes différentielles de Rf comprise entre 0,45 et 0,70 de 17 électrophorétypes (ET) obtenus à partir de 136 souches de <i>Colletotrichum</i> spp.....	130
Figure 21 : Croissance (mm) <i>in vitro</i> à différents temps d'incubation de 20 isolats de <i>Colletotrichum</i> spp. en fonction de différents traitements de savon.....	156
Figure 22 : Effluence des traitements de savons sur les fontes de semis.....	161
Figure 23 : Pourcentages de contamination de <i>C. capsici</i> dans des semences de différentes variétés de niébé produites dans trois stations de recherches agricoles du Burkina Faso, après traitement ou non dans une solution de Benlate T20 à 5 %	163
Figure 24 : Données pluviométriques de 1990 à Kamboinsé et de 1991 et 1992 à Farako-bâ.....	165
Figure 25a : Evaluation de la sensibilité à la maladie des taches brunes de deux variétés de niébé en 1990 à Kamboinsé.....	168
Figure 25b : Effet de la maladie des taches brunes sur la production de deux variétés de niébé en 1990 à Kamboinsé.....	168
Figure 26a : Effet de différents traitements sur la sévérité de la maladie des taches brunes du niébé en 1990 à Kamboinsé.....	170
Figure 26b : Effet de différents traitements sur l'amélioration de la production de niébé en 1990 à Kamboinsé.....	170

LISTE DES PLANCHES

Pages

Planche I	: Quelques maladies importantes du niébé au Burkina Faso.....	26
Planche II	: Différents faciès de la maladie des taches brunes du niébé.....	31
Planche III	: Dispositif expérimental de mesure au champ de la sensibilité à la maladie des taches brunes du niébé.....	56
Planche IV	: Conditions d'inoculation artificielle des plants de niébé par <i>Colletotrichum</i> spp.....	58
Planche V	: Zymogrammes de phosphoglucomutases, de protéines totales et d'estérases mycéliennes de <i>Colletotrichum capsici</i>	74
Planche VI	: Résultats d'inoculations artificielles de <i>Colletotrichum</i> spp. sur niébé.....	83
Planche VII	: Quelques caractéristiques culturales et morphologiques de <i>C. capsici/C. truncatum</i> ...	84
Planche VIII	: Aspects culturaux sur PDA des isolats de <i>Colletotrichum</i> spp. associés à la maladie des taches brunes du niébé.....	85
Planche IX	: Aspects culturaux des isolats de <i>Colletotrichum</i> spp. sur milieu liquide de Bihari.....	86
Planche X	: Aspects morphologiques et culturaux des souches particulières de <i>Colletotrichum</i> sp isolées à Pobé (Burkina Faso).....	87
Planche XI	: Zymogrammes de quelques souches de <i>Colletotrichum</i> spp. associées à la maladie des taches brunes de niébé au Burkina Faso.....	129
Planche XII	: Variation intra isolat des zymogrammes d'estérases mycéliennes de <i>Colletotrichum</i> spp. associées à la maladie des taches brunes du niébé à Kamboinsé (Burkina Faso)...	131
Planche XIII	: Variation inter localité des zymogrammes d'estérases mycéliennes de <i>Colletotrichum</i> spp. associés à la maladie des taches brunes du niébé à Farako-bâ et Kamboinsé (Burkina Faso).....	133
Planche XIV	: Variation intra localité des zymogrammes d'estérases mycéliennes de 18 souches de <i>Colletotrichum</i> spp. isolées à Pobé (Burkina Faso).....	134
Planche XV	: Zymogrammes d'estérases mycéliennes des souches de <i>Colletotrichum</i> spp. d'origine étrangère.....	135
Planche XVI	: Activités inhibitrices des savons à base de karité, de <i>Balanites</i> , de neem sur la croissance radiale de <i>Colletotrichum capsici</i> et de <i>Rhizoctonia solani</i>	150
Planche XVII	: Activités inhibitrices des savons à base de karité, de <i>Balanites</i> , de neem sur la croissance de <i>Elsinoe phaseoli</i> et de <i>Macrophomina phaseolina</i> en culture du PDA.....	151

INTRODUCTION GENERALE



Plants de niébé présentant les symptômes de la maladie des taches brunes sur tiges et gousses (Photo P. SEREME)

INTRODUCTION

Le niébé *Vigna unguiculata* [L.] Walp. représente la première source de protéines alimentaires pour les populations rurales et urbaines pauvres du Burkina Faso. En effet, les graines de cette légumineuse, consommées très souvent en mélange avec les céréales, permettent de suppléer la déficience en protéines de ces céréales grâce à leur richesse en lysine et en tryptophane, contribuant ainsi à l'équilibre alimentaire des couches les plus pauvres de la population. Ces populations constituent plus de 80% de l'ensemble des 10 millions d'habitants que compte le pays (INSD, 1996).

Plusieurs contraintes limitent malheureusement la production et la productivité du niébé au Burkina Faso. Ces contraintes sont d'ordre climatique, édaphique, biotique ou socio-économique (CNRST, 1995a). En vue de lever ces différentes contraintes, un programme national de recherches pour l'amélioration du niébé a été élaboré par le gouvernement burkinabè en 1977 (voltaïque à l'époque) et financé depuis cette date par le Centre Canadien de Recherche pour le Développement International (CRDI) jusqu'en 1994. Ce programme a aussi bénéficié de l'appui scientifique du projet PC31 du SAFGRAD exécuté entre 1978 et 1993 au Burkina Faso.

Les principales contraintes biotiques qui handicapent d'une manière générale la production du niébé dans ses principales zones de culture et particulièrement au Burkina Faso sont : les attaques d'insectes, les maladies d'origine fongique, bactérienne ou virale et les infestations de *Striga gesnerioides* (Séréomé, 1985 ; Dabiré et Suh, 1988 ; Konaté, 1991 ; Ouédraogo, 1991 a & b).

Parmi les nombreuses maladies rencontrées sur la plante, nous nous sommes intéressé à la maladie des taches brunes du niébé méconnue alors au Burkina Faso et dont la présence y a été signalée pour la première fois en 1978 (IITA-SAFGRAD, 1981). Cette maladie due à un complexe de *Colletotrichum* [*Colletotrichum capsici* (Syd.) Butler & Bisby et *Colletotrichum truncatum* (Schein) Andrus & Moore] selon Emechebe et Mc Donald (1979), constitue par son mode de transmission et les dégâts importants qu'elle entraîne, une menace sérieuse à la promotion des variétés améliorées de niébé au Burkina Faso. Les premiers travaux de

recherche sur la maladie en Afrique ont été entrepris par l'Institut International d'Agriculture Tropicale (IITA) et l'Institut de Recherches Agricoles (IAR) au Nigeria où elle a été signalée pour la première fois sur le continent africain (Williams, 1975). Ces travaux et d'autres travaux ultérieurs ont abouti à des recommandations concernant l'utilisation de semences indemnes du pathogène et de variétés résistantes (Williams, 1977 ; Allen et *al.*, 1981 ; Emechebe, 1981a ; Alabi et Emechebe, 1990).

Au regard de ces recommandations, nous avons entrepris, à partir de 1983, plusieurs études pour identifier les conditions favorables à l'obtention de semences indemnes ou faiblement contaminées par ce pathogène, et rechercher les conditions permettant l'identification rapide de matériels résistants. Concernant les études pour l'identification des conditions favorables à l'obtention de semences saines ou faiblement contaminées, plusieurs travaux ont été réalisés au Laboratoire à la Station de Recherche de Kamboinsé et au champ dans différentes Stations de Recherches agricoles du pays avec différents fongicides et des produits locaux pour apprécier leur efficacité à réduire la transmission de ces pathogènes portés par les semences.

La maladie étant transmise par les semences, la réduction des sources d'inoculum par cette voie ne constitue pas une garantie totale contre d'éventuelles contaminations par d'autres sources d'inoculum. Si l'utilisation de variétés résistantes permet de réduire ces risques de contaminations extérieures, leur obtention nécessite souvent de longs processus de sélection au cours desquels plusieurs criblages (ou mesures de la sensibilité) sont effectués pour déceler les matériels résistants. Ces épreuves sont le plus souvent très longues à réaliser puisqu'elles portent sur des plantes ayant atteint le stade de maturité des gousses (Allen et *al.*, 1981). La mise au point d'une méthode rapide et sûre d'évaluation de la sensibilité des matériels de sélection présenterait un avantage certain dans l'identification et la mise au point de variétés résistantes à la maladie.

La résistance variétale est connue comme la méthode la plus adéquate de lutte contre les maladies parce que moins coûteuse et plus respectueuse de l'environnement (Russell, 1978 ; Messiaen, 1981). D'un point de vue génétique, deux types de résistance caractérisent le comportement des plantes face aux attaques des pathogènes. Il s'agit de la résistance verticale et de la résistance horizontale (Van der Plank, 1968). La résistance verticale confère une

protection complète mais non permanente en impliquant des mécanismes qui sont à l'intérieur du pouvoir de variation du pathogène. Les populations de l'hôte sont donc protégées contre certaines souches du parasite et cette résistance spécifique est sous contrôle mono ou oligogénique. Dans le cas de la résistance horizontale, les mécanismes sont hors de la variabilité du pathogène. Il n'y a pas d'interaction différentielle et les souches diffèrent par leur agressivité. Les plantes possédant le premier type de résistance perdent souvent cette résistance à la suite de l'apparition de souches virulentes du pathogène impliquées dans la maladie. L'existence d'une spécificité parasitaire se traduisant par la mise en évidence de races du pathogène est alors notée comme dans le cas du couple haricot - *Colletotrichum lindemuthianum* (Barrus, 1911 cité par Bryson et al., 1992 ; Charrier et Bannerot, 1970 ; Drijhout et Davis, 1989).

A notre connaissance, seuls les travaux de Emechebe ont mis en évidence l'existence de huit groupes pathogéniques assimilables à des races physiologiques de *Colletotrichum capsici* au Nigeria (Emechebe, 1986). Prenant en compte la présence de la maladie des taches brunes au Nigeria et au Burkina Faso où les institutions de recherches agricoles collaborent en matière d'échanges de matériel végétal, il nous a paru nécessaire d'entreprendre une meilleure caractérisation des différentes souches du pathogène présentes au Burkina Faso. L'étude de la variabilité permettrait sans doute de déterminer aussi si *C. capsici* et *C. truncatum* constituent une seule entité ou deux entités différentes.

D'une manière générale et jusqu'à une époque récente, ces caractérisations étaient faites à partir des critères morphologiques et biologiques des pathogènes qui sont lourds à gérer et conduisent souvent à des conclusions restrictives et peu sûres. Les travaux d'Emechebe (1986) n'avaient pas mis en évidence de différence morphologique marquée entre les isolats appartenant aux différents groupes pathogéniques. Nous avons eu recours aux techniques biochimiques en complément des critères classiques pour identifier des critères d'appréciation sûrs de la variabilité des pathogènes, conditions indispensables pour la création de variétés dotées d'une résistance stable à ces pathogènes.

PLAN DU MEMOIRE

Le présent mémoire, qui fait le point de nos investigations, pour l'amélioration de la connaissance des pathogènes de la maladie des taches brunes du niébé et le développement de méthodes de lutte contre elle, s'articule selon le plan suivant :

- ⇨ une première partie présente, en deux chapitres, le milieu de notre étude et une revue bibliographique sur le pathosystème *Colletotrichum capsici* - *Vigna unguiculata* ;
- ⇨ la deuxième partie présente, en deux chapitres, le matériel et les méthodes utilisés ;
- ⇨ la troisième partie qui porte sur les résultats et la discussion, est structurée en trois grands chapitres ; le premier chapitre fait le point sur l'importance de la maladie des taches brunes au Burkina Faso et l'étude de quelques facteurs susceptibles de favoriser sa propagation ; le deuxième chapitre est consacré à l'étude de la variabilité des *Colletotricum* spp. induisant la maladie des taches brunes du niébé et utilisant des critères biomorphologiques et électrophorétiques et cherchera à établir les liens entre les groupes biomorphologiques, électrophorétiques et les groupes de pathogénie ; Le troisième chapitre est consacré au développement de différentes méthodes de lutte contre la maladie au Burkina Faso.
- ⇨ une conclusion et une bibliographie complètent le document.

PREMIERE PARTIE
MILIEU D'ETUDE
ET REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : LE MILIEU D'ETUDE

Le Burkina Faso est un pays continental situé dans la zone soudano-sahélienne de l'Afrique de l'Ouest, à l'intérieur de la boucle du fleuve Niger. S'étendant sur près de 274 000 Km², il est compris entre 9°20' et 15°05' de latitude Nord, et 5°20' Ouest et 2°03' Est de longitude (fig.1). Il est limité au Nord et à l'Ouest par le Mali, au Sud par la Côte d'Ivoire, le Ghana, le Togo et le Bénin, et à l'Est par le Niger. Le pays est très plat dans son ensemble avec une altitude moyenne de 400 m dont près de 80% se situe entre 250 et 350 m.

1.1. Le climat

Il est caractérisé par l'alternance de deux saisons bien tranchées, une saison humide de la mi-juin à la mi-septembre, avec généralement un maximum de précipitations en août, et une saison sèche qui s'étend en moyenne de la mi-novembre à la mi-avril. Cette saison sèche s'allonge au fur et à mesure qu'on va vers le Nord. Guinko (1984, 1989), puis Fontès et *al.* (1994), ont proposé le découpage bioclimatique du Burkina Faso en plusieurs climats repartis dans deux domaines phytogéographiques que sont les domaines sahélien et soudanien (fig.1).

- Le domaine sahélien est caractérisé par les climats sahéliens qui reçoivent en moyenne moins de 600 mm de pluie par an. La saison sèche y dure de 7 à 9 mois, s'étendant de Septembre-Octobre à Mai-Juin. Cette zone comporte les deux types suivants :

- * le type sahélien nord, où la pluviométrie annuelle est inférieure à 400 mm avec une saison sèche qui dure plus de neuf mois ; il s'étend au nord de la bande latitudinale passant par Gorom-Gorom (fig. 1).

- * le type sahélien sud où la pluviométrie varie entre 400 et 600 mm/an pour une saison sèche dont la durée est de 7 à 9 mois. Il couvre les régions aux latitudes au dessus de la ligne Ouahigouya-Kongoussi-Tougouri-Sebba (fig. 1).

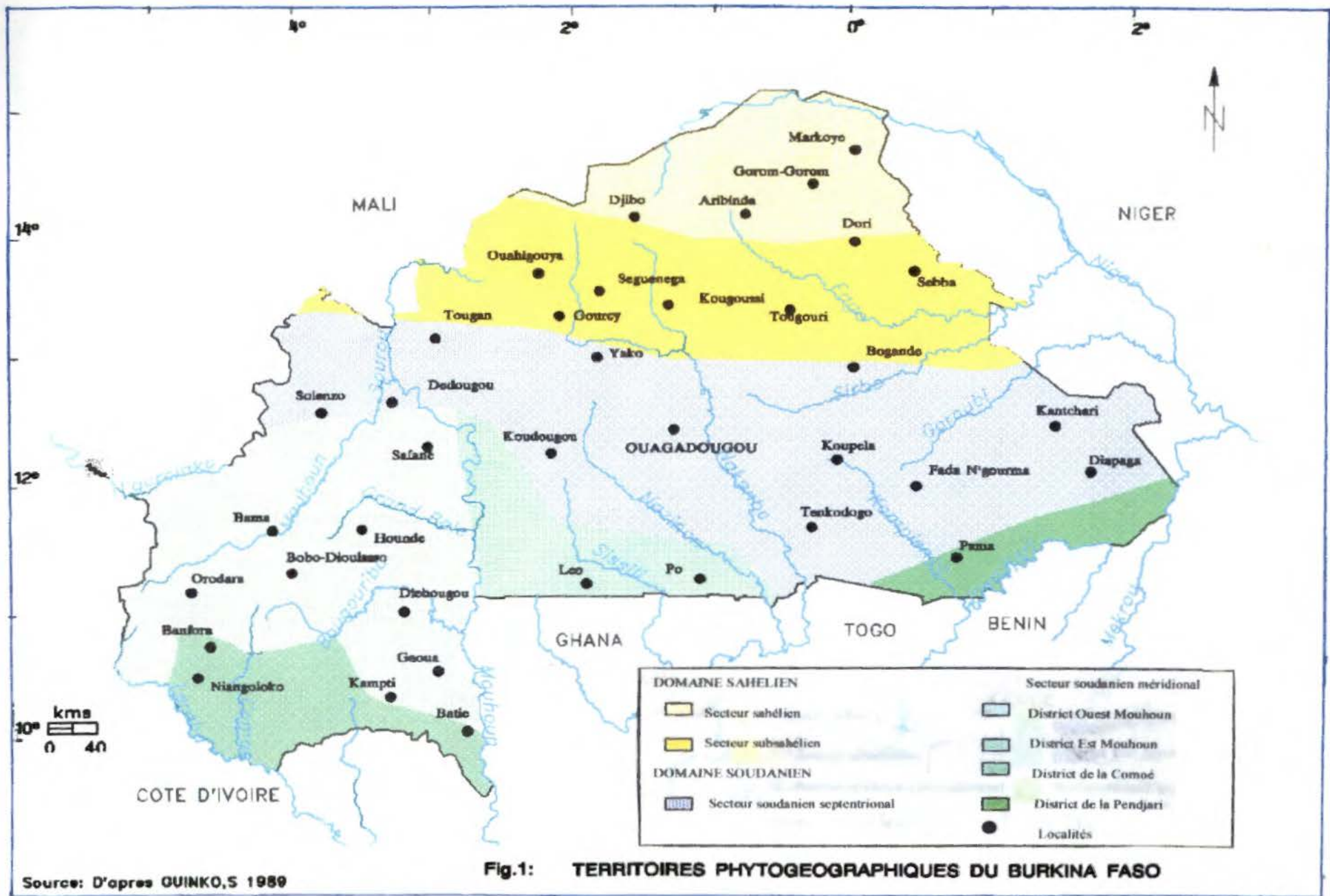


Fig.1: TERRITOIRES PHYTOGEOGRAPHIQUES DU BURKINA FASO

Source: D'après GUINKO, S 1989

- La bande comprise entre 600 et 700 mm constitue une zone de transition sahélo-soudanienne où la saison sèche dure de 7 à 8 mois. La rigueur des climats sahéliens s'atténue progressivement au sud de l'isohyète 700 mm avec sept mois secs correspondant à peu près à la ligne Ouahigouya-Kongoussi-Bogandé (fig. 1).
- Le domaine soudanien est caractérisé par les climats soudaniens. Ces climats se développent au delà des 700 mm avec une saison sèche de moins de six mois, s'étalant en moyenne entre Octobre-Novembre et Mars-Avril :
 - * deux types soudaniens nord où la saison sèche dure de 6 à 7 mois, mais où la pluviométrie annuelle est de 700 à 800 mm, ou comprise entre 800 et 900 mm. Ces deux types couvrent les régions de Tougan, Yako, Kaya et Kantchari au Nord, puis Solenzo, Safané, Tenkodogo et Diapaga au Sud (fig. 1).
 - * deux types soudanien sud où la pluviométrie annuelle est de 900 à 1 100 mm avec 5 à 6 mois secs, et supérieure à 1 000 mm avec une saison sèche n'excédant pas cinq mois. Le premier type a pour limites au Sud, les régions de Bama, Houndé, Pô et Pama (fig. 1). Le second type concerne uniquement le Sud-Ouest du pays où la saison sèche s'atténue plus encore, dans les régions de Orodara, Bobo-Dioulasso, Banfora, Gaoua et Niangoloko (fig. 1).

L'aspect le plus important dans la pluviométrie est la variabilité spatio-temporelle des pluies, et qui conditionne la production agricole (Sédogo, 1993). La pluviométrie s'étale sur 60 à 90 jours dans le Sud et le Sud-Ouest, 40 à 80 jours au centre et 30 à 60 jours au Nord. Depuis le milieu des années 60, la pluviométrie annuelle se situe en moyenne entre 100 et 150 mm en dessous de la moyenne de long terme dans tous les isohyètes (Nagy et *al.*, 1988 cités par Kaboré, 1996). Ces migrations des isohyètes, vers le Sud, tout en contribuant à la dégradation du climat, entraînent des répercussions négatives sur la production agricole.

Les températures varient en moyenne entre 16 et 40°C. Les températures élevées et surtout les importantes fluctuations thermiques engendrent, sur le plan pédologique, des conditions d'hydrolyse totale qui accélèrent la dégradation des sols. Les humidités relatives sont faibles

notamment en saison sèche où le vent dominant (l'harmattan) souffle d'Est en Ouest. L'évaporation potentielle est importante à cette période et peut atteindre 12 mm/jour. Pendant la période pluvieuse, l'air humide provenant du Golfe de Guinée traverse tout le pays.

1.2. Les sols

La carte des sols du Burkina, mise au point par le Bunasols en 1985, donne une répartition des sols du pays en sept types (fig. 2).

Plusieurs grands groupes de sols se rencontrent donc au Burkina Faso avec des caractéristiques et contraintes spécifiques. Cependant, mais de façon générale, ces sols ont un faible niveau de fertilité, notamment en phosphore et en azote et une réserve en eau limitée qui varie avec leur situation topographique (CNRST, 1995a). Ces sols subissent, de façon très accrue, le phénomène de dégradation suite au ruissellement et à l'érosion hydrique et/ou éolienne.

Ainsi, dans la partie septentrionale du pays où le climat est sec (400 à 500 mm), on rencontre surtout les sols ferrugineux tropicaux peu lessivés et les sols isohumiques (sols bruns rouges et bruns sub-arides vertiques sur sables éoliens). Dans les régions du Centre et de l'Est du pays, où le total pluviométrique annuel est en moyenne de 800 mm, les sols dominants sont les sols ferrugineux tropicaux lessivés ou appauvris associés à des sols bruns eutrophes tropicaux développés sur des matériaux granitogneissiques et des roches basiques. Dans les régions sud et sud-ouest, la quantité d'eau de pluies reçue par an varie entre 1 000 et 1 200 mm. Les sols ferrugineux tropicaux lessivés et quelques lambeaux de sols ferralitiques y dominent.

1.3. L'hydrographie

Le réseau hydrographique du Burkina est relativement important avec trois principaux bassins qui sont ceux :

- des fleuves Mouhoun, Nakambé et Nazinon
- de la Comoé
- du Niger.

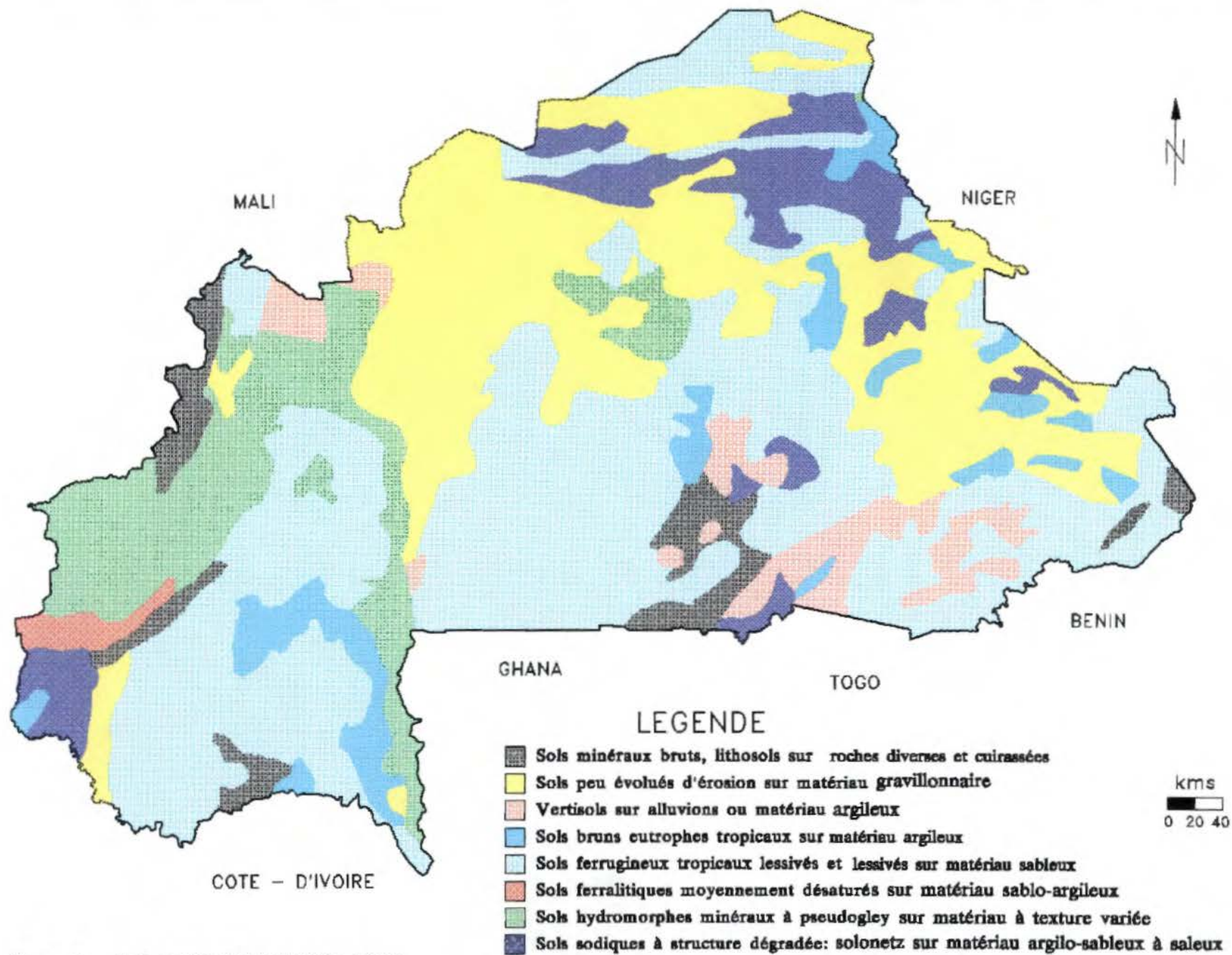


Figure 2: LES SOLS DU BURKINA FASO

Source: Sols du Burkina Faso (d'après BUNASOLS)

Réalisation CTIG/INERA Août 1997

Les cours d'eau permanents sont le Mouhoun et la Comoé. Le fleuve Mouhoun parcourt 820 km au Burkina Faso avant de former la Volta au Ghana. Ses affluents sont le Sourou, la Bougouriba et le Poni. La Comoé prend sa source dans le Sud-Ouest du pays et poursuit son cours en Côte d'Ivoire. Ses principaux affluents sont le Yanon et la Léraba. On estime à 160 000 ha les superficies des bas-fonds, les plaines aménageables et irrigables avec maîtrise totale de l'eau.

1.4. La végétation

Le Burkina Faso est un domaine des steppes et savanes où plus de 90 % du territoire est occupé par ces types de formations végétales (Fontès et *al.*, 1994).

La répartition des différentes espèces qui composent ces formations végétales est fonction des différents territoires phytogéographiques rencontrés dans le pays (Guinko, 1989).

- Dans le domaine sahélien, le secteur phytogéographique sahélien est caractérisé par des espèces sahariennes et sahéliennes typiques tandis que dans le secteur subsahélien, de nombreuses espèces sahéliennes et soudaniennes ubiquistes interfèrent, mais l'allure générale de la végétation est dominée par les éléments sahéliens et sahariens.

Le couvert ligneux du domaine sahélien forme une steppe à arbrisseaux, arbustes et arbres épais ou en fourrés (brousses tigrées). Les espèces caractéristiques de ce domaine sont du genre *Acacia*, notamment *Acacia senegal* (L.) Willd, *Acacia nilotica* var. *tomentosa* (Benth.) A. F. Hill, *A. seyal* Del. et *A. raddiana* Savi. En plus de ces espèces, *Balanites aegyptiaca* (L.) Del., *Adansonia digitata* L., *Hyphaene thebaica* (L.) Mart et *Faidherbia albida* (Del.) A. Chev. occupent les espaces de culture. Le tapis herbacé y est composé d'espèces annuelles et comporte de nombreuses poacées et des fabacées. Il est continu ou discontinu suivant les conditions édaphiques.

- Le domaine soudanien comporte les secteurs phytogéographiques soudanien septentrional et soudanien méridional. Dans le secteur phytogéographique soudanien septentrional, on note l'apparition de paysages agrestes dominés çà et là par de gros arbres trapus appartenant aux espèces protégées : *Vitellaria paradoxa* (Gaertn.), *Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth., *Khaya*

senegalensis (Des.) A. Juss., *Adansonia digitata* L., *Lannea microcarpa* Engl. & K. Krause, *Tamarindus indica* L., *Faidherbia albida* (Del.) A. Chev. Les poacées pérennes, *Andropogon gayanus* var. *tridentatus* Hack. et *Cymbopogon schoenanthus* subsp. *Proximus* Maure & Weiller, sont fréquentes. De nombreuses espèces sahéliennes dont *Cassia tora* L., *Ctenium elegans* Kunth, *Echinochloa colona* (L.) Link, *Sida cordifolia* L., *Ziziphus mauritania* Lam. y sont aussi fréquentes.

Le secteur phytogéographique soudanien méridional est caractérisé par l'espèce *Isoberlinia doka* Craib & Stapf. Les caractéristiques floristiques des nombreuses galeries forestières de ce secteur permettent d'y distinguer quatre districts phytogéographiques : Ouest Mouhoun, Est Mouhoun, Pendjari, Komoé (fig. 1) :

- * le district phytogéographique de l'Ouest Mouhoun est caractérisé par la présence de larges forêts galeries constituées par de nombreuses espèces guinéennes : *Antiaris africana* Engl., *Antidesma venosum* Tul., *Chlorophora excelsa* (Welw.) Benth., *Dialium guineense* Willd., *Leea guineensis* G. Don, *Lecaniodiscus cupanioides* Planch. ex Keay, *Monodora tenuifolia* Benth, *Pandanus candelabrum* P. Beauv., *Rauwolfia vomitoria* Afezel., *Voacanga africana* Staff.
- * le district phytogéographique de l'Est Mouhoun est constitué de galeries forestières pauvres en espèces guinéennes. Les espèces guinéennes ripicoles que sont *Cola laurifolia* Mast., *Elaeis guineensis* Jacq., *Manilkara multinervis* (Bak.) Dubard et *Pterocarpus santalinoides* L'Hér. ex Dc. se rencontrent dans ce district. Les espèces constitutives sont en majeure partie soudaniennes : *Acacia polyacantha* subsp. *Campylacantha* (Hochst. Ex A. Rich.) Brenan, *Acacia sieberiana* Dc, *Anogeissus leiocarpus* (Dc.) Guill. & Perr., *Daniellia oliveri* (Rolfe) Hutch. & Dalz., *Diospyros mespiliformis* Hochst. ex A. Dc, etc.
- * le district phytogéographique de la Pendjari présente une originalité remarquable par le peuplement naturel de *Borassus aethiopum* Mart. (rônier) qu'on rencontre dans les galeries forestières de la rivière Pendjari et de ses affluents. Le rônier est souvent associé à *Anogeissus leiocarpus* (Dc.) Guill. & Perr., *Daniellia oliveri* (Rolfe) Hutch. Dalz. et *Khaya senegalensis* (Desv.) A. Juss.

* le district phytogéographique de la Komoé est la région la plus boisée du pays où les galeries forestières sont constituées de forêts denses semi-décidues de composition floristique identique à celle des galeries du district Ouest Mouhoun. En plus des espèces principales que sont *Isoberlinia doka* Craib & Stapf et *Isoberlinia dalzielii* Craib & Stapf, on y rencontre fréquemment *Anogeissus leiocarpus* (Dc.) Guill. & Perr., *Burkea africana* Hook., *Cussonia barteri* Seemann, *Lophira lanceolata* Van Tiegh. ex Keay, *Monotes kerstingii* Gilg, *Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth., etc.

Parmi ces différents domaines, on compte des domaines classés comme les parcs nationaux qui couvrent 390 500 ha, les réserves de faunes de 2 545 500 ha et des forêts classées qui s'étendent sur 880 000 ha (CNRST, 1995a).

1.5. Le milieu humain

La population du Burkina Faso s'élevait en 1985 à 7 964 705 habitants (INSD, 1990) et à 10 316 600 habitants en 1996 (INSD, 1997). En 1996, on y dénombrait 5.335.128 femmes, 4.981.472 hommes et 1 670 681 ménages. Le taux moyen de croissance de la population à la même période avoisinait 3 %.

La population est en grande majorité rurale (93,6 %) et inégalement répartie sur l'ensemble du territoire. Le plateau central reste très peuplé puisque la densité y dépasse parfois 100 habitants/km², ce qui est nettement supérieur à la moyenne nationale de 37 habitants/km². L'espérance de vie est estimée à 47,1 ans et la population se caractérise par son extrême jeunesse : 43,5 % de la population a entre 0 et 14 ans (INSD, 1997).

Une soixantaine de groupes ethniques coexistent au Burkina Faso, avec cependant un groupe majoritaire représenté par les Mossis (52 % de la population) suivi de loin par les Peuls (19 %). Ces groupes sont caractérisés par quelques différences au niveau de la culture, de la gestion du terroir, de l'aménagement de l'espace et de la nature, etc.

Actuellement, de nombreux Burkinabé émigrent d'une région à une autre ou de la campagne vers la ville. Les raisons de ces migrations sont essentiellement économiques, culturelles et

psychologiques (Sédogo, 1993). Les migrations à l'intérieur du pays concernent des départs individuels ou collectifs, spontanés ou organisés, des régions généralement infertiles ou surpeuplées du Nord et du Centre-Nord vers des zones plus fertiles et sous-exploitées de l'Ouest et du Centre-Sud. Les migrations vers l'étranger se font essentiellement en direction de la Côte-d'Ivoire. L'exode rural vers les centres urbains entraîne une surexploitation et un déboisement autour des grandes villes telles que Ouagadougou, Bobo-Dioulasso, Koudougou, Kaya et Dédougou, ainsi que de nombreux problèmes d'urbanisation.

L'état sanitaire, bien qu'en amélioration, reste marqué par une forte mortalité infantile avec seulement 700 enfants sur 1000 qui atteignent l'âge de cinq ans (CIMAC, 1996). En terme de nutrition, environ 75 % de la ration calorifique proviennent des céréales, dont environ 1 à 2 % pour le blé, 5 % pour le riz, 6 % pour le maïs, plus de 60 % pour le sorgho-mil (MAE/CILSS, 1990). Selon les résultats de plusieurs études menées dans le pays, l'état nutritionnel de la majorité de la population peut être considéré comme normal ; environ 30 % des enfants et des femmes sont légèrement sous-alimentés et de 1 à 5 % fortement sous-alimentés.

La population est aussi caractérisée par son faible niveau d'alphabétisation. Qu'il s'agisse de l'éducation formelle (scolarisation) ou non formelle (alphabétisation), on constate que les taux sont généralement faibles ; respectivement 34 % et 18,9 % (CIMAC, 1996).

Le système foncier est régi par la loi portant réorganisation agraire et foncière (RAF) qui confère la propriété exclusive de l'état sur le domaine foncier national. Toutefois, son application demeure timide en raison de la prévalence des droits coutumiers de tenure des terres sur tout le territoire national.

1.6. Caractéristiques de l'agriculture burkinabé

L'agriculture constitue la principale activité des populations burkinabè et emploie environ 90 % de la population active (Kaboré et *al.*, 1997). Elle repose essentiellement sur les cultures vivrières, avec une nette dominance des trois céréales que sont le sorgho, le mil, le maïs, (fig. 3).

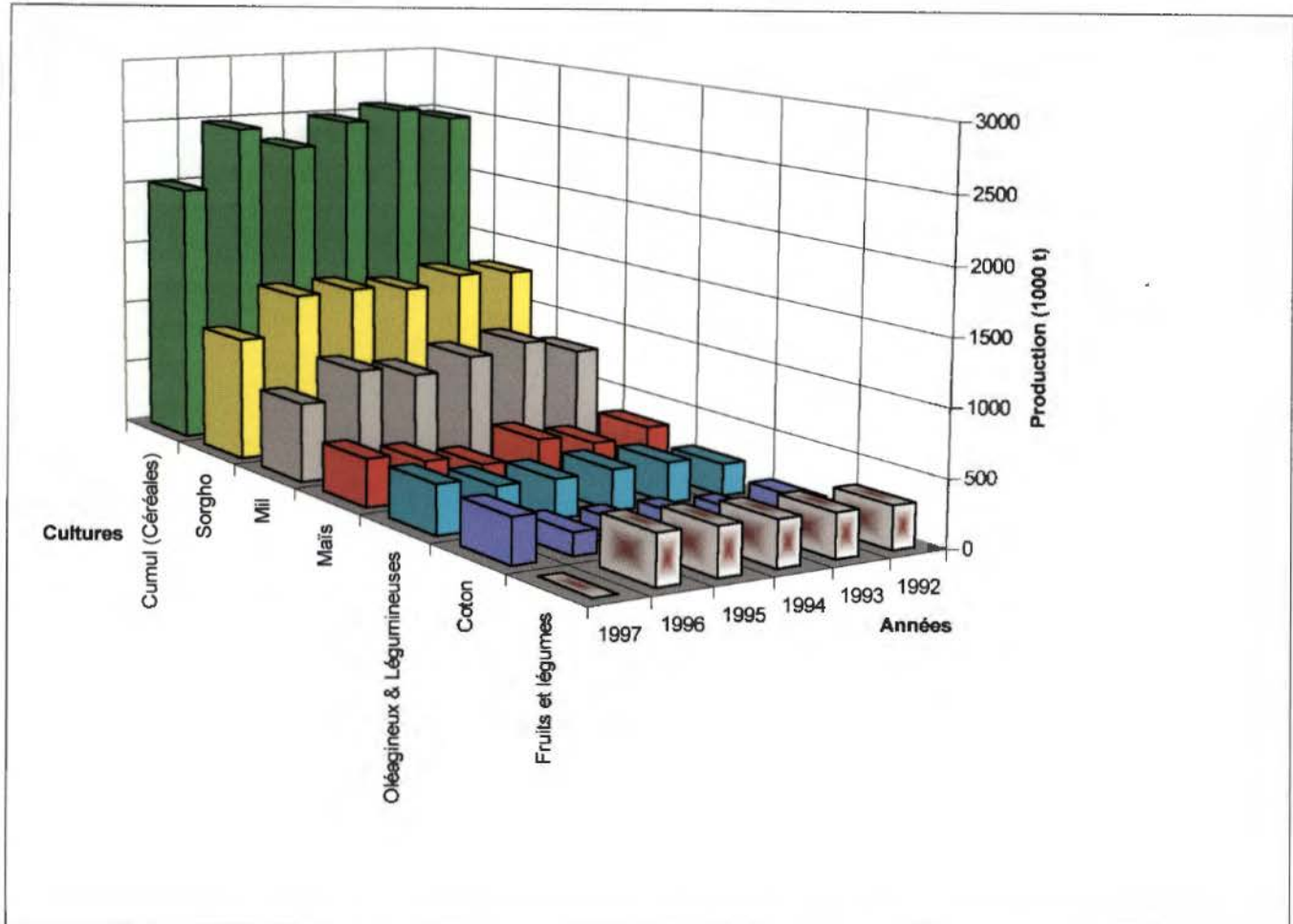


Figure 3 : Evolution de la production céréalière et des principales cultures de rente au Burkina Faso de 1992 à 1997

(Source : Direction des statistiques agro-pastorales du Burkina Faso)

Le coton représente la principale culture de rente dans les régions Ouest et Sud-Ouest du pays. Il est suivi de loin par les oléagineux et légumineuses (arachide, sésame, niébé, voandzou, etc.), les fruits et légumes (agrumes, mangue, productions légumières) comme l'indique la représentation de la figure 3.

L'élevage, au même titre que l'agriculture, occupe une place importante dans le système de production dans toutes les régions du Burkina. Il joue un rôle important dans l'économie du pays, contribuant pour environ 10 % au PIB (35 % pour l'ensemble du secteur agricole). En terme d'effectifs, on dénombre 4 260 900 bovins, 5 680 600 ovins, 7 242 100 caprins, 552 300 porcins, 445 300 asins, 23 032 équins, 13 056 camelins et 18 776 400 volailles (DSAP/MARA, 1995).

Les potentialités agricoles importantes du pays sont constituées par les 13 millions d'hectares de terres cultivables dont 3,7 millions en exploitation. Sur les 160 000 ha de terres facilement irrigables, seulement 11 600 ha sont présentement aménagées avec maîtrise totale de l'eau. Les terres sylvo-pastorales sont estimées à 16 311 800 ha (MARA, 1996). Le taux de croissance agricole de 2,5 % généralement inférieur à celui du PIB ne permet pas de compenser l'accroissement démographique qui est de 2,68 % l'an (MFP, 1993 ; World bank, 1997a).

La production céréalière est essentiellement pluviale et par conséquent exposée aux aléas climatiques (sécheresses, variations spatio-temporelles de la pluviométrie, etc.) et à la dégradation continue de l'environnement et des sols. Cet environnement de production combiné aux moyens archaïques de production, fait que l'agriculture arrive difficilement à satisfaire les besoins alimentaires et à garantir une sécurité alimentaire.

Les solutions à la dégradation du climat et des sols passent nécessairement par les innovations technologiques pour lesquelles, l'Institut de l'Environnement et des Recherches Agricoles ou INERA (ancien Institut d'Etudes et de Recherches Agricoles) a été créé au sein du CNRST.

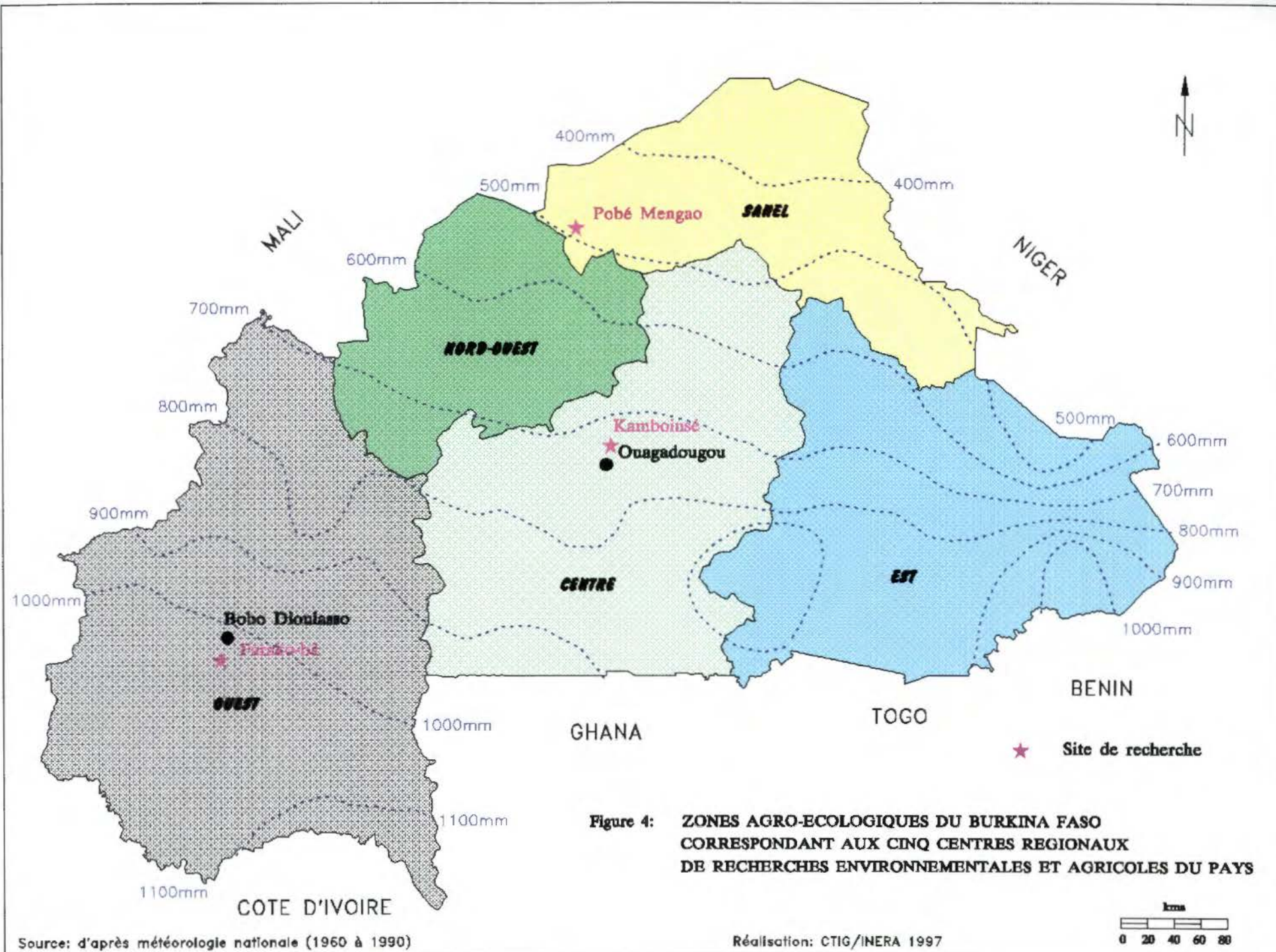


Figure 4: ZONES AGRO-ECOLOGIQUES DU BURKINA FASO CORRESPONDANT AUX CINQ CENTRES REGIONAUX DE RECHERCHES ENVIRONNEMENTALES ET AGRICOLES DU PAYS

Source: d'après météorologie nationale (1960 à 1990)

Réalisation: CTIG/INERA 1997

Sur la base de critères agro-climatiques, socio-démographiques, des contraintes et potentialités régionales, cinq régions agro-écologiques ont été identifiées dans le pays par le CNRST (1994) (fig. 4). En relation avec les structures chargées de l'encadrement et de la vulgarisation de ces régions agro-écologiques, l'INERA contribue à la formation des producteurs, à l'élaboration de technologies et à leur adoption par ces producteurs.

Grâce à l'importance accordée par les autorités politiques à la recherche agricole, cet institut a pu bénéficier entre 1989 et 1996 d'un prêt de l'IDA (Banque Mondiale) qui lui a permis d'enregistrer des résultats importants comme souligné dans le rapport de fin d'exécution du PRA (World bank, 1997a). Ainsi, la création et l'introduction de variétés améliorées ont permis de multiplier par deux les rendements de certaines cultures céréalières tels que le riz pluvial et le maïs. Ils sont passés de 800 à 2000 kg/ha et de 1 à 2 tonnes/ha respectivement pour ces deux cultures. Ces augmentations ont encore été meilleures pour le niébé dont la production des variétés améliorées est le quadruple de celle des variétés locales.

En dépit de ces progrès importants, il reste encore de nombreuses contraintes à lever afin d'assurer une croissance durable du secteur agricole burkinabé. Les taux d'adoption des innovations technologiques sont restés jusqu'à présent bas (World bank, 1997b). Les mécanismes pour le renforcement du partenariat entre la recherche agricole, la vulgarisation et les organisations de producteurs qui se mettent en place progressivement, devraient permettre de mieux connaître les contraintes d'adoption des innovations technologiques et d'aboutir à une meilleure adoption par les producteurs, des technologies générées par la recherche agricole.

CHAPITRE II : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

2.1. Le niébé et sa culture

2.1.1. Importance du niébé

Le niébé, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. est l'une des plus importantes légumineuses alimentaires de la zone tropicale du continent africain qui, avec une superficie de 8 800 000 hectares, produit à lui seul les 2/3 de la production mondiale estimée à plus de 3 000 000 de tonnes (Singh et al., 1997). Selon les mêmes auteurs, sur les 12 500 000 hectares de superficie totale mondiale dévolues à la culture, l'Afrique Occidentale et Centrale occupent 8 000 000 d'hectares, suivie de l'Amérique du Sud et du Centre avec 2 400 000 hectares. L'Asie avec 1 300 000 hectares et l'Afrique de l'Est et du Sud avec 800 000 hectares sont les autres régions relativement importantes de production du niébé. Cependant, la plus importante production est obtenue dans les régions sèches du Nord du Nigeria (1 700 000 tonnes), le Nord-Est du Brésil (700 000 tonnes), le Sud du Niger (300 000 tonnes), qui sont les plus gros producteurs mondiaux. Il est à noter qu'avec la disponibilité de nouvelles variétés performantes, on assiste à une augmentation de plus en plus importante de la production du niébé au Brésil, à Cuba, au Mozambique, au Nigeria, au Sri Lanka, en Zambie, au Zimbabwe (Singh et al., 1997).

Le Burkina Faso, avec 256 000 tonnes de niébé produites en 1996 (DSAP/MARA, 1997) occupe le troisième rang africain. Une quinzaine d'autres pays répartis dans la zone inter-tropicale du continent se partagent le reste de la production africaine (Rachie, 1985).

Toutefois, il convient de noter que les statistiques concernant la production du niébé sont très variables et difficiles à obtenir dans beaucoup de pays. En effet, elles ne sont pas séparées de celles des autres légumineuses. Elles sont souvent sous-estimées, surtout en Afrique où le niébé est cultivé principalement en association avec les céréales, avec des rendements particulièrement bas de 240 à 300 kg/ha (Rachie, 1985). Une belle illustration de cette situation est celle du Burkina Faso qui a produit 95 000 tonnes en 1981 (Rachie, 1985) et qui, selon les sources de la DSAP, a enregistré entre cette date et l'année 1997 des

fluctuations aberrantes de production (fig.5). Les productions burkinabè de niébé de ces dernières années (1993 à 1997) nous paraissent proche de la réalité lorsqu'on prend en compte l'analyse faite par l'INERA (CNRST, 1995b). La grande majorité du niébé étant produite en association avec les céréales, cette analyse estime les superficies ensemencées en niébé au cinquième de celles emblavées en céréales.

Il apparaît de manière évidente que la faible production du niébé peut être attribuée à la marginalisation de la culture dans la plupart des pays producteurs. En effet, cette culture n'a commencé à bénéficier de l'attention des institutions nationales et internationales de recherches agricoles que durant ces deux à trois dernières décennies (Singh et al., 1997).

2.1.2. Systématique, origine et dispersion, morphologie

Le niébé appartient à la superfamille des *Leguminoeseae*, à la famille des *Fabaceae* et au genre *Vigna*, qui a pendant longtemps, été confondu au genre *Phaseolus*. La distinction entre ces deux genres a été dans un premier temps faite sur la base de la morphologie de leur carène : *Vigna* a une carène symétrique alors que chez *Phaseolus*, elle est enroulée ou incurvée (Babiker et Hooper, 1965, cités par Baudoin et Maréchal, 1985). Ce critère ayant été jugé insuffisant, d'autres auteurs ont pu déceler la présence au niveau de *Vigna* de stipules et d'un style qui se prolonge en bec au delà du stigmate (Wilczek, 1954 suivi de Hepper, 1958, cités par Baudoin et Maréchal, 1985).

Les auteurs tels que Maréchal et al. (1978), Padulosi et Ng, (1997) considèrent *Vigna* comme un genre pantropical avec plusieurs espèces encore hétérogènes alors que *Phaseolus* serait un genre bien homogène regroupant des espèces originaires d'Amérique.

Il existe plusieurs sous-espèces de *Vigna unguiculata*. Verdcourt (1970) en a identifié cinq : *V. unguiculata* subsp. *Unguiculata*, *V. unguiculata* subsp. *Cylindrica*, *V. unguiculata* subsp. *Sesquipedalis*, *V. unguiculata* subsp. *Dekindtiana* et *V. unguiculata* subsp. *Menensis*. Les trois premières sous-espèces sont cultivées alors que les deux dernières sont des formes sauvages.

Suite à la révision des travaux de Verdcourt (1970), Maréchal et *al.* (1978), Ng et Maréchal (1985) ont regroupé tous les niébés cultivés sous l'appellation botanique de *Vigna unguiculata*, sub-espèce *Unguiculata*. Ce dernier est lui même divisé en quatre "culti-groupes" qui sont *Unguiculata*, *Biflora*, *Sesquipedalis* et *Textilis*. Aucune controverse n'a marqué cette classification depuis qu'elle a été proposée.

Toutes les sources d'auteurs à notre connaissance concordent sur l'origine africaine du niébé cultivé, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. (Vavilov, 1951, cité par Steele 1972 ; Steele et Mehra, 1980 ; IITA, 1982 ; Ng et Maréchal, 1985 ; Padulosi et Ng, 1997). L'Afrique de l'Ouest (zone comprise entre la région de savane du Nigeria, le Sud Niger, une partie du Burkina Faso, le Nord du Bénin, du Togo et le Nord Ouest du Cameroun) serait un des centres primaires de diversification des formes cultivées du groupe *Unguiculata*. Une grande diversité génétique et les formes les plus primitives de *Vigna unguiculata* se rencontrent en Afrique australe (Namibie, Botswana, Zambie, Zimbabwe, Mozambique, République Sud Africaine (Padulosi et Ng ; 1997). Les autres centres de diversification seraient l'Inde pour les formes cultivées du groupe *Biflora* et l'Asie du Sud-Est (Cambodge, Malaisie, Thaïlande, Indonésie, Bangladesh, etc.) pour les formes cultivées du groupe *Sesquipedalis*. L'Inde serait également un centre de diversification des formes cultivées du groupe *Unguiculata*.

C'est à partir de son berceau africain que la culture du niébé s'est étendue à l'Europe, à l'Asie du Sud-Ouest et à l'Inde. Il a été introduit au 17^e siècle par les espagnols en Amérique Tropicale à la faveur de l'esclavage et est cultivé aux Etats-Unis depuis le début du 18^e siècle (Padulosi et Ng, 1997).

Le niébé cultivé est une plante herbacée annuelle, autogame (fécondation croisée de 0,2 à 2%) dépassant rarement 60 centimètres de hauteur (Bois, 1927). Les feuilles alternées trifoliolées sont rattachées aux tiges cylindriques glabres et très ramifiées par un pédoncule de 5 à 15 cm. Les ports sont érigés, rampants ou grimpants. Les gousses ont des longueurs variables (de 5 à 30 centimètres), sont déhiscentes avec des graines de couleurs variables selon les cultivars. Le système racinaire est pivotant et porte de nombreuses nodosités caractéristiques des légumineuses dues aux *Rhizobium* fixateurs d'azote.

2.1.3. Utilisation

Dans ses principales zones de production, le niébé joue un rôle important dans l'alimentation humaine, animale, la restauration de la fertilité du sol. Il est également une source de devises pour les agriculteurs. Sur le plan alimentaire et nutritionnel, ses fruits (gousses vertes) et ses graines sont très riches en protéines (24 %) alors que celles du *Vigna subterranea* (L.) Thouars, une autre Légumineuse alimentaire importante des régions tropicales d'Afrique n'en contiennent que 14 % (Goli et al., 1988 ; Sérémé et al., 1991). Les graines de niébé contribuent dans certaines régions tropicales semi-arides et semi-humides pour plus de la moitié des protéines végétales utilisées dans l'alimentation humaine (Rachie, 1985). C'est donc un aliment stratégique qui, du fait de sa forte teneur en protéines, contribue à réduire les carences protéiques dans les rations alimentaires en milieu rural et urbain pauvres pour lesquels les protéines animales sont financièrement peu accessibles.

Outre le fait que les parties aériennes (feuilles, gousses vertes et graines) de la plante sont consommées par l'homme sous forme de mets divers, le niébé, de par sa précocité de maturité par rapport aux céréales, joue un rôle important comme aliment de soudure surtout pour les pays sahéliens. Il est disponible dès les mois de Juillet - Août en zone soudano-sahélienne, quand les réserves en céréales de l'année précédente sont épuisées et les nouvelles productions sont encore au champ.

Dans le domaine de l'alimentation du bétail, les fanes de niébé ont une haute valeur fourragère et sont particulièrement recherchées par les éleveurs pour l'intensification de leurs productions animales. Ainsi, dans le cadre de l'intégration agriculture-élevage au Burkina Faso, et sur la base des besoins exprimés par les agro-pasteurs, l'INERA a inscrit comme priorité de recherche, la mise au point de variétés de niébé à double objectif (CNRST, 1995b). Il s'agit des variétés ayant un bon rendement aussi bien en fourrage qu'en graines.

Etant une légumineuse, le niébé, grâce à son association avec les *Rhizobium* peut fixer l'azote atmosphérique, contribuant ainsi à la restauration de la fertilité du sol. Selon Rachie (1985), on estime à plus de 200 kg/ha, la quantité d'azote mobilisée par une culture du

niébé bien couvrante. Il n'est donc pas nécessaire dans ces conditions de faire un apport en cet élément pour lequel le niébé est autosuffisant durant sa culture, laissant après sa récolte 60 à 70 kg d'azote fixé/ha que peuvent utiliser les cultures suivantes.

Source de revenu monétaire pour les agriculteurs de certains pays, le niébé commence à entrer dans l'économie burkinabè grâce à son exportation vers les pays voisins côtiers que sont la Côte d'Ivoire, le Ghana, le Togo et le Bénin où la demande est forte (Ouédraogo et *al.*, 1997). Les exportations de niébé ont représenté 0,14 % des exportations globales du Burkina en 1991 et 0,2 % en 1990 (Ouédraogo et Diallo, 1996).

2.1.4. Techniques culturales, potentiel variétal et contraintes de production

Dans la plupart des pays africains où il est produit, le niébé est rarement cultivé en culture pure mais plutôt en association, principalement avec le mil, le maïs, le sorgho et les tubercules (patate douce, igname, manioc). Plusieurs raisons ou connaissances paysannes expliquent cette pratique.

Du point de vue des avantages, l'association du niébé aux autres cultures vise à minimiser les risques climatiques ; le niébé, étant souvent plus précoce que les cultures avec lesquelles il est en association, sera moins exposé aux conséquences de l'arrêt précoce de la pluviométrie. Selon Kassan (1976) et compte tenu de la non protection contre les ennemis de la culture, l'association du niébé avec les autres cultures permet également de réduire les attaques des ennemis de la plante et permet une récolte supplémentaire de l'ordre de 25 à 50 % par rapport au rendement potentiel.

Il y a également le fait que les variétés locales en Afrique ont des maturités plus tardives que les variétés améliorées. Elles sont par conséquent plus adaptées aux intensités lumineuses plus faibles, sous les autres cultures avec lesquelles elles sont en association (Norman, 1972).

La pratique de l'association niébé/céréales permet aux variétés rampantes d'assurer une couverture du sol, supprimant ainsi les mauvaises herbes et assurant une protection contre

l'érosion du sol. En plus, quelques variétés de niébé stimulent la germination des semences suivie de la mort de *Striga hermonthica*, redoutable plante parasite des céréales tropicales (Quin, 1997).

L'inconvénient majeur du niébé utilisé en association est que la culture n'intervient pas comme culture principale dans cette association et ne bénéficie pas de l'apport technologique indispensable pour exprimer ses potentialités. Il est rare dans ces conditions que les rendements atteignent ou dépassent les 400 kg de graines par hectare.

Beaucoup de progrès ont été réalisés pour l'amélioration de la production du niébé depuis la création de l'IITA en 1969 grâce aux efforts conjugués des chercheurs de cet institut, de ceux des programmes nationaux et des structures régionales de recherches. Depuis lors, l'utilisation des variétés améliorées du niébé en culture pure ou en relai est de plus en plus pratiquée couramment chez les producteurs africains.

Ces efforts de recherche permettent de disposer aujourd'hui de plusieurs types de matériels adaptés aux différentes conditions agro-écologiques et aux différents systèmes de production (Singh *et al.*, 1997). Aussi bien pour les variétés à cycle court (60-70 jours), intermédiaire (75-90 jours) ou long (85-120 jours), photosensibles ou non et utilisées en culture pure ou en association dans différents systèmes de production, les potentiels de rendement en graines des variétés améliorées varient de 1,5 à plus de 2 tonnes/ha.

Le niébé est une des rares cultures adaptées aux graves sécheresses de la zone sahélienne par rapport à d'autres légumineuses alimentaires et même le mil (Hall et Patel, 1987). Cependant, sa production y est limitée aussi bien par des facteurs abiotiques, biotiques que socio-économiques. Les principaux facteurs abiotiques affectant la production du niébé sont la pauvreté des sols en matière organique et en éléments minéraux et la sécheresse fréquente dans la zone. Les facteurs biotiques sont les problèmes les plus importants du niébé et sont essentiellement constitués par les maladies, les insectes et les plantes parasites (Singh et Allen, 1979 ; 1980). Les contraintes socio-économiques sont liées aux modes de culture et aux variétés utilisées par les producteurs mais surtout à la pauvreté de ces producteurs qui

n'arrivent pas à supporter les coûts liés à l'adoption des nouvelles technologies de production et de conservation du niébé.

2.1.5. Problèmes parasitaires de la culture du niébé

2.1.5.1. Les maladies virales

Plusieurs auteurs tels que Allen (1983), Shoyinka et *al.* (1988), Thottappilly et Rossel (1985 ; 1992) ont fait l'inventaire et la mise à jour de l'inventaire des maladies virales du niébé.

Sur la vingtaine de maladies qui ont été recensées, Hampton et *al.* (1997) précisent les plus importantes qui sont dues aux virus transmis pour la plupart par les semences. Ce sont : blackeye cowpea mosaic potyvirus (Bl CMV), cowpea aphid-borne mosaic potyvirus (CABMV), cucumber mosaic cucumovirus (CMV), cowpea mosaic (CPMV) et cowpea severe mosaic (CPSMV) comovirus, southern bean mosaic sobemovirus (SBMV) et cowpea mottle carmovirus (CPMV).

Deux autres viroses non transmises par les semences sont causées par cowpea golden mosaic geminivirus (CGMV), l'un des virus les plus dévastateurs du niébé dans le monde et cowpea chlorotic mottle bromovirus (CCMV) responsable, seul ou en combinaison avec d'autres virus, des pertes importantes de production.

2.1.5.2. Les autres maladies parasitaires

Ce sont essentiellement les mycoses, les bactérioses, les plantes parasites et les maladies dues aux nématodes. Un inventaire des maladies fongiques et bactériennes du niébé a été fait par Allen et *al.* (1981) qui ont précisé la distribution et l'importance des pertes de rendement qu'elles occasionnent. Plus récemment, Emechebe et Shoyinka (1985), Emechebe (1988), Emechebe et Florini (1997) ont décrit les plus importantes maladies de la culture du niébé (planche I).

PLANCHE I : QUELQUES MALADIES IMPORTANTES DU NIEBE

Photo 1 : Plants de niébé infectés par le Striga (*Striga gesnerioides*)

Photo 2 : Symptômes foliaires de la gale (*Elsinoe phaseoli*)

Photo 3 : Lésions foliaires de la rhizoctoniose (*Rhizoctonia solani*)

Photo 4 : Symptômes sur gousses de la gale (*Elsinoe phaseoli*)

Photo 5 : Symptômes foliaires du chancre bactérien (*Xanthomonas campestris* pv. *vignicola*)

Photo 6 : Défoliation totale et mort des plantes suite à l'infection par le chancre bactérien.



Photo 1 (P. SEREME)



Photo 2 (P. SEREME)



Photo 3 (P. SEREME)



Photo 4 (J. OUEDRAOGO)



Photo 5 (P. SEREME)



Photo 6 (P. SEREME)

PLANCHE I

Parmi les agents responsables des fontes de semis, *Pythium aphanidermatum*, *Rhizoctonia solani*, *Macrophomina phaseolina*, *Fusarium* spp., *Colletotrichum* spp. sont les plus courants. Les maladies des parties aériennes sont l'anthracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*), les taches brunes (*C. capsici* et *C. truncatum*), la rhizoctoniose (*Rhizoctonia solani* dont *Thanatephorus cucumeris* est la forme teliomorphe), la gale (*Elsinoe phaseoli* qui a pour forme conidienne *Sphaceloma*), les cercosporioses (*Cercospora canescens* et *Pseudocercospora* ou *Mycosphaerella cruenta*), les septorioses (*Septoria vignae*, *S. vignicola*, *S. kozopolzanskii*), la pourriture sèche (*Macrophomina phaseolina*), l'oïdium (*Erysiphe polygoni* et *Sphaerotheca fuliginea*), l'ascochyte (*Ascochyta phaseolorum*), le charbon des feuilles (*Protomyces phaseoli*), la rouille brune (*Uromyces appendiculatus*), les flétrissements dus à *Pythium aphanidermatum* et *Fusarium* spp.

Les nématodes à galles (*Meloidogyne incognita* et *Meloidogyne javanica*) sont responsables des maladies des parties souterraines de la plante.

Parmi les maladies bactériennes les plus importantes, le chancre bactérien dû à *Xanthomonas campestris* pv. *vignicola* (Burkholder) Dye est la plus largement répandue et se trouve dans toutes les zones de culture du niébé (Emechebe et Florini, 1997). Par contre, la maladie des pustules bactériennes qui serait due à une souche différente de *Xanthomonas campestris* pv. *vignicola* (Emechebe et Shoyinka, 1985) était considérée comme limitée à l'Afrique jusqu'à sa récente présence signalée au Népal par Dahal et al. (1992).

2.1.5.3. Les plantes parasites

Striga gesnerioides (Willd.) Vatke et *Alectra vogelii* Benth. sont les deux plantes parasites qui affectent sérieusement la production du niébé. Selon Musselman et al. (1991), le striga est largement répandu en Afrique sub-saharienne et dans certaines régions de l'Asie et des Etats Unis d'Amérique, tandis qu'*Alectra* ne se trouve qu'en Afrique.

2.1.5.4. Les insectes

Selon Jackai et Adalla (1997), les insectes les plus dommageables du niébé sont ceux qui attaquent la plante en cours de floraison ou à la formation de ses gousses. Il s'agit des thrips des fleurs dont le plus important est *Megalurothrips sjostedti* (Thysanoptères), des chenilles foreuses des gousses (*Maruca vitrata* Fabricius (Syn. *M. testulalis*) (Lepidoptères), un complexe de punaises suceuses des gousses et des graines parmi lesquelles *Clavigralla tomentosicollis* Stal (Hémiptères) est dominante en Afrique. Les autres insectes pouvant causer des dégâts significatifs sur des jeunes plantes de niébé sont les pucerons *Aphis craccivora* Koch (Homoptères : Aphidae) qu'on rencontre en Afrique et en Asie et les Jassides *Empoasca dolichi* Paoli (Homoptères : Cicadellidae) présents dans tous les tropiques. Plusieurs insectes du stockage appartenant au genre *Callosobruchus* (Coléoptères) se rencontrent dans toutes les régions de production du niébé, mais les plus importants sont *C. maculatus* Fabricius et *C. chinensis* Linnaeus.

2.2. *Colletotrichum capsici*, agent principal de la maladie des taches brunes du niébé

2.2.1. Caractéristiques de l'agent pathogène et de la maladie

2.2.1.1. Taxinomie

Colletotrichum capsici (Syd.) Butler et Bisby et *C. truncatum* (Schein) Andrus et Moore ont été identifiés par le Commonwealth Mycological Institute comme étant les agents pathogènes responsables de la maladie des taches brunes du niébé (Emechebe, 1981a). Emechebe (1981a), Lenné (1992), Emechebe et *al.* (1994) et Emechebe et Florini (1997) ont cependant établi que *C. capsici* est le principal agent de la maladie des taches brunes. En effet, il intervient pour plus de 90 % dans les infections de la maladie et est isolé dans environ 100 % de cas dans les semences de niébé présentant les symptômes de la maladie contre 0 à 7% de cas de *C. truncatum*. Une troisième espèce de *Colletotrichum*, à savoir *C. lindemuthianum* (Sacc. et Magn.) Br. et Cav. provoque l'anthracnose des tiges du niébé (Onesiram et Barker, 1971 ; Williams, 1975), alors que *C. capsici* et *C. truncatum* en plus des tiges, attaquent les fleurs, les gousses et les graines. Le nom de maladie des taches

brunes a été proposé par Emechebe (1981a) pour différencier les manifestations de la maladie due à *C. capsici* et *C. truncatum* de celle provoquée par *C. lindemuthianum*.

Le genre *Colletotrichum* appartient à l'ordre des Mélanconiales et à la classe des Coelomycètes (Sutton, 1980). Ce sont des Deutéromycètes ou champignons imparfaits qui ont des acervules comme organes de fructification.

Les champignons du genre *Colletotrichum* ont connu plusieurs noms de genres (*Vermicularia*, *Gloeosporium*, *Gloeosporiopsis*, etc.), mais grâce aux travaux de von Arx (1957), ils ont tous été regroupés sous le genre *Colletotrichum*. Von Arx (1957) a réduit le nombre d'espèces de *Colletotrichum* de plusieurs centaines à 11 et Sutton par la suite a porté ce nombre à 22 (Sutton, 1980), puis à 39 (Sutton 1992). Selon von Arx (1957), *C. dematium* (Pers.ex Fr.) Grove serait synonyme de *C. capsici*. Cette synonymie est remise en cause par Sutton (1980) qui montre que les spores de *C. capsici* sont plus grosses que celles de *C. dematium*. Auparavant, Mordue (1971) considérait que *C. capsici* en plus de ses grosses spores par rapport à *C. dematium* se rencontre en zones tropicale et subtropicale et que *C. dematium* serait un saprophyte en zone tempérée. Il paraît donc évident que l'identification des espèces au sein du genre *Colletotrichum* ne fait pas l'unanimité chez les taxinomistes, puisque les concepts d'identification d'espèces étaient fondés exclusivement sur les caractères morphologiques des champignons, et parfois en combinaison avec une spécificité d'hôte ou l'absence de celle-ci (Sutton, 1992).

2.2.1.2. Morphologie

En culture sur milieu PDA, *C. capsici* a une masse mycélienne de couleur grise caractérisée par une absence de sclérotés (Emechebe, 1981a). Cette espèce de *Colletotrichum* produit des acervules de forme arrondie ou allongée, ayant un diamètre variant entre 110 et 950 μm . De ces acervules se dressent d'abondantes soies brun-noir (76 à 193 x 4,5 à 7,0 μm) cloisonnées (2 à 5 divisions), ayant une cellule terminale lancéolée (largeur de l'apex 2,5 à 3,3 μm) ou ayant le même diamètre que les cellules centrales.

Les conidies sont hyalines, unicellulaires, le plus souvent falciformes mais occasionnellement droites et de dimensions variables : 21 à 31 μm de long sur 3,5 à 4,5 μm de large. La masse conidienne en culture sur PDA est initialement de couleur crème devenant par la suite rosée.

Quant à *C. truncatum*, elle se caractérise aussi par une masse mycélienne de couleur grise avec plusieurs variantes et la présence de sclérotés épars (Sutton, 1992). Les soies brun-noir sont peu abondantes. La masse conidienne est de couleur safran à orange. Les conidies sont légèrement falciformes et ont leurs extrémités en forme de fuseau. Leur taille varie entre 12-16 x 4-6 μm . *C. truncatum* a aussi été décrite par von Arx (1957, 1981) comme une forme spéciale de *C. dematium*.

2.2.1.3. Symptômes de la maladie

Les maladies dues aux champignons appartenant au genre *Colletotrichum* sont généralement appelées des anthracnoses. Les symptômes de la maladie ont des caractéristiques typiques sur les différents organes de la plante qui sont attaquées (planche II).

- Pendant la germination, lorsque la graine est fortement contaminée, il se produit la fonte de semis de pré-levée.
- Sur plantules : il y a formation au niveau de l'hypocotyle d'une lésion de coloration brun-pourpre. Ce premier symptôme est la conséquence d'une transmission de la maladie par la semence. En cas de forte contamination de la semence par le pathogène, il s'en suit une mort de la plantule par la fonte de semis de post-levée.
- Sur tiges, feuilles, gousses : dans le cas où la plantule infectée par la maladie ne meurt pas, des lésions secondaires s'installent sur la tige au fur et à mesure que la plante se développe. Ces lésions secondaires sont initialement brun-noir, éventuellement de couleur jaune paille, la partie centrale des lésions qui portent les fructifications du champignon est entourée par une bordure brun-noir. Les lésions atteignent ultérieurement le sommet des plantes, les pétales, les pédoncules, les nervures des feuilles. L'infection précoce des

**PLANCHE II : DIFFERENTS FACIES DE LA MALADIE DES TACHES
BRUNES DU NIEBE**

Photo 1 : Lésion primaire de coloration brun-pourpre sur plantule
de niébé

Photo 2 : Lésions sur les nervures foliaires

Photo 3 : Lésions sur gousses vertes

Photo 4 : Lésions sur gousses sèches



Photo 1 (P. SEREME)



Photo 2 (P. SEREME)



Photo 3 (P. SEREME)



Photo 4 (P. SEREME)

PLANCHE II

organes de floraison provoque des nécroses brunes qui causent l'avortement total des fleurs ou la déformation des gousses immatures.

Les gousses peuvent être attaquées à tous les stades et les lésions qu'elles portent sont de couleur brune avec des nuances. Le champignon peut fructifier sur les gousses sèches sous une humidité favorable par la formation en alternance de bandes brunes et noires, les bandes noires correspondent aux acervules.

Les lésions sur les pétioles et les nervures des feuilles sont brun-noir, celles sur les nervures étant allongées. Occasionnellement, de discrètes lésions brun-noir se forment entre les nervures du limbe foliaire.

- Sur graines : des taches de couleur brun-pourpre apparaissent et peuvent couvrir jusqu'à la moitié de la surface de la graine. En cas de forte attaque, toute la surface de la graine peut présenter cette décoloration brun-pourpre ou brun-noir. Dans les cas très avancés, les graines se ratatinent et les téguments se déchirent. Ces symptômes sont différents de ceux provoqués par *Macrophomina phaseolina* qui donne une coloration grise aux graines attaquées (Emechebe et Mc Donald, 1979). Occasionnellement, les graines fortement infectées par *C. capsici* sont grises à noires en raison de la formation des acervules. De telles graines n'arrivent pas à germer.

2.2.1.4. Conservation et dissémination du pathogène

Selon les travaux de Emechebe et Mc Donald (1979) et de Emechebe (1981a), le pathogène se conserve durant la saison sèche grâce à ses acervules dans les semences contaminées ainsi que dans les débris végétaux au niveau du sol (Okpala, 1981) qui constituent les sources primaires d'inoculum de la maladie. Alabi (1981) montre que toutes les parties de la graine peuvent être infectées par le pathogène. D'autres plantes hôtes en bordures des champs de niébé tels que *Cassia tora*, *Indigofera tinctoria*, etc. constituent également des sources d'inoculum de la maladie (Séréomé, résultats non publiés).

Les graines contaminées sont à l'origine de l'infection primaire sur plantules au niveau du sol à partir de laquelle l'infection secondaire s'étend par dispersion des conidies sous l'effet des gouttes de pluie et du vent. Ces conidies colonisent les parties saines de la tige au fur et à mesure que la plante se développe à la faveur d'une forte humidité de l'air et de températures favorables à la biologie du pathogène. La température optimale de croissance du champignon en condition artificielle de culture est de 25°C (Séréomé, 1985; Alabi et Emechebe, 1992).

Les infections primaires jouent donc un rôle important dans la propagation de la maladie au champ. Selon Mc Rae (1912) cité par Roberts et Snow (1990), *C. capsici* a été recensée sur 172 plantes hôtes. Ces hôtes comportent le piment, la tomate, l'aubergine, (Ling et Lin, 1946 ; Roger, 1953 ; Smith et Crossan, 1958 ; Chi-Chang Chen et Hun-Ying Hsu, 1968) sur lesquels il provoque la pourriture des fruits mûrs. Sur le pois d'Angole et le jute, elle est responsable de la brûlure des plantules, du chancre des tiges entraînant leur mort (Somani et *al.*, 1976). On la trouve aussi sur la canne à sucre (Singh et *al.*, 1974), le coton (Chopra et *al.*, 1975), le soja (Roy, 1982) sur lesquels elle provoque d'autres types de symptômes.

2.2.1.5. Importance économique

La maladie des taches brunes est considérée comme un facteur limitant la production du niébé dans les zones de savanes nord guinéenne et guinéenne et la zone forestière sud d'Afrique de l'Ouest (Emechebe et Mc Donald, 1979 ; Emechebe 1981a ; Allen et *al.*, 1983 ; Oladiran et Oso, 1983). Très peu d'informations existent cependant sur les pertes de rendement provoquées par cette maladie dans ses zones de prévalence excepté au Nigeria. Dans ce pays, les travaux d'Alabi (1994) révèlent des pertes de rendement de 46% en zone de savane nord guinéenne tandis que ceux d'Emechebe (1981a) et d'Emechebe et Shoyinka (1985) montrent que ces pertes peuvent dépasser 75 % dans la même zone en cas de forte humidité.

2.2.1.6 Variabilité du pathogène

Les champignons du genre *Colletotrichum* sont connus pour leur très grande variabilité (von Arx, 1957; Sutton, 1992).

Plusieurs observations ont été en faveur d'une variabilité de *C. capsici*. Dans une étude révélant la présence du pathogène en Chine, Ling et Lin (1946) montrèrent que les isolats de la tomate, du piment et de l'aubergine sont virulents, sur chacun de ces hôtes, mais que le champignon n'attaque pas les mêmes organes et ne provoque pas les mêmes types de symptômes sur ces différents hôtes. De plus, aucun de ces isolats n'a montré une quelconque attaque sur le coton qui est cependant une plante-hôte de *C. capsici*.

Mistra et Dutta (1963) ont mis en évidence l'existence de deux souches de *C. capsici* sur le piment à partir de la grosseur de leurs conidies. Les caractères morphologiques pouvant servir dans la différenciation des souches de *Colletotrichum* d'un même hôte (Sutton, 1968), Oladiran et Oso (1983) se sont appuyés sur l'existence de deux types de spores de *C. capsici* de dimensions différentes sur la variété Ife Brown de niébé pour conclure à l'existence de deux races du champignon à Ibadan (Nigeria). Ils ont suggéré que d'autres investigations soient entreprises pour identifier le nombre de races de *C. capsici* et *C. truncatum* présentes au Nigeria.

Nos premières investigations sur le pathogène nous ont permis de conclure à l'existence de deux souches de *C. capsici* sur niébé au niveau de la Station de recherches agricoles de Kamboinsé (Sérébé, 1985). Ces souches avaient des conidies de dimensions identiques, mais des aspects culturels différents, et une grande différence d'agressivité.

Les travaux d'Emechebe (1986) qui ont porté sur l'étude qualitative des interactions entre 120 isolats de *C. capsici* du Nigeria et différentes lignées de niébé ont permis de révéler l'existence précise de huit groupes pathogéniques assimilables à des races physiologiques du champignon au Nigeria. Sur ces huit races, quatre proviennent de la zone forestière et les quatre autres sont de la région de savane nord soudanienne du pays. Signalons cependant

que ces travaux n'avaient pas montré l'existence de différence morphologique marquée entre les isolats des huit groupes pathogéniques.

2.2.1.7 Méthodes de lutte

La lutte contre les maladies provoquées par les champignons du genre *Colletotrichum* peut être abordée par plusieurs méthodes basées sur l'approche génétique, chimique, culturale, biologique, ou par une intégration de ces différentes méthodes (Lenné, 1992).

Méthodes culturales

Elles font appel à des mesures agronomiques visant à réduire la quantité d'inoculum primaire du pathogène et à limiter les risques d'infections. Compte tenu de l'importance de la transmission de la maladie par les semences, Emechebe (1981a) a proposé l'utilisation des graines de niébé indemnes de *C. capsici* comme un des moyens de lutte les plus efficaces contre la maladie. L'obtention de ces graines saines peut être faite en respectant un schéma de production de semences certifiées et indemnes du pathogène.

Lutte chimique

a - Traitement des semences

L'utilisation des produits de traitement des semences appropriés permet également de supprimer le développement du pathogène porté par les semences. Ainsi donc, plusieurs produits de traitement de semences ont été expérimentés contre *C. capsici* porté par les semences de niébé (Maholay et Sohi, 1978 ; Khare et Chacko, 1983 ; Sérémé 1985 ; Alabi *et al.*, 1986 ; Alabi et Emechebe 1990 ; Emechebe *et al.*, 1994).

Les fongicides systémiques tels le bénomyl et le carbendazime dont l'efficacité est connue contre *C. lindemuthianum* de niébé (Sohi et Rawal, 1984), permettent de supprimer aussi la présence de *C. capsici* dans les semences de niébé, de minimiser le développement de la maladie au champ et d'entraîner des gains substantiels de production en graines (Emechebe et Florini, 1997).

Chowdhury (1957) a également montré que la destruction des débris végétaux permettait de minimiser la propagation des conidies de *C. capsici* responsable de l'antracnose du piment.

b - Traitement au champ

Plusieurs fongicides efficaces contre les champignons du genre *Colletotrichum* permettent de minimiser l'incidence de la maladie des taches brunes du niébé lorsqu'ils sont appliqués en traitements foliaires au champ (Emechebe, 1981b. Alabi et Emechebe, 1990 ; Oladiran, 1990). Tenant compte du potentiel de production de cette culture, du faible niveau technico-économique des producteurs de niébé, la rentabilité économique de ces traitements chimiques a été une préoccupation principale pour la plupart des auteurs qui se sont intéressés à cette méthode de lutte.

Il est vite apparu avec les travaux de Oladiran (1980, 1990) et Oladiran et Oso (1985) que dans les conditions du Nigeria, l'association du bénomyl aux insecticides tels le lindane, le decis et ou la superméthrine était la méthode de traitement chimique qui, tout en réduisant l'incidence de la maladie des taches brunes et l'attaque des insectes suceurs de gousses, permettait d'augmenter la production des graines et de rentabiliser les traitements. Cette même approche devrait être privilégiée au Burkina Faso et principalement dans la zone de savane nord guinéenne du pays où la maladie des taches brunes est décrite comme étant prévalante (Singh et Allen, 1979 ; Allen et *al.*, 1981).

Cependant, il est à noter sur la plupart des espèces du genre *Colletotrichum*, le développement facile d'une résistance à ces fongicides systémiques (Griffiee, 1973 ; Cook et Pereira, 1976 ; Okisga, 1976). Ce phénomène a été mis en évidence avec *C. lindemuthianum* par les travaux de Tu (Tu et Jarvis. 1979 ; Tu et Mc Naughton, 1980) et de Naik et Anilkumar (1991).

L'IITA a aussi mis en évidence l'apparition fréquente de nouveaux biotypes de *C. capsici* (IITA, 1983). Compte tenu de tout ce qui précède et de la rentabilité limitée des traitements chimiques pour les petits producteurs africains qui sont les plus gros producteurs du niébé, la lutte par la résistance variétale offre plus de garantie de réussite pour ces producteurs.

Cette méthode présente aussi moins de contraintes pour son adoption par les producteurs (Allen, 1983).

Lutte biologique

A notre connaissance, aucun cas de succès de lutte biologique contre *C. capsici* n'a été rapporté dans la littérature. *C. capsici* a par contre été utilisé en lutte biologique comme mycoherbicide contre *Ipomoea lacunosa* (Cartwright, 1992). Il en est de même avec *C. truncatum* dans le cadre de la lutte contre *Sesbania exalta* (Egley et al., 1993 ; Boyette, 1991).

Utilisation des substances naturelles d'origine végétale

Les phytoncides de différents végétaux comme l'oignon (*Allium cepa*), l'ail (*Allium sativum*), le citronnier (*Citrus lemon*) inhibent la germination des pathogènes tels que *Colletotrichum graminicola*, *C. capsici* (Agarwal 1966 cité par Gupta et al., (1981). Ces phytoncides ont des métabolites tels que des acides aminés, des acides organiques, des sucres.

En 1995 l'équipe nigériane du projet PEDUNE (Protection Ecologiquement Durable du Niébé) a montré l'efficacité de certaines substances locales à base d'extraits végétaux et notamment le savon noir contre quelques principales maladies du niébé dans le pays, dont la maladie des taches brunes. Selon Nacoulma/Ouédraogo (1996), certaines huiles entrant dans la fabrication des savons ont des propriétés pharmacologiques liées à la nature de leur partie insaponifiable.

Ces huiles ou beurre renferment des substances tels que les caroténoïdes, les stérols, les alcools et acides terpéniques, les hydrocarbures responsables de ces activités. Les stéroïdes (spirostanes, furostanes) et les triterpènes (alcools, acides triterpéniques, triterpènes modifiés) sont des génines des saponines exploités en solutions aqueuses pour leurs propriétés moussantes et nettoyantes. Ils assurent également la défense du végétal contre l'attaque microbienne. Ces stéroïdes et triterpènes végétaux jouent également un rôle

d'inhibiteurs compétitifs des hormones de croissance des insectes (Nacoulma/Ouédraogo, Communication personnelle).

L'huile d'amandes de *Balanites aegyptiaca* (L.) Del. (Balanitaceae), de graines de neem (*Azadirachta indica* [A. Juss.] Meliaceae) ou le beurre d'amandes de karité (*Vitellaria paradoxa* [C. F. Gaertn.] Sapotaceae, synonyme *Butyrospermum paradoxum*) sont traditionnellement utilisés pour la fabrication des savons au Burkina Faso. Les compositions de ces huiles et beurre sont données par Nacoulma/Ouédraogo (1996).

L'huile d'amandes de *B. aegyptiaca* est composée de 45-48 % d'huile fixe, soufrée, riche en stérols et α carotène, constitué de glycérides, d'acides gras saturés et insaturés. La partie insaponifiable de cette huile (3 %) est faite de stérols (β sitosterol), d' α carotène, de stéroïdes. Son indice de saponification est de 189. Les amandes de *V. paradoxa* renferment 40-50 % de beurre constitué de 50 % de triglycérides, 4 % de diglycérides, 2 % de monoglycérine, 5 % d'acides gras libres, 7 % d'esters cireux, 3,5 à 17 % d'insaponifiable et 14,5 – 28,5 % de non identifiés. L'insaponifiable de ce beurre est fait d'alcools triterpéniques ou résineux, de stérols, de carbures d'hydrogène, d'esters cireux, de latex. Son indice de saponification varie entre 178 et 189. Quant à l'huile fixe d'amandes de *A. indica* (31-45 %) elle est constituée de triglycérides et diglycérides, d'acides gras saturés (34 %) et insaturés (66 %). Sa partie insaponifiable (2,5 %) est faite de stérols (azadirone), de triterpènes modifiés (azadiractine), de principe amers et soufrés. Son indice de saponification varie entre 186 et 204.

Résistance variétale

Les travaux de Williams (1977), Allen et al. (1983) et Oladiran et Oso (1983), ont permis d'identifier par des criblages au champ, des variétés résistantes à la maladie des taches brunes. Ces variétés ont servi dans les programmes d'amélioration de l'IITA (IITA 1977, 1979, 1984) et de plusieurs pays africains producteurs de niébé (IITA-SAFGRAD, 1982, 1983, 1984 ; Twamasi et Hossain, 1994). Ces programmes ont permis de mettre au point plusieurs lignées de niébé résistantes à la maladie des taches brunes. Selon les travaux d'Adabasi et al. (1987), une à deux paires de gènes sont impliqués dans l'héritabilité de la résistance à la maladie des taches brunes, rendant ainsi facile la sélection de variétés résistantes. Plusieurs de ces lignées ont confirmé leur résistance dans les pays africains où

elles ont été utilisées. Avec les travaux d'Emechebe (1986) sur la variabilité du pathogène au Nigeria qui ont cependant mis en évidence l'existence de plusieurs races physiologiques du pathogène, une attention particulière devrait être accordée aux programmes de création des variétés résistantes. Une caractérisation des diverses souches du pathogène devrait être entreprise dans les divers environnements de culture du niébé et les criblages des lignées devraient tenir compte de l'existence de ces diverses souches.

2.3. Importance des systèmes enzymatiques comme méthode de caractérisation des populations de *Colletotrichum capsici*

Diverses techniques de détection sont utilisées en pathologie végétale. L'isolement du pathogène est suivi de son identification grâce aux critères morphologiques, à l'évaluation de son pouvoir pathogène, aux réactions immunologiques, aux techniques physico-chimiques ou à celles reposant sur des protéines particulières du pathogène.

De nombreux travaux menés sur différentes espèces de *Colletotrichum* ont révélé dans bien des cas que la diversité des populations au sein des espèces de ce genre peut se traduire par des différences morphologiques qui sont souvent aussi importantes entre les isolats d'un même hôte, voire entre les clones d'un même isolat, qu'entre des espèces différentes (Lourd et al., 1979 ; Barbara, 1990 ; Agostoni, 1992 ; Davis et al., 1992).

Cependant, comme l'ont montré Huguenin et al. (1982) dans l'étude de la comparaison de *C. falcatum* et *C. graminicola*, ces caractères cultureux sont insuffisants pour distinguer sûrement deux espèces différentes. Il paraît donc évident que ces caractères cultureux sont aussi insuffisants pour décrire la variabilité interspécifique importante chez plusieurs espèces de ce genre de champignon. En effet, la description de la variabilité des isolats d'une même espèce notamment chez les *Colletotrichum* manque souvent de critères précis d'identification en raison de la très grande plasticité des champignons de ce genre et du manque de méthodes standards de culture utilisées par tous les auteurs (Sutton, 1992).

En complément aux critères morphologiques, il est fait très souvent appel, dans les études de variabilité, à l'utilisation des différences biologiques entre les isolats d'une même espèce à

travers les tests de pathogénicité. A ce niveau, les conclusions peuvent être restrictives et peu sûres car le nombre de plantes utilisées dans les gammes d'hôtes est souvent faible (Somé, 1988), et la gestion de ces études est souvent lourde.

L'immunologie est aussi utilisée en pathologie végétale pour résoudre certains problèmes de taxonomie. Les techniques immunologiques reposent sur la capacité particulière qu'ont certains animaux de produire des protéines aptes à reconnaître des molécules ou des structures étrangères (en général) à l'organisme, les anticorps ou immunoglobulines. Ces anticorps sont habituellement produits en réaction à l'introduction (provoquée ou non) d'un corps étranger (l'antigène), ce corps étranger pouvant être un agent phytopathogène, ou un extrait de ce pathogène. Les anticorps reconnaissent des parties de l'antigène appelées épitopes. De nombreux exemples de réussite d'identification ont été enregistrés avec plusieurs genres de champignons dont les *Colletotrichum*. Dès 1967, Hedge et *al.* produisant du sérums avec les antigènes mycéliens de deux races physiologiques de *C. lindemuthianum* réussissent à différencier ces races. En outre, par des tests d'agglutination sur lame avec les sérums des deux races et 16 variétés de haricot, ils montrent l'existence d'une corrélation négative entre l'importance de l'agglutination et la résistance. Les variétés immunes ne présentent aucune agglutination. Cette observation concorde avec la théorie de Ward et Stoessl (1976) qui définissent la résistance comme étant le fait d'une absence de récepteurs spécifiques à un pathogène donné et la maladie comme étant, au contraire, due à une rencontre entre un récepteur spécifique et un déterminant du pathogène. Somsiri et *al.* (1978) différencient aussi par la sérologie *C. capsici* et *C. piperatum*, tous deux agents responsables de l'antracnose du piment.

Une observation s'imposait à la plupart des études sérologiques menées sur les champignons du genre *Colletotrichum*. Il s'agit le plus souvent de la non répétitivité de ces expériences probablement à cause de la faible sensibilité des méthodes utilisées se basant sur les anticorps polyclonaux par rapport aux méthodes immunologiques de plus en plus sensibles et spécifiques utilisées dans la détection et l'identification en pathologie végétale ces dernières années. Ces méthodes sont bâties sur les techniques des anticorps monoclonaux relativement sophistiquées, et onéreuses.

L'introduction des marqueurs d'ordre biochimique a permis grâce aux techniques d'analyse électrophorétique des protéines de tenter d'établir un lien entre la divergence phénotypique et la génétique de l'organisme, pour approcher l'évolution de l'agent pathogène et ses relations avec l'hôte sous ses aspects moléculaires. A cet effet, des auteurs comme Burdon et Mashall (1983), Micales et *al.* (1986) ont montré l'importance de l'analyse isozymique qui est un outil valable dans les études taxinomiques et génétiques des champignons. Ainsi, Clare et Zentmyer (1966), Hall et *al.* (1969), Wong et Willetts (1973) ont montré une concordance entre données morphologiques et données électrophorétiques avec des champignons du genre *Phytophthora* et *Sclerotinia*.

D'autres travaux plus récents concordent sur l'utilisation des isoenzymes pour la caractérisation et l'étude de la variabilité des microorganismes. Guérin (1993) a pu distinguer plusieurs espèces de *Pythium* impliquées dans le "cavity spot" de la carotte grâce à l'analyse électrophorétique des enzymes. Cette distinction concorde avec la séparation obtenue en se basant sur les caractères morphologiques et biologiques. Cette étude a montré que les isoenzymes d'estérases permettent d'identifier sans ambiguïté les souches des deux espèces majoritairement impliquées dans le "cavity spot" en France, *P. violae* et *P. sulcatum*, indépendamment de leur origine géographique, ce qui en fait un des critères les plus pertinents pour la caractérisation des deux espèces. En utilisant ce même système enzymatique, Maurin et *al.* (1995) ont mis en évidence une grande homogénéité à l'intérieur de la variété *majus* de *Microdochium nivale* et une forte hétérogénéité pour la variété *nivale* de cette espèce ; ces résultats étant par ailleurs confirmés par les profils RFLP.

Chez *Leptosphaeria maculans*, la différenciation des isolats faite par Somda (1996) par la technique d'électrophorèse des estérases et des phosphoglucose isomérases coïncide avec la séparation en deux groupes obtenus par l'étude des caractères morphologiques et du pouvoir pathogène. L'auteur suggère l'utilisation de ces critères biochimiques pour étudier la variabilité génétique des populations de cet agent pathogène.

Pour les bactéries phytopathogènes, Somé et Samson (1991) ont pu caractériser, à l'aide des isoenzymes d'estérases, l'agent pathogène de la graisse du pois, *Pseudomonas syringae* pv. *pisi* difficilement distinguables par voie sérologique du pv. *syringae* présent en saprophyte

sur le pois. Somé et Samson (1996) ont montré l'existence d'une diversité isozymique des souches de bactéries regroupées au sein de *Xanthomonas campestris* pv. *mangiferaeindicae* en fonction de leur origine et de leur hôte d'isolement.

Grâce à l'analyse des spectres protéiques et enzymatiques de *C. falcatum* et *C. graminicola*, Hugenin et al. (1982) ont réussi une séparation aisée entre ces deux espèces. Les activités α - extérases, leucyl aminopeptidases et phosphatases ont même permis à ces auteurs de séparer sans ambiguïté deux unités au sein de l'espèce *graminicola*, correspondant respectivement aux souches du maïs et du sorgho.

Nos travaux de 1985 avaient permis grâce à l'électrophorèse des protéines des filtrats de culture des *Colletotrichum* de séparer les espèces *capsici*, *lindemuthianum*, *destructivum*, *gossypii* et *indicum*. Une différenciation entre les trois isolats de *C. capsici* a même été possible par cette technique. Ces trois isolats différaient sur le plan morphologique.

Les travaux ultérieurs de Somé (1988) sur le même champignon ont permis une meilleure caractérisation par des zymogrammes d'estérases des isolats de *C. capsici* du niébé qui sont différents de ceux du pois d'Angole. Ces travaux, bien qu'ayant porté sur un nombre relativement peu élevé d'isolats du pathogène (4 isolats du niébé et un du pois d'Angole) avaient néanmoins permis de mettre en évidence une variation de la composition en protéines et en systèmes enzymatiques de *C. capsici* en fonction des éléments nutritifs disponibles (milieux de culture, sources carbonées, extraits de plantes).

Suite aux modifications de la composition en protéines et en systèmes enzymatiques de *C. capsici* sous l'effet de la plante hôte, le même auteur émet l'hypothèse, soit d'une sélection de sous-populations du champignon, soit d'une adaptation protéique et enzymatique de celui-ci. La vérification d'une telle hypothèse permettrait d'envisager une lutte durable contre la maladie des taches brunes basée sur l'utilisation de variétés de niébé appropriées dans la sélection des souches peu agressives du pathogène.

Les nouvelles techniques du début de l'année 1990 basées sur la détection des acides nucléiques, supports de l'information génétique offrent une sensibilité inégalée et ont aussi

été appliquées aux *Colletotrichum* (Bertheau et Tempé, 1990a et b ; Rodriguez et Redman, 1992) ; Lepoivre et *al.*, 1994.

CONCLUSION

Au terme de cette revue bibliographique, il paraît évident que l'agriculture constitue la principale activité des populations burkinabè et reste dominée par les productions vivrières qui arrivent à peine à satisfaire les besoins des populations. Compte tenu du potentiel important qu'offre le niébé pour l'amélioration de cette agriculture, le choix de notre thème vise à lever les contraintes liées à la maladie des taches brunes de cette culture au Burkina Faso notamment dans son l'évolution récente. Notre démarche visera d'abord à situer l'importance réelle de cette maladie en évaluant les pertes de rendements qu'elle provoque et à mieux connaître les facteurs favorisant sa dissémination dans le pays.

Parmi les nombreuses méthodes de lutte qui sont préconisées contre la maladie, nous chercherons à savoir quelles sont celles qui sont à même de répondre aux préoccupations des producteurs burkinabè par leur facilité d'adoption et leur garantie de rentabilité et de durabilité.

La méthode de lutte la plus appropriée pour les producteurs africains de niébé à revenus limités étant l'utilisation des variétés résistantes (Allen, 1983 ; Singh et *al.*, 1997), notre approche consistera aussi à réunir les conditions nécessaires à la réussite d'un programme de création de variétés résistantes à la maladie. Il s'agira de caractériser par une méthode sûre les différentes populations du champignon au Burkina et de tenir compte de cette variabilité dans les programmes de création des variétés résistantes. A cet effet, notre travail comportera des expérimentations visant donc à mieux caractériser la variabilité du pathogène basée sur l'établissement des liens entre les groupes morphologiques, électrophorétiques et le pouvoir pathogène des différentes populations du champignon présentes au Burkina Faso.

DEUXIEME PARTIE
MATERIEL ET METHODES

CHAPITRE I : MATERIEL

1.1. Le matériel végétal

Plusieurs variétés de niébé ayant des caractéristiques agronomiques différentes ont été utilisées pour les études que nous avons conduites aussi bien au champ qu'au laboratoire. La liste et les caractéristiques agronomiques des variétés utilisées dans l'étude de l'influence des conditions de stockage sur le taux de contamination des graines par *C. capsici* et de celle de l'influence de l'origine des semences sur la propagation de la maladie des taches brunes se trouvent dans les tableaux I et II. Les lots de semences (50) issues des 13 variétés du tableau II ont les origines de production suivantes :

- groupe 1 : semences des variétés K VX 396-18-10, TN 121-80-7, K VX 402-19-2 produites en 1991 et en 1992 à Kamboinsé ainsi que leurs descendances produites en 1993 dans la même localité
- groupe 2 : semences des variétés TN 93-80-6, K VX 397-9-11, K VX 398-7-1, B-301, IT 87 S-1394, IT 82D-716, K VX 402-19-2K, K VX 402-19-2, K VX 397-6-6 produites en 1991 et en 1992 à Farako-bâ ainsi que leurs descendances produites en 1993 dans la même localité
- groupe 3 : semences de la variété K VU 69 produites en 1990 et 1991 à Kamboinsé et à Farako-bâ
- groupe 4 : semences de la variété K VX 61-1 produites en 1991 à Kamboinsé et à Farako-bâ.

Plusieurs autres variétés du programme de sélection ont été évaluées entre 1988 et 1992 pour leur résistance à la maladie des taches brunes. Les caractéristiques des variétés Bambey 21, K VU 69, K VX 396-4-4 et K VX 61-1 utilisées dans l'étude de quantification des pertes de rendement en graines de niébé par la maladie des taches brunes au Burkina Faso se trouvent dans le tableau III.

Sept variétés améliorées et quatre variétés locales de niébé, à partir desquelles 21 échantillons de semences ont été prélevés, ont servi pour l'étude de la mise en évidence de l'importance de l'infection des semences produites au Burkina Faso par *C. capsici* et l'amélioration de leur état sanitaire. Ce sont : TVX3236, K VX396-7-3, IT81D994, IT82D849, KN-1, K VU69, TN88-63 (variétés améliorées) et les locales de Saria, Kouaré et deux Locales de Samandeni.

Tableau I : Caractéristiques des variétés de niébé utilisées dans l'étude de l'influence des conditions de stockage sur le taux de contamination des semences par *C. capsici*

Variétés de niébé	Origine	Pedigree	Caractéristiques			Spécificités
			Cycle (jours)	Zone de culture	Rendement (kg/ha)	
KVX 414-22-2	Burkina Faso	(Locale Ouahigouya x KVX 396-16-10-2 x Locale Pobé x Vita3)	70 jours	300 à 1200 mm	1500 - 2000	Large adaptation, tolérante aux insectes des organes floraux (thrips)
KVX 414-22-72	" "	(Locale Ouahigouya x KVX 336-16-10-2 x Locale Pobé x Vita3)	70 jours	300 à 1100 mm	1500	Tolérantes aux thrips
Locale Moussa	" "	Ecotype local	70 jours	700 à 1200 mm	1500	Tolérante aux insectes et aux maladies
KVX 61-1	" "	Locale Gorom x TVX 3236	70 jours	300 à 900 mm	1500	Résistante au striga, sensible aux taches brunes

Tableau II : Caractéristiques des variétés de niébé utilisées dans l'étude de l'effet de l'origine des semences sur le maintien ou la baisse de la maladie des taches brunes

Variétés de niébé	Origine	Pedigree	Caractéristiques			Spécificités
			Cycle (jours)	Zone de culture	Rendement (kg/ha)	
301	Botswana	Ecotype local	70 jours	300 à 900 mm	1 000 - 1 500	Résistante au Striga
T 82 D-716	IITA-Ibadan	TVX 6332 x TVX 3236	70 jours	300 à 900 mm	1 500	Modérément résistante aux bruches
T 87S-1394	IITA Ibadan	TVX3236 : TVX1509 x Ife brown (IT 820-789 x IT 82D - 716) x IT 84E-1-108	70 jours	300 à 900 mm	1 000	Résistante aux pucerons, aux principales maladies du niébé et moyennement résistante à la mosaïque jaune.
V U 69	Burkina Faso	Ecotype local	58 jours	600 à 1 200 mm	1 000	Sensible aux taches brunes
VX 396-18-10	Burkina Faso	(IAR169xNI) x Locale Gorom	70 jours	300 à 900 mm	1 200-1 380	Tolérante au Striga et aux thrips
VX 397-6-6	Burkina Faso	KVX61-74xB301 KVX61 = Locale Gorom X TVX3236	70 jours	300 à 900 mm	1 300	Adaptée au Sahel et à la savane soudanienne; résistante au Striga
VX 397-9-11	Burkina Faso	Locale Gorom x B301	70 jours	300 à 900 mm	1 300	Résistante au Striga
VX 398-7-1	Burkina Faso	KVX61-74 x B301	70 jours	300 à 900 mm	1 300	Résistante au Striga
VX 402-19-2	Burkina Faso	KVX30-166-3G x B301 KVX30 : TV2027 x Locale Gorom	70 jours	300 à 900 mm	1 500	Résistante au Striga
VX 402-19-2K	Burkina Faso	KVX30-166-3G x B301	70 jours	300 à 900 mm	1 500	Résistante au Striga
VX 61-1	Burkina Faso	Locale Gorom x TVX3236	70 jours	300 à 900 mm	1 500	Résistante au Striga ; sensible aux taches brunes
N 93-80-6	Niger	Ecotype local	70 jours	300 à 900 mm	1 300	Résistante au Striga
N 121-80-7	Niger	Ecotype local	70 jours	300 à 900 mm	700 - 1 600	Résistante au Striga

1.2. Les champignons

Plusieurs isolats de *Colletotrichum* prélevés sur niébé et que nous avons provisoirement assimilés à *Colletotrichum capsici*, plus trois isolats de *Colletotrichum truncatum* et un isolat de référence de *Colletotrichum capsici* ont été utilisés pour l'analyse de la diversité des *Colletotrichum* responsables de la maladie des taches brunes du niébé.

1.2.1. Les isolats de *Colletotrichum*

Les isolats populations

Cinquante cinq isolats populations ont servi dans l'étude préliminaire d'identification des caractéristiques morphologiques et culturales des *Colletotrichum*. Ils ont été obtenus à partir d'isolements sur gousses ou sur tiges malades des différentes variétés de niébé produites en 1995 dans les stations de Farako-bâ (11°04' N, 4°20' 0,405 m d'altitude), Kamboinsé (12°28' N, 01°33' 0,300 m d'altitude) et le site expérimental de Pobé (14°06' N, 01°37' E, 274 m d'altitude) localisés dans les trois zones agroécologiques du Burkina et présentant des symptômes typiques de taches brunes. La liste de ces isolats figure dans le tableau IV.

Les isolats monosporés

Les isolats monosporés utilisés dans les études sur la variabilité des *Colletotrichum* responsables de la maladie des taches brunes du niébé ont été obtenus à partir d'isolats populations de *Colletotrichum* provenant de Pobé, Kamboinsé et Farako-bâ. Ces isolats populations ont été collectés sur les tiges des plantes malades des variétés TN 121-80-7, K VX 397-9-11 et K VX 398-7-1 cultivées simultanément en 1996 dans les trois localités. Afin d'assurer une collecte maximale des différentes populations d'isolats présents dans ces localités et de minimiser les risques de présence d'isolats étrangers issus de la contamination des semences, un traitement des semences des trois variétés avec le Benlate T20 a donc été opéré avant leur semis dans les trois localités. Les isolements ont été faits sur dix plantes malades de chacune des trois variétés prises au hasard dans chaque localité.

Tableau III : Caractéristiques agronomiques et zones d'adaptation des variétés de niébé utilisées dans l'étude de quantification des pertes de rendement en graines de niébé par la maladie des taches brunes au Burkina Faso

Variétés de niébé	Couleur de la graine et nature du tégument	Cycle semi-maturité	Zone d'adaptation
KVU 69	brun et lisse	60 jours	Sahel, Savane soudano-sahélienne
Bambey 21	blanc et lisse	68 jours	Sahel, Savane soudano-sahélienne
KVX396-4-4	blanc et rugueux	75 jours	Sahel, Savane soudano-sahélienne et soudanienne
KVX61-1	bicolore et rugueux	70 jours	Sahel, Savane soudano-sahélienne

Tableau IV : Désignation et origine de 55 isolats populations de *Colletotrichum* spp. prélevés en 1995, sur niébé, dans différentes régions du Burkina Faso

Origine des isolats de <i>C. capsici</i>			
Désignation des isolats	Variété hôte	Organe de prélèvement	Site d'obtention
CDT-N-001	KVX 398-7-1	Tige	Farako-bâ
CDG-N-002	"	Gousse	Farako-bâ
CDT-N-003	"	Tige	Kamboinsé
CDG-N-004	"	Gousse	Kamboinsé
CDG-N-005	"	Gousse	Pobé
CDT-N-006	KVX 403-19-5	Tige	Farako-bâ
CDG-N-007	"	Gousse	Farako-bâ
CDG-N-008	"	Gousse	Kamboinsé
CDG-N-009	"	Gousse	Pobé
CDT-N-010	KVX 397-9-11	Tige	Farako-bâ
CDG-N-011	"	Gousse	Farako-bâ
CDT-N-012	"	Tige	Kamboinsé
CDG-N-013	"	Gousse	Kamboinsé
CDG-N-014	"	Gousse	Pobé
CDT-N-015	KN-1	Tige	Farako-bâ
CDT-N-016	KVX 295-2-124-51	Tige	Farako-bâ
CDT-N-017	"	Tige	Kamboinsé
CDG-N-018	"	Gousse	Kamboinsé
CDT-N-019	"	Tige	Pobé
CDT-N-020	KVX 402-17-3	Tige	Farako-bâ
CDT-N-021	B 301	Tige	Farako-bâ
CDG-N-022	"	Gousse	Farako-bâ
CDG-N-023	"	Gousse	Kamboinsé
CDT-N-024	KVX 402	tige	Farako-bâ
CDG-N-025	"	Gousse	Farako-bâ
CDT-N-026	"	Tige	Kamboinsé
CDT-N-027	TN 121-80-7	Tige	Farako-Bâ
CDG-N-028	"	Gousse	Farako-bâ
CDT-N-029	"	Tige	Kamboinsé
CDT-N-030	"	Tige	Pobé
CDT-N-031	KVX 293-114-13	Tige	Farako-bâ
CDG-N-032	"	Gousse	Farako-bâ
CDT-N-033	"	Tige	Kamboinsé
CDG-N-034	"	Gousse	Kamboinsé
CDT-N-035	"	Tige	Pobé
CDT-N-036	KVX 401-31-1	Tige	Farako-bâ
CDG-N-037	"	Gousse	Farako-bâ
CDT-N-038	"	Tige	Kamboinsé
CDG-N-039	"	Gousse	Kamboinsé
CDT-N-040	TN 93-80-6	Tige	Farako-bâ
CDG-N-041	"	Gousse	Farako-bâ
CDT-N-042	KVX 305-118-10	Tige	Farako-bâ
CDG-N-043	"	Gousse	Farako-bâ
CDT-N-044	"	Tige	Kamboinsé
CDT-N-045	KVX 396-18-10	Tige	Farako-bâ
CDG-N-046	"	Gousse	Farako-bâ
CDT-N-047	"	Tige	Kamboinsé
CDT-N-048	Locale Gorom	Tige	Farako-bâ
CDG-N-049	"	Gousse	Farako-bâ
CDG-N-050	"	Gousse	Kamboinsé
CDT-N-051	TVX 291-47-222	Tige	Farako-bâ
CDG-N-052	"	Gousse	Farako-bâ
CDT-N-053	"	Tige	Kamboinsé
CDT-N-054	KVX 146-44-1	Tige	Farako-bâ
CDT-N-055	"	Tige	Kamboinsé

Afin de prendre en compte l'éventuelle variabilité entre les spores d'un même isolat qui est un phénomène connu chez les champignons du genre *Colletotrichum* (Lourd et al., 1979 ; Davis et al. 1992 ; Sutton, 1992), trois monospores ont été produites à partir de chaque isolat population. Un total de 214 souches dont les désignations et origines figurent dans les tableaux Va, Vb, et Vc a été obtenu.

Les isolats étrangers

Par autorisation n° 96/AGRI-RA/SG/DPVC du 20 Juillet 1996 délivrée par la Direction de la Protection des Végétaux du Burkina Faso, nous avons fait venir de l'IITA grâce à la collaboration avec le Dr Florini un isolat de référence de *C. capsici*, et trois isolats de *C. truncatum* à partir desquels nous avons produit des monospores. Un isolat du Nigeria et deux isolats du Niger obtenus à partir de prélèvements sur des tiges malades de niébé présentant des symptômes typiques de la maladie des taches brunes complètent la liste de nos isolats étrangers. De ces isolats populations du Niger et du Nigeria, nous avons également produits des monospores. Les informations relatives à ces isolats étrangers figurent dans les tableaux VIa et VIb.

1.2.2. Les autres champignons

A la faveur de l'évaluation des différents produits de protection contre *C. capsici*, les autres pathogènes que sont *Elsinoe phaseoli*, *Rhizoctonia solani* et *Macrophomina phaseolina*, pathogènes responsables respectivement de la gale, de la rhizoctoniose et de la pourriture cendrée ou sèche du niébé et qui sont également des maladies importantes de niébé dans le pays ont aussi été pris en compte.

1.3. Les produits de protection

1.3.1. Les produits chimiques

Dans le cadre des études portant sur l'amélioration de l'état sanitaire des semences ou de la lutte contre les maladies du niébé et particulièrement contre celle des taches brunes, le

Tableau Va : Désignation et origine des isolats monospores de *Colletotrichum* spp. isolés sur niébé à Farako-bâ en 1996 (Burkina Faso)

Désignation des isolats monospores	Origine des isolats monospores		Désignation des isolats monospores	Origine des isolats monospores	
	Variété hôte	N° de la monospore		Variété hôte	N° de la monospore
001-FA1	TN121-80-7	a	046-FB6	KVX 397-9-11	a
002-FA1	- " -	b	047-FB6	- " -	b
003-FA1	- " -	c	048-FB6	- " -	c
004-FA2	- " -	a	049-FB7	- " -	a
005-FA2	- " -	b	050-FB7	- " -	b
006-FA2	- " -	c	051-FB7	- " -	c
007-FA3	- " -	a	052-FB8	- " -	a
008-FA3	- " -	b	053-FB8	- " -	b
009-FA3	- " -	c	054-FB8	- " -	c
010-FA4	- " -	a	055-FB9	- " -	a
011-FA4	- " -	b	056-FB9	- " -	b
012-FA4	- " -	c	057-FB9	- " -	c
013-FA5	- " -	a	058-FB10	- " -	a
014-FA5	- " -	b	059-FB10	- " -	b
015-FA5	- " -	c	060-FB10	- " -	c
016-FA6	- " -	a	061-FC1	KVX 398-7-1	a
017-FA6	- " -	b	062-FC1	- " -	b
018-FA6	- " -	c	063-FC1	- " -	c
019-FA7	- " -	a	064-FC2	- " -	a
020-FA7	- " -	b	065-FC2	- " -	b
021-FA7	- " -	c	066-FC2	- " -	c
022-FA8	- " -	a	067-FC3	- " -	a
023-FA8	- " -	b	068-FC3	- " -	b
024-FA8	- " -	c	069-FC3	- " -	c
025-FA9	- " -	a	070-FC4	- " -	a
026-FA9	- " -	b	071-FC4	- " -	b
027-FA9	- " -	c	072-FC4	- " -	c
028-FA10	- " -	a	073-FC5	- " -	a
029-FA10	- " -	b	074-FC5	- " -	b
030-FA10	- " -	c	075-FC5	- " -	c
031-FB1	KVX 397-9-11	a	076-FC6	- " -	a
032-FB1	- " -	b	077-FC6	- " -	b
033-FB1	- " -	c	078-FC6	- " -	c
034-FB2	- " -	a	079-FC7	- " -	a
035-FB2	- " -	b	080-FC7	- " -	b
036-FB2	- " -	c	081-FC7	- " -	c
037-FB3	- " -	a	082-FC8	- " -	a
038-FB3	- " -	b	083-FC8	- " -	b
039-FB3	- " -	c	084-FC8	- " -	c
040-FB4	- " -	a	085-FC9	- " -	a
041-FB4	- " -	b	086-FC9	- " -	b
042-FB4	- " -	c	087-FC9	- " -	c
043-FB5	- " -	a	088-FC10	- " -	a
044-FB5	- " -	b	089-FC10	- " -	b
045-FB5	- " -	c	090-FC10	- " -	c

Tableau Vb : Désignation et origine des isolats monospores de *Colletotrichum* spp. isolés sur niébé à Kamboinsé en 1996 (Burkina Faso)

Désignation Desisolats Monospores	Origine des isolats monospores		Désignation des isolats monospores	Origine des isolats monospores	
	Variété hôte	N°de la monospore		Variété hôte	N°de la monospore
091-KA1	TN 121-80-7	a	136-KB6	KVX397-9-11	a
092-KA1	"-	b	137-KB6	"-	b
093-KA1	"-	c	138-KB6	"-	c
094-KA2	"-	a	139-KB7	"-	a
095-KA2	"-	b	140-KB7	"-	b
096-KA2	"-	c	141-KB7	"-	c
097-KA3	"-	a	142-KB8	"-	a
098-KA3	"-	b	143-KB8	"-	b
099-KA3	"-	c	144-KB8	"-	c
100-KA4	"-	a	145-KB9	"-	a
101-KA4	"-	b	146-KB9	"-	b
102-KA4	"-	c	147-KB9	"-	c
103-KA5	"-	a	148-KB10	"-	a
104-KA5	"-	b	149-KB10	"-	b
105-KA5	"-	c	150-KB10	"-	c
106-KA6	"-	a	151-KC1	KVX-398-7-1	a
107-KA6	"-	b	152-KC1	"-	b
108-KA6	"-	c	153-KC1	"-	c
109-KA7	"-	a	154-KC2	"-	a
110-KA7	"-	b	155-KC2	"-	b
111-KA7	"-	c	156-KC2	"-	c
112-KA8	"-	a	157-KC3	"-	a
113-KA8	"-	b	158-KC3	"-	b
114-KA8	"-	c	159-KC3	"-	c
115-KA9	"-	a	160-KC4	"-	a
116-KA9	"-	b	161-KC4	"-	b
117-KA9	"-	c	162-KC4	"-	c
118-KA10	"-	a	163-KC5	"-	a
119-KA10	"-	b	164-KC5	"-	b
120-KA10	"-	c	165-KC5	"-	c
121-KB1	KVX 397-9-11	a	166-KC6	"-	a
122-KB1	"-	b	167-KC6	"-	b
123-KB1	"-	c	168-KC6	"-	c
124-KB2	"-	a	169-KC7	"-	a
125-KB2	"-	b	170-KC7	"-	b
126-KB2	"-	c	171-KC7	"-	c
127-KB3	"-	a	172-KC8	"-	a
128-KB3	"-	b	173-KC8	"-	b
129-KB3	"-	c	174-KC8	"-	c
130-KB4	"-	a	175-KC9	"-	a
131-KB4	"-	b	176-KC9	"-	b
132-KB4	"-	c	177-KC9	"-	c
133-KB5	"-	a	178-KC10	"-	a
134-KB5	"-	b	179-KC10	"-	b
135-KB5	"-	c	180-KC10	"-	c

Tableau Vc: Désignation et origine des isolats monospores de *Colletotrichum* spp. isolés sur niébé à Pobé en 1996 (Burkina Faso)

Désignation monospores des isolats monospores	Origine des isolats	
	Variété hôte	N°de la monospore
0184-PA2	TN 121-80-7	a
0185-PA2	-"	b
0186-PA2	-"	c
0190-PA4	-"	a
0191-PA4	-"	b
0192-PA4	-"	c
0193-PA5	-"	a
0194-PA5	-"	b
0195-PA5	-"	c
0196-PA6	-"	a
0197-PA6	-"	b
0198-PA6	-"	c
0205-PA9	-"	a
0206-PA9	-"	b
0207-PA9	-"	c
0211-PB1	KVX 397-9-11	a
0212-PB1	-"	b
0213-PB1	-"	c
0214-PB2	-"	a
0215-PB2	-"	b
0216-PB2	-"	c
0217-PB3	-"	a
0218-PB3	-"	b
0219-PB3	-"	c
0221-PB4	-"	b
0222-PB4	-"	c
0223-PB5	-"	a
0224-PB5	-"	b
0225-PB5	-"	c
0248-PC3	KVX 398-7-1	b
0249-PC3	-"	c
0268-PC10	-"	a
0269-PC10	-"	b
0270-PC10	-"	c

Peltar (25 % de thiophanate + 50 % de manèbe), le Benlate 50 SD (50 % benomyl), le Benlate T20 (20% thirame +20% de benomyl) et la combinaison de carbendazine (10%) - oxinate de cuivre (10%)-Lindane (13,33%) ont été les principaux produits chimiques utilisés.

1.3.2. Les produits locaux

Des solutions de savons à base de beurre d'amandes de karité (*Vitellaria paradoxa*), d'huile de graines de neem (*Azadirachta indica*) et d'huile d'amandes de *Balanites aegyptiaca* ont été utilisées. Les huiles entrant dans la fabrication de ces trois savons ont des compositions différentes de leurs parties saponifiable et insaponifiable et de légères différences au niveau de leur indice de saponification (Nacoulma/Ouédraogo, 1996). Cet indice est la quantité (en mg) de soude ou de potasse requise pour saponifier 1 g de lipide.

Les savons ont été fabriqués par le groupement villageois féminin des six "S" de Ouahigouya qui est une localité située à 185 km au Nord de Ouagadougou.

1.3.3. Les milieux de culture des champignons

Deux types de milieux de culture gelosés ont servi aux isollements et à la conservation des champignons : le milieu Potato Dextrose Agar (PDA) et le milieu Bihari (1977) dont les compositions figurent en annexe I. Le milieu Bihari liquide a servi à produire le mycélium des différents isolats de *Colletotrichum* analysés en électrophorèse.

Tableau VIa : Caractéristiques et origines des isolats de référence de deux espèces de *Colletotrichum* (IITA, Nigeria)

Critères de description des isolats	Caractéristiques des différents isolats de référence de deux espèces de <i>Colletotrichum</i>			
	96-03	96-34	96-59	96-15
Désignation des monospores	283, 284, 285	286, 287, 288	289, 290, 291	292, 293, 294
Pathogène	<i>C.truncatum</i>	<i>C. capsici</i>	<i>C. truncatum</i>	<i>C.truncatum</i>
Date d'isolement	05-02-1996	03-06-1996	20-06-1996	20-06-1996
Lieu d'isolement	Serre de Virologie, IITA Ibadan	Champ du Dr Fatokun IITA Ibadan	Ferme Bukuru (Essai du Dr Schilder)	Ferme Burkuru (Essai du Dr Schilder)
Transferts	3 fois	5 fois	-	-
Hôte	Soja	Niébé	<i>Mucana pruriens</i>	<i>Lablab purpureus</i>
Test de pathogénicité	Oui	Non	Non	Non
Date de test	19-03-1996	-	-	-
Reisolement	Oui	Non	Non	Non

- : information manquante

Tableau VIb : Caractéristiques et origines des isolats de *Colletotrichum* spp. du Niger et du Nigeria

Isolats de <i>C. capsici</i>	Caractéristiques des isolats			
	Lieu d'isolement	Hôte (variété)	Date d'isolement	Isolats monospores
Niger 1	Sadoré	niébé (89KD-349)	Août 1996	271, 272, 273
Niger 2	Sadoré	niébé (89KD-349)	Août 1996	277, 278, 279
Nigeria	Gumell	niébé (inconnue)	Août 1996	295, 296, 297

II - METHODES D'ETUDE

2.1. Culture des plantes

2.1.1. Au champ

Les plantes sont produites en semant deux ou trois graines par poquet dans des champs situés dans les stations de Farako-bâ en zone de savane Nord-guinéenne, Kamboinsé en zone de savane soudanienne ou dans le site expérimental de Pobé situé dans le sahel. La densité de semis utilisée a été celle recommandée à la vulgarisation et qui est de 75 cm entre les lignes de semis et 20 cm entre les poquets (Planche III). L'entretien des parcelles a consisté à apporter l'engrais complet N-P-K-S-B₂O₃H (13-20-15-6-1) appliqué au labour à la dose de 100 kg/ha, à effectuer un démariage à un plant par poquet 14 jours après les semis et à protéger les plantes contre les insectes par pulvérisation foliaire avec le Decis (pyrethri-noïde) aux stades 50 % de formation des boutons floraux et 50 % de formation des gousses.

2.1.2. En serre

Les plantes produites en serre l'ont été à partir de pots plastiques d'une contenance d'un litre remplis de terre de bonne qualité prélevée sous les arbres de la Station de Kamboinsé et désinfectée par traitement à la vapeur (120° C à l'autoclave) pendant une heure. Les semis ont été réalisés à raison de 15 à 20 graines par pot. Les pots ensemencés sont mis soit sous abri dans la cour de la station pour la germination des graines puis transférés au stade plantules trifoliolées en serre, soit placés directement dans la serre. Un démariage a été opéré dans le cas des études où les plantules ont été utilisées pour des tests d'inoculation. Dans ce cas précis, 10 plantules saines ont été gardées par pot (planche IV).

2.2. Préparation des milieux de culture

Tous les milieux ont été stérilisés à l'autoclave durant 30 mn à la température de 120° C avant d'être coulés aseptiquement sous une hotte à flux laminaire dans des boîtes de Petri



Photo 1 (P. SEREME) : Lignes des variétés propagatrices de la maladie des taches brunes (avant plan) et lignes des variétés à cribler (arrière plan)



Photo 2 (P. SEREME) : Champ de niébé au stade de maturité des gousses

PLANCHE III

DISPOSITIF EXPERIMENTAL DE MESURE AU CHAMP DE LA SENSIBILITE
A LA MALADIE DES TACHES BRUNES DU NIEBE

plastiques de 90 mm de diamètre. Afin de minimiser les risques de contamination par les bactéries, nous avons incorporé de la streptomycine (100 à 125 mg/l de milieu).

2.3. Techniques d'isolement et de purification des champignons

Les organes infectés de niébé (tiges et gousses) ont été désinfectés à l'alcool à 70° C avant d'être passés rapidement à la flamme. Des fragments de ces organes sont prélevés et déposés dans les boîtes de Petri contenant du PDA puis incubés deux ou trois jours à la température ambiante du laboratoire (25 à 32° C). Des repiquages successifs ont permis la purification des différents isolats en culture suivie de leur conservation à une température de 4° C.

2.4. Technique de production des monospores

A partir d'un isolat population en conservation, la masse conidienne est prélevée et homogénéisée dans de l'eau distillée stérile et ajustée à une concentration de moins de 10² spores/ml. Une goutte de cette suspension est étalée dans une boîte de Petri contenant le milieu PDA. Au bout de 24 heures d'incubation, trois spores en germination sont prélevées aseptiquement sous loupe binoculaire et mises en culture individuellement sur du PDA. Après cinq à sept jours de culture, les isolats monospores sont repiqués pour conservation dans des tubes à une température de 4° C.

2.5. Electrophorèse des protéines

Cette technique permet la séparation de molécules ionisées sous l'influence d'un champ électrique qui sont ensuite mises en évidence par des techniques de coloration. Les molécules concernées peuvent être des protéines qui sont les phénotypes les plus directs des gènes. L'électrophorèse permet l'appréciation de la variabilité génétique qui existe dans chaque population grâce à la diversité des allèles (possibles formes mutationnelles d'un gène donné). Cette technique a été utilisée pour rechercher les marqueurs enzymatiques des souches des différents *Colletotrichum* associés à la maladie des taches brunes du niébé.

2.5.1. Production des protéines

La culture sur milieu liquide Bihari de différentes souches de *Colletotrichum* spp. a permis d'obtenir le mycélium de ces souches. Des explantats mycéliens (4 mm de diamètre) sont prélevés au niveau du front de croissance d'une colonie donnée en culture sur milieu gélosé

**PLANCHE IV : CONDITIONS D'INOCULATION ARTIFICIELLE DES
PLANTS DE NIEBE PAR *COLLETOTRICHUM* SPP.**

Photo 1 : Plants des variétés TVX 3236 (V₁) et K VX 61-1 (V₂)
inoculés par les souches 215 et 216 de Pobé

Photo 2 : Chambre de culture de Kamboinsé utilisée pour les
inoculations artificielles

Photo 3 : Conditions d'incubation des plantes inoculées. Le fort taux
d'humidité se remarque par la présence de gouttelettes
d'eau sur le film plastique



Photo 1 (P. SEREME)



Photo 2 (G. A. DIASSO)



Photo 3 (P. SEREME)

PLANCHE IV

et transférés aseptiquement dans un Erlenmeyer de 250 ml contenant 100 ml du milieu Bihari. Après 10 jours de culture à la température ambiante du laboratoire (25-30° C) sous agitation, le mycélium est récupéré par aspiration sous vide, rincé abondamment à l'eau stérile et conservé 24 h à -20° C avant d'être utilisé pour l'extraction des protéines.

2.5.2. Extraction des protéines

Cinq cents milligrammes de mycélium frais sont prélevés et broyés dans un mortier préalablement refroidi à -20° C pendant 30 minutes en présence de 100 mg de sable de Koro lavé à l'acide sulfurique, rincé abondamment à l'eau distillée puis séché, 50 mg de polyvinylpyrrolidone et 1 ml de tampon d'extraction (annexe II). Le broyat est centrifugé à 10 000 g pendant 20 min à 4° C. Le surnageant est centrifugé à nouveau à 10 000 g pendant 10 mn à 4° C. L'extrait ainsi obtenu est aliquoté dans plusieurs tubes Eppendorf et additionné de glycérol à raison de 10 % du volume final et immédiatement utilisé pour les migrations électrophorétiques ou stocké à -20° C pour un usage ultérieur.

2.5.3. Préparation des gels, dépôts des échantillons et migration

L'électrophorèse monodimensionnelle verticale sur gel de polyacrylamide (Laemmli, 1970) en système discontinu (Ornstein, 1964) en conditions non dénaturantes est la méthode analytique utilisée. Dans ces conditions, les protéines sont séparées en fonction de leur poids moléculaire et de leur charge et sont retenues dans les mailles résultant de la polymérisation des molécules d'acrylamide et de bisacrylamide. La dimension de ces mailles est inversement proportionnelle à la concentration en acrylamide.

Le système discontinu que nous avons utilisé est constitué de deux gels superposés et de concentrations en acrylamide différentes. Le gel de concentration à 3,75 % d'acrylamide est destiné à recevoir les extraits protéiques. Ses grandes mailles favorisent la concentration de toutes les protéines de l'extrait à un même niveau, avant leur séparation dans le second gel : le gel de séparation à 10 % d'acrylamide (Annexe III).

Ces deux gels sont successivement confectionnés entre deux plaques (une plaque en alumine avec encoche et une autre en verre) de dimension 100 x 80 x 0,75 mm. Dix puits réalisés dans le gel de concentration grâce à un peigne reçoivent chacun 20 μ l d'extraits protéiques, les puits de bordure étant réservés à l'indicateur de migration (Bleu de bromophénol dissous dans le tampon d'extraction contenant 10 % de glycérol).

La migration électrophorétique est réalisée à 4° C à l'aide d'une cuve verticale *SE 280 (Hoefler Scientific Instruments)* sous un voltage constant de 200 V pendant environ 2h à 2h 30 suivant la hauteur du gel. Le tampon de migration est le tampon Tris-Glycine (Annexe II). Les protéines migrent alors de la cathode vers l'anode et l'électrophorèse est interrompue lorsque le bleu de bromophénol atteint le bas du gel. Les protéines sont différemment révélées selon que l'on s'intéresse aux protéines totales ou aux enzymes.

2.5.4. Révélation des estérases ou des protéines totales

La révélation des estérases est basée sur le couplage de l'activité spécifique de l'enzyme avec une réaction colorée. La réaction de l'enzyme sur les substrats α , β -Naphtyl acétates, eux-mêmes couplés au réactif coloré (Fast Blue RR) donne lieu à un composé coloré insoluble. Le protocole de révélation des α , β -estérases est décrit en annexe IV. Pour un système enzymatique donné, il peut exister plusieurs formes de la même enzyme qui sont alors appelées isozymes. Les zymogrammes ou profils enzymatiques représentent l'ensemble des isoenzymes d'un même échantillon (individu) donné. Lorsqu'il s'agissait de la révélation des protéines totales, la technique de coloration au bleu de Coomassie décrite en Annexe IV a été utilisée selon la méthode de Fairbanks et *al.* (1971).

2.5.5. Conservation des gels et analyse des zymogrammes

Après coloration des protéines et révélation des enzymes, les gels sont photographiés et séchés entre deux feuilles de cellophane en vue d'une longue conservation des profils obtenus. Les gels ainsi séchés peuvent être utilisés sur rétroprojecteur ou pour une analyse ultérieure des profils. Les profils enzymatiques sont analysés visuellement par l'appréciation de la présence ou de l'absence de bandes, et par identification des estérases α et β . En effet, l'affinité des enzymes avec le substrat α -Naphtyl acétate se révèle par la présence de bandes

verdâtres alors que les bandes roses matérialisent le couplage avec β -Naphthyl acétate. L'observation de coloration intermédiaire souligne la réaction simultanée des enzymes avec les deux substrats. Chaque bande représentant une ou plusieurs protéines peut être identifiée par sa mobilité relative qui est le rapport de la distance de migration de la bande concernée sur celle parcourue par le front de migration identifié par le bleu de bromophénol. Ce rapport ou R_f (référence frontale ou rapport frontal) est toujours compris entre 0 et 1 (Gottlieb et Hepden, 1966). Nous avons utilisé l'analyse factorielle des correspondances (AFC) et la classification hiérarchique ascendante pour mesurer les affinités entre les différents profils électrophorétiques mis en évidence au niveau des différentes souches. Pour chaque souche, nous avons codifié chaque isoenzyme par 1 lorsqu'elle est présente et par 0 lorsqu'elle est absente. Le logiciel STATITCF a été utilisé pour cette analyse.

2.6. Evaluation de l'importance de la maladie des taches brunes

Elle a porté sur l'évaluation de pertes potentielles de rendement graines de niébé en zone de savane soudanienne (Kamboinsé et Gampéla) et en zone de savane nord guinéenne (Farakobâ) qui sont les zones où la maladie sévit le plus au Burkina (Séréme, 1992). Le détail des protocoles expérimentaux se trouve dans la partie matériel et méthodes de l'article Séréme et *al.* (1992) joint à ce présent mémoire.

Plusieurs produits de traitement ont été utilisés pour assurer différents gradients de protection des plantes à partir desquels une corrélation a été recherchée avec la production de graines de niébé. Afin de favoriser le développement de la maladie dans les sites utilisés, la technique des lignes infestantes ou propagatrices de la maladie selon Allen et *al.* (1981) a été appliquée à tous les essais.

Pour rendre aussi qualitative que quantitative l'évaluation de la sévérité de la maladie à la maturité des gousses, nous avons légèrement modifié dans les classes 4 et 5 l'échelle de notation mise au point par Allen et *al.* (1981). L'échelle de notation utilisée se trouve en Annexe VA. Tous les résultats des différentes observations que nous avons faites ont été analysés statistiquement et dans le cas des indices d'infection, les résultats ont été transformés en arcsinus % avant analyse (Dang et *al.*, 1983).

2.7. Analyse sanitaire des semences

Nous avons analysé au Danish Government Institute of Seed Pathology for Developing Countries en 1989 selon la méthode de l'"International Rules for Seed Testing" (ISTA, 1966) les 21 lots de semences collectées en 1988 pour apprécier l'importance de la transmission de *C. capsici* dans les semences de niébé produites au Burkina Faso. Quatre cents graines par lots de semences sont incubées à raison de 10 graines par boîte de Petri plastique de 90 mm de diamètre dont le fond est tapissé de trois couches de papier filtre Whatman imbibé d'eau stérile. Les boîtes ont été exposées sous une lumière ultraviolette à une température de $22^{\circ} \text{C} \pm 2^{\circ} \text{C}$ pendant sept jours avec un cycle alternatif de douze heures d'éclairage et de douze heures d'obscurité. Les taux de contamination des différents échantillons de semences par *C. capsici* ainsi que ceux d'autres pathogènes importants ont été recensés au bout des sept jours d'incubation en utilisant comme supports d'identification les manuels appropriés (Neergaard, 1983 ; Kulshrestha et al., 1976).

2.8. Influence des conditions de stockage sur le taux de contamination des graines par *C. capsici*

Cette étude a été menée durant deux années consécutives dans plusieurs villages du Burkina selon les protocoles expérimentaux suivants :

Année 1996 : utilisation à Yasso de sacs à double fond pour le stockage des graines après leur exposition au soleil sous film plastique pendant deux heures en présence d'un traitement témoin constitué de graines stockées sans aucun traitement. Trois mois après les stockages, des prélèvements de graines des variétés K VX 414-22-72 et Locale Moussa ont été effectués dans chacun des deux lots et ont fait l'objet d'analyse sanitaire selon la méthode ISTA du papier buvard (ISTA, 1966).

Année 1997 : utilisation de quatre méthodes de stockage en présence de deux méthodes témoin dans les localités de Donsin et Manega situés non loin de Ouagadougou, Dano, Dissin et Liwaré situées dans le Sud-Ouest du pays et Gourgou (Tenkodogo) dans le Centre Sud du pays. Les variétés utilisées ont été la K VX 414-22-2, K VX 414-22-72, K VX 61-1 et

une locale de Manega. Les fûts utilisés pour les stockages avaient une contenance de 30 litres et les méthodes de stockage ont été les suivantes :

- T1 : traitement des graines avec l'huile de neem (*Azadirachta indica*) à raison de 2 ml/kg de graines et stockage dans des fûts plastiques hermétiquement fermés;
- T2 : traitement solaire des graines pendant 3 heures d'exposition dans un système de film plastique et stockage des graines dans des fûts plastiques hermétiquement fermés ;
- T3 : utilisation de la cendre de cuisine à la dose de un volume de cendre pour deux volumes de graines et stockage dans des fûts plastiques hermétiquement fermés ;
- T4 : stockage des graines dans des fûts métalliques fermés hermétiquement et exposés au soleil ;
- T5 : témoin sans traitement (fût ouvert) ;
- T6 : témoin traité à la K-Othrine (0,2% de deltamethrine) à la dose d'un sachet de 50g pour 50 kg de graines et stockage dans des fûts plastiques hermétiquement fermés.

Les échantillons de graines ont été prélevés trois et six mois après les stockages et ont fait l'objet d'analyses sanitaires selon la méthode ISTA du papier buvard.

2.9. Evaluation de la sensibilité des plantes à la maladie des taches brunes

2.9.1. Au champ

La technique des lignes infestantes ou propagatrices de la maladie selon Allen et *al.* (1981) a été utilisée comme technique d'apport de l'inoculum au champ (planche III).

La sensibilité à la maladie des taches brunes des variétés en voie de diffusion dans le pays et de celles proposées dans les essais avancés de rendement a été mesurée entre 1988 et 1990 dans les conditions de Kamboinsé et de Farako-bâ. Le dispositif bloc de Fisher, répété deux fois avec des parcelles élémentaires de deux lignes de 4 mètres de long chacune, en respectant la densité de 0,75 m x 0,20 m et en démarquant à un plant par poquet 14 JAS, a

été utilisé pour cette série d'expérimentation menée en collaboration avec la section d'amélioration du niébé (INERA 1990 et 1991).

L'influence de l'origine des semences sur la variation de la sensibilité à la maladie des taches brunes des plantes qui en sont issues a été étudiée par l'utilisation de cinquante lots de semences d'origines de production diverses (tableau II). Les différentes sources de semences ont préalablement été traitées au Benlate T20 pour éliminer les inocula portés par les semences avant d'être utilisées pour produire des plantes de niébé au champ dans trois zones agroécologiques du pays (Kamboinsé, Farako-bâ et Pobé) et mesurer leur sensibilité aux populations naturelles de *C. capsici* entre 1994 et 1996. Le même dispositif que celui de l'étude précédente a été utilisé et les semis ont eu lieu aux dates suivantes :

Pobé : 08 Juillet (1994), 12 Juillet (1995), 28 Juillet (1996)

Kamboinsé : 16 Juillet (1994), 11 Juillet (1995), 21 Juillet (1996)

Farako-bâ : 19 Juillet (1994), 17 Juillet (1995), 18 Juillet (1996)

Les observations dans les parcelles ont porté sur la sévérité de la maladie des taches brunes à la maturité des gousses. Dans le cas particulier de l'étude de l'influence de l'origine des semences sur la variation de la sensibilité à la maladie des plantes qui en sont issues, les observations ont aussi porté sur la levée des plantes 14 jours après semis (JAS), le rendement en graines à la récolte. Ces observations ont été faites par variété indépendamment de l'origine des semences dans chaque localité et sur les variétés en tenant compte de l'origine des semences, toutes localités confondues.

Les données ont fait l'objet d'analyses statistiques utilisant le logiciel Statistical Analysis System (SAS).

2.9.2. En conditions contrôlées

Les plantules âgées de trois semaines sont transférées dans des chambres de culture pour être inoculées à raison de deux ou trois pots par souche de champignon. Un dispositif

constitué d'une housse en polyéthylène transparent a été utilisé après inoculation pour maintenir une forte hygrométrie autour des plantules durant la première semaine qui a suivi les inoculations (planche IV).

Nous avons utilisé la pulvérisation sur plante entière comme méthode d'apport de l'inoculum que nous avons mise au point dans nos travaux antérieurs (Séréomé, 1985). Les suspensions de spores employées proviennent des cultures sur milieu gelosé de sept jours et les doses utilisées sont ajustées à l'aide d'une cellule de Malassez à une concentration de 10^6 spores/ml. Les températures dans les chambres de cultures ont régulièrement été enregistrées à l'aide d'un thermographe et ont fluctué entre $23^{\circ} \text{C} \pm 2$.

Un éclairage artificiel constitué de 12 tubes néon de 15 watts chacune par surface de $2,7 \text{ m}^2$ et suspendues à 60 cm des plantes est maintenu durant la journée (12 h) dans les chambres de culture.

Les notations des symptômes ont été faites une et deux semaines après les inoculations. L'échelle de notation utilisée est celle que nous avons développée dans nos précédents travaux (Séréomé, 1985) et qui comporte cinq classes (Annexe VB).

2.10. Evaluation des méthodes de lutte contre la maladie

2.10.1. Pratiques culturales

L'influence de la période de production des semences sur l'amélioration de la qualité sanitaire des semences de niébé a été étudiée à Di durant la contre saison 95. Elle a consisté à multiplier les semences de niébé dans des parcelles irriguées durant les mois de février à avril et à analyser dans notre laboratoire de Kamboinsé l'état sanitaire des semences récoltées. Les variétés K VX 61-1, K VX 396-4-4, K VX 396-4-5-2D, K VX 402-5, K VX 404-8-1 et K VX 404-22-2 ont été utilisées pour cette étude. L'analyse sanitaire des semences s'est effectuée selon la méthode ISTA du papier buvard avec 400 graines par échantillon et la température d'incubation a oscillé entre 25 et 32°C .

2.10.2. Les produits chimiques

2.10.2.1. En traitement des semences.

Le Peltar : son efficacité en traitement des semences a été éprouvée au champ à Gampéla (1986) et à Farako-bâ (1988) lors de l'étude portant sur l'évaluation de l'importance de la maladie des taches brunes. Les doses du fongicide utilisé par enrobage des semences ont varié entre 2 et 8g/kg de semences.

Le Benlate T20 et le composé oxinate de cuivre-carbendazime-lindane

L'efficacité de chacun de ces produits a été éprouvée au champ en 1990 et 1991 à Farako-bâ en traitement des semences lors de la même étude portant sur l'évaluation de l'importance de la maladie des taches brunes. Le Benlate T20 a été utilisé en enrobage des semences à la dose de 5g/kg de semences tout comme le composé oxinate de cuivre-carbendazime-lindane à la dose de 6,66 g/kg de semences. Le Benlate T20 a aussi été utilisé en solution aqueuse (5 %) par trempage des semences de lots fortement contaminés par *C. capsici* pour apprécier son efficacité sur l'amélioration de l'état sanitaire des semences. Les semences ont été trempées durant 10 mn dans la solution aqueuse puis mises à sécher avant d'être incubées selon la méthode ISTA du papier buvard en présence d'un traitement témoin. Elles ont fait l'objet d'analyse sanitaire après sept jours d'incubation au Danish Government Institute of Seed Pathology for Developing Countries à Hellerup.

2.10.2.2. En traitement des semences associé à des applications foliaires

L'évaluation de l'efficacité des différents produits a été éprouvée entre 1990 et 1992 dans les stations de Kamboinsé et de Farako-bâ.

Année 1990 : L'efficacité des traitements des semences ainsi que la détermination des périodes et des nombres d'applications foliaires du bénomyl ont été recherchées contre la maladie des taches brunes à Kamboinsé. Les variétés KVU69 et KVX61-1 connues pour leur grande sensibilité à la maladie des taches brunes ont été utilisées.

Le dispositif Split-plot à 4 répétitions avec les traitements fongicides en parcelles principales et les variétés K VX 61-1 et KVU69 en parcelles secondaires a été utilisé. Les traitements ont été les suivants :

T0 = Témoin absolu ;

T1 = Benlate T20 à 5 g/kg de semences ;

T2 = Benlate T20 à 2,5 g/kg de semences ;

T3 = Oxinate de cuivre + Carbendazime + Lindane à 6,6 g/kg de semences ;

T4 = Oxinate de cuivre + Carbendazime + Lindane à 3,3 g/kg de semences ;

T5 = T1 + 3 applications foliaires de benomyl (400 g/ha dans 400 litres d'eau), la première à trois semaines après semis, la deuxième à une semaine après le premier traitement insecticide qui a lieu lors de la formation de 50 % des boutons floraux et la troisième à 50 % de la formation des gousses en association avec le deuxième traitement insecticide ;

T6 = T1 + deux applications foliaires de benomyl en même temps que les deux traitements insecticides ;

T7 = T1 + 1 application de benomyl 3 semaines après le semis ;

T8 = T2 + 3 applications de benomyl comme au T5 ;

T9 = T2 + 2 applications de benomyl comme au T6 ;

T10 = T2 + 1 application de benomyl comme au T7 ;

T11 = T3 + 1 application de benomyl comme au T7 ;

T12 = T4 + 1 application de benomyl comme au T7.

Les semis (14 Juillet pour les lignes infestantes et 22 Juillet pour les lignes expérimentales), la méthode d'inoculation, l'entretien des parcelles et les observations sont les mêmes que ceux de l'essai portant sur l'évaluation des pertes potentielles de rendement chez le niébé, provoquées par la maladie des taches brunes.

Année 1991 : L'étude a été conduite à Farako-bâ en zone de savane soudanienne qui est très favorable au développement des maladies cryptogamiques du niébé. Dans le souci d'une prise en compte de la rentabilité économique des fongicides expérimentés, nous avons cherché à minimiser le nombre de traitements. Les variétés KVX396-4-4 et KVX61-1 ont été utilisées. Les traitements utilisés ont été les suivants :

- T0 = Témoin absolu ;
- T1 = Oxinate de cuivre à 3,3 g/kg de semences avant semis ;
- T2 = Benlate T20 à 2,5 g/kg de semences + 2 applications foliaires de benomyl en même temps que les 2 traitements insecticides (50 % formation des boutons floraux et 50 % formation des gousses) à la dose de 4 g de Benlate 50 SD dans 4 litres d'eau ;
- T3 = Benlate T20 à 5 g/kg de semences + 2 applications de benomyl comme au T2 ;
- T4 = Benlate T20 à 2,5 kg/ha de semences + 2 applications foliaires de Benlate T20 en même temps que les deux applications d'insecticides à la dose de 5 g du produit dans 4 litres d'eau.

Le même dispositif expérimental que celui de 1990 à Kamboinsé a été utilisé. Les lignes infestantes ont été semées le 12 Juillet et l'essai a été mis en place le 25 Juillet.

Année 1992 : Les mêmes variétés et le même dispositif expérimental qu'en 1991 ont été utilisés à Farako-bâ. Les traitements ont été les suivants :

- T1 = Témoin absolu ;
- T2 = Benlate T20 à 2,5 g/kg de semences avant semis suivi de deux applications foliaires de Benlate 50 SD (1 g par litre d'eau) en même temps que les deux traitements insecticides (50 % formation des boutons floraux et 50 % formation des gousses) ;
- T3 = Benlate T20 à 5 g/kg de semences suivi de deux applications du Benlate 50 SD comme en T2 ;
- T4 = Benlate T20 à 2,5 g/kg de semences suivi de deux applications de Benlate T20 (5 g dans 4 litres d'eau) comme en T2 ;
- T5 = Benlate T20 à 5 g/kg de semences suivi de deux applications de Benlate T20 comme en T4.

Au cours de ces trois années d'études, les observations ont porté sur la levée des plantules, l'incidence de la maladie des taches brunes au 30e et 45e JAS. La date de 50 % floraison et

celle de la maturité des gousses ainsi que la sévérité de la maladie ont aussi été relevées. L'incidence et la sévérité des autres maladies importantes du niébé ont aussi été notées utilisant des échelles de notation de l'annexe VI. Les rendements en graines ont été mesurés à la récolte et tous les résultats d'observations ont fait l'objet d'analyses statistiques.

2.10.3. Les produits locaux

2.10.3.1. En traitement des semences

L'efficacité des solutions des trois savons aux concentrations de 2 %, 5 % et 10 % ainsi que celles de leurs associations à 2 % (karité plus *Balanites*, karité plus neem : neem plus *Balanites* ; karité plus neem plus *Balanites*), a été éprouvée dans notre laboratoire de Kamboinsé, en 1998, sur l'amélioration de l'état sanitaire de semences de niébé contaminées par *C. capsici*. Les quantités de savon permettant d'obtenir les concentrations désirées de solutions sont introduites dans le volume d'eau distillée nécessaire pour dissolution. Les semences ont été trempées durant 10 min dans les différentes solutions de savon et les traitements témoins ont consisté à l'emploi des semences du même lot sans traitement, trempées dans de l'eau distillée stérile et trempées dans une solution de Benlate T20 à 5 %. Les graines ainsi traitées dans les différentes solutions ont été mises à sécher avant d'être incubées selon la méthode ISTA du papier buvard. La température d'incubation a oscillé entre 25 et 32° C. Les taux de contamination par *C. capsici* et les autres pathogènes seminicoles ont été évalués sept jours après incubation.

2.10.3.2. En application foliaire sur plantules contaminées par *C. capsici*

Les plantules de la variété K VX 397-9-11 sensible à la maladie des taches brunes et ayant atteint le stade trifoliolé sont inoculées artificiellement à l'aide d'une suspension conidienne (10^6 spores/ml) de l'isolat 042 de Farako-bâ provenant d'une culture de 10 jours, et placées dans un incubateur. Un dispositif constitué d'une housse en polyéthylène transparent a été utilisé après inoculation pour maintenir une forte hygrométrie autour des plantules durant la première semaine qui a suivi les inoculations. La température d'incubation a été de 30° C et un éclairage artificiel avec un photopériodisme de 12 heures est appliqué.

Trois jours après inoculation (avant apparition des symptômes de la maladie) et sept jours après inoculation (après apparition des symptômes de la maladie), les plantules sont traitées en pulvérisation avec les solutions de savon à 2 % en présence d'un traitement témoin à l'eau et d'un traitement témoin au benomyl (1g/l d'eau).

Les observations ont porté sur le nombre de plantes malades une et deux semaines après les traitements et la sévérité des attaques selon l'échelle à cinq classes présentée à l'annexe VB.

2.10.3.3. Evaluation de l'efficacité des produits sur la limitation de la maladie des taches brunes sur plantes issues de semences contaminées par *C. capsici*

Des graines de la variété K VX 397-5-4-2 D contaminée à 45 % par *C. capsici* ont été trempées durant 10 mn dans des solutions renfermant 2 %, 5 %, 10 % des trois types de savons, mises à sécher avant d'être semées à raison de 20 par pot d'un litre contenant de la terre stérile. Les graines du même lot de semences non traitées et traitées au Benlate T20 (5g/litre d'eau) ont servi de témoin absolu et témoin de référence. Sept répétitions sont utilisées pour chaque traitement et les pots ont été placés dans la chambre de croissance à la température de $25 \pm 5^\circ \text{C}$ avec une photopériode de 12 heures.

Les observations ont porté sur les fontes de semis aux 6e, 9e et 15e jour après semis, sur les plantes mortes au 25e, 35e et 45e J.A.S et la sévérité de la maladie a été évaluée 70 jours après le semis selon l'échelle de l'annexe VA. Ces données ont fait l'objet d'analyse statistique.

2.10.3.4. Efficacité des produits sur la croissance des champignons

Les quantités de savon nécessaires pour les concentrations désirées des différents savons sont incorporées dans le volume de PDA nécessaire avant stérilisation, suivie du coulage dans les boîtes de Pétri. Le milieu PDA renfermant les concentrations 0,125 % (C_1), 0,25 % (C_2), 0,5 % (C_3), 1 % et 2 % (C_4) des différents savons a été utilisé pour la culture de *C. capsici* (souche 042) et des trois autres pathogènes importants du niébé. Le PDA simple et le PDA renfermant du benomyl (1g/l) ont servi de témoins à cette étude.

Tous les milieux ainsi préparés ont été stérilisés à l'autoclave à 120 °C pendant 30 mn avant d'être coulés à raison de 15 ml/boîte de Petri de 90 mm de diamètre. Les explantats gélosés de 4 mm de diamètre des différents champignons sont prélevés et déposés à raison d'un par boîte de Petri contenant les différents milieux. Cinq boîtes sont utilisées par milieu de culture et par champignon et ont été incubées à la température ambiante du laboratoire (25-32° C). Les observations ont porté sur la croissance radiale des différents champignons en fonction des différents milieux de culture aux 2^e, 4^e et 6^e jour après incubation (j.a.i).

2.10.3.5. Evaluation de l'activité fongicide ou fongistatique des différents produits

Après six jours d'incubation des explantats gélosés de 4 mm de diamètre du champignon sur du PDA renfermant différentes concentrations des différents savons et du PDA témoin contenant le benomyl (1g/l de PDA), nous avons transféré les explantats sur lesquels aucune croissance du champignon n'a été noté sur le milieu PDA normal et observé la croissance des nouvelles cultures aux 2^e, 4^e et 6^e j.a.i. ainsi que la germination des spores qui en sont issues. Cette étude menée dans un premier temps avec la souche 042 de *C. capsici* a aussi concernée 20 autres souches de *Colletotrichum* spp.

2.11. Analyse de la diversité des *Colletotrichum*, agents de la maladie des taches brunes du niébé.

2.11.1. Les caractères biomorphologiques

En vue d'une recherche des caractéristiques morphologiques et culturelles permettant une meilleure différenciation des isolats de *Colletotrichum* spp. induisant la maladie des taches brunes du niébé, nous avons utilisé 13 caractères se rapportant aux caractéristiques biomorphologiques des colonies de leurs conidies en culture et trois caractères biométriques se rapportant à la dimension des conidies et à la croissance de leurs colonies en culture. Ce choix a été fait sur la base des résultats de travaux d'autres auteurs sur différentes espèces de *Colletotrichum* (Lourd et al., 1979 ; Barbara, 1990 ; Davis et al., 1992). Les caractères morphologiques et culturels utilisés dans cette étude comparant les différents isolats de *Colletotrichum* spp. sont consignés dans le tableau VII. Une représentation graphique de la longueur et de la largeur moyenne des conidies de chaque isolat a été opérée afin de mieux

Tableau VII : Caractères morphologiques utilisés pour comparer les isolats de *Colletotrichum* spp.

Caractères morphologiques	Descriptifs	Rang
1 - Couleur des hyphes (Chy)	Hyalin	1
	Légèrement coloré	2
	Noir et hyalin	3
	Noir	4
2 - Abondance des hyphes (Ahy)	Clairsemé	1
	Abondant	2
3 - Forme du mycélium (Fmy)	Cotonneux	1
	Aérien (dégagé)	2
	Compact.	3
4 - Elevation (Ele)	Ras	1
	Modérément élevé	2
	Très élevé	3
5 - Couleur des acervules (Cac)	Hyalin	1
	Légèrement coloré	2
	Noir	3
6 - Abondance de la masse conidienne (Amc)	Absent	1
	rare	2
	Abondant	3
7 - Couleur de la colonie (Cco)	Blanc	1
	Orange	2
	Brun	3
	Gris-rose	4
	Gris	5
	Noir	6
8 - Forme des bordures (Fba)	Irrégulier	1
	Régulier	2
9 - Abondance des acervules (Aac)	Absent	1
	Rare	2
	Abondant	3
10 - Soies dans les acervules (Sac)	Absent	1
	Présent	2
11 - Localisation des acervules (Lac)	Non approprié	1
	Parsemé	2
	Central	3
12 - Localisation de la masse conidienne (Lmc)	Non approprié	1
	Central	2
	Parsemé	3
13 Taille de la conidie (Tco)	Variable	1
	Uniforme	2

matérialiser chaque isolat. Il en a été de même de la représentation graphique de ces deux caractères biométriques et de celui du diamètre de croissance moyen des colonies de chaque isolat.

2.11.2. Les caractères biochimiques

Grâce aux travaux antérieurs de Somé (1988) et à une étude préliminaire que nous avons réalisée sur quelques souches de *Colletotrichum capsici*, nous avons utilisé le système des α , β -estérases en raison du polymorphisme révélé et de la bonne qualité de la révélation obtenue par ce système comparés aux phosphoglucomutases (PGM) (planche V).

2.11.3. Analyse du pouvoir pathogène des *Colletotrichum*

Dix souches de Pobé (184, 191, 207, 214, 215, 216, 218, 221, 223, 270), deux de Kamboinsé (093 et 122), deux de Farako-bâ (002 et 059), une souche du Nigeria (295), une souche du Niger (271) et une souche de référence de *C. capsici* (286) plus trois souches de *C. truncatum* (283, 289 et 292) ont été utilisées en chambre de culture pour l'inoculation des variétés TVX 3236, K VX 61-1, TN 121-80-7, K VX397-9-11, K VX 398-7-1, KN1 et Locale Moussa. Les inoculations ont porté sur 20 ou 30 plantes (deux ou trois pots) par variété et par souche avec la dose de 10^6 spores/ml d'eau.

Un indice moyen d'infection représentant la sévérité de la maladie a été calculé pour chacune des combinaisons souche-cultivar à partir des notes des symptômes, une et deux semaines après les inoculations en utilisant la formule présentée dans l'annexe VA. Ces indices d'infection ont servi à déterminer le niveau de sensibilité ou de résistance d'un cultivar à une souche donnée du pathogène de la manière suivante :

- S% = 0 % : plante immune (I)
- 1 % < S% ≤ 5 % : plante très résistante (TR)
- 6 % < S% ≤ 10 % : plante résistante (R)
- 11 % < S% ≤ 20 % : plante modérément résistante (MR)
ou modérément sensible (MS)
- 20 % < S% ≤ 50 % : plante sensible (S)
- S % > 50 % : plante très sensible (TS)

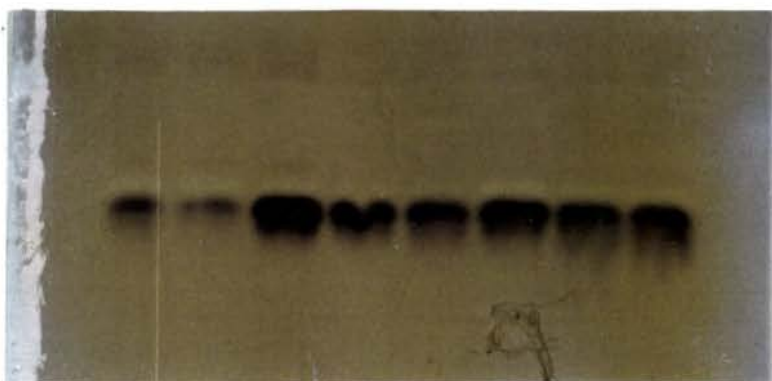


Photo 1 (A. SOME) :
Zymogrammes des
phosphoglucomutases
mycéliennes de huit isolats
de *Colletotrichum capsici*

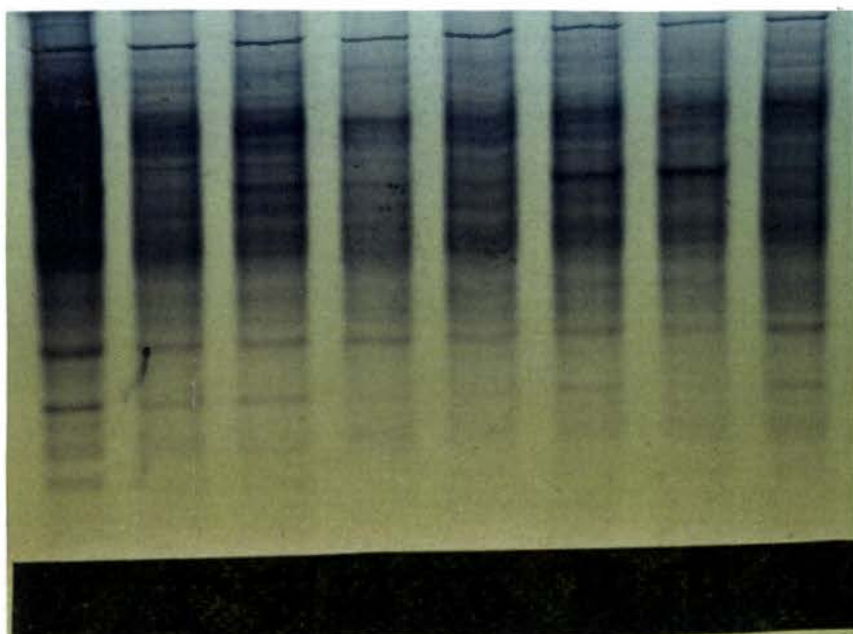


Photo 2 (J. C. MARIE) :
Protéinogrammes des
protéines totales mycéliennes
de huit isolats de *Colleto-
trichum capsici*. Les chiffres
en bas indiquent les numéros
d'identification des isolats
du pathogène

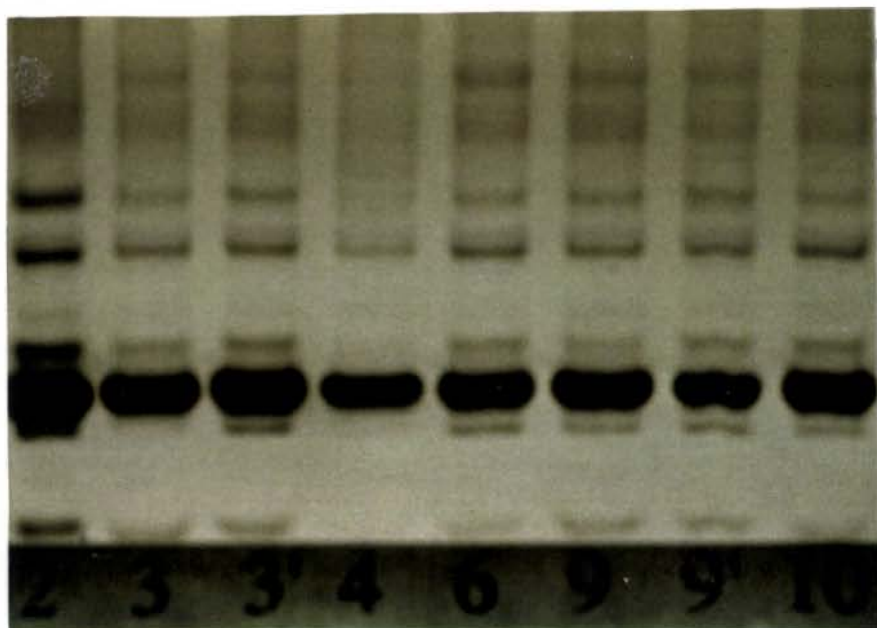


Photo 3 (J. C. MARIE) :
Zymogrammes d'estérase
mycéliennes de huit isolats
de *Colletotrichum capsici*.
Les chiffres en bas
indiquent les numéros
des isolats du pathogène

PLANCHE V

ZYMOGRAMMES DE PHOSPHOGLUCOMUTASES (PHOTO 1) DE PROTEINES (PHOTO 2) ET
D'ESTERASES (PHOTO 3) MYCELIENNES DES ISOLATS DE *COLLETOTRICHUM CAPSICI* SUR
NIEBE AU BURKINA FASO

TROISIEME PARTIE

RESULTATS ET DISCUSSIONS

CHAPITRE I : ANALYSE DE L'IMPORTANCE DE LA MALADIE DES TACHES BRUNES ET INFLUENCE DES CONDITIONS DE STOCKAGE ET DE L'ORIGINE DES SEMENCES SUR LA PROPAGATION DE LA MALADIE

1.1. Introduction

Contrairement au Nigeria où l'importance de la maladie des taches brunes du niébé a été évaluée cinq ans environ après son apparition dans ce pays, et bien que la même maladie ait été signalée depuis 1979 au Burkina Faso, aucune information chiffrée n'était disponible jusqu'en 1990 sur les pertes réelles de rendement en graines qu'elle pourrait causer dans ses principales zones de prévalence dans ce dernier pays. Afin de combler cette lacune, nous avons conduit des expérimentations au champ en 1990 et 1991 en zones de savanes soudanienne et soudano-sahélienne du pays pour évaluer les pertes potentielles de cette maladie.

Selon nos propres observations, l'expansion de cette maladie à travers le Burkina a été remarquable sur les variétés améliorées par rapport aux variétés locales (Séréomé, 1985 ; Séréomé, 1992). Selon les travaux de Emechebe et Mc Donald (1979), les semences infectées par le pathogène responsable de la maladie jouent un rôle important dans sa propagation. En vue d'évaluer le rôle joué par les semences dans la dissémination de la maladie au Burkina Faso, des échantillons de semences des variétés améliorées de niébé introduites ou sélectionnées dans la Station de Recherches Agricoles de Kamboinsé ont été collectés en 1988 dans cette station et dans d'autres stations de recherches agricoles où elles étaient en multiplication et ensuite analysées pour la présence de *C. capsici* et de celle d'autres pathogènes.

Les deux champignons responsables de cette maladie du niébé qui n'est importante qu'en zone de savanes selon Emechebe, sont *C. capsici* et *C. truncatum* (Emechebe, 1981a). Cependant, *C. capsici* est connu pour être responsable de la maladie dans plus de 90 % des cas de sa manifestation. La maladie ayant été notée de manière spectaculaire en année de pluviométrie abondante dans le sahel burkinabè (Séréomé, non publiée), nous nous sommes intéressés à l'identification des pathogènes impliquées dans cette zone. Les champignons associés aux symptômes de taches brunes sur niébé dans cette zone ont été isolés et réinoculés en conditions contrôlées, après culture au laboratoire pour s'assurer de leur pathogénicité sur des plants de

niébé. Quatre souches de ces champignons ont été envoyées au CABI-Bioscience en Angleterre pour leur identification.

A la faveur de l'exécution du projet Protection Ecologiquement Durable du Niébé (PEDUNE) au Burkina Faso, un programme de transfert de technologies sur les méthodes de conservation du niébé en direction des producteurs organisés de cette culture, a été conduit de 1996 à 1997 dans certaines localités du Burkina. L'inoculum primaire du pathogène responsable de la maladie des taches brunes du niébé étant porté par la graine infectée au champ, il nous a semblé important de voir parmi les méthodes de conservation utilisées, quelles sont celles à même d'influencer le taux d'inoculum porté par les graines.

Par ailleurs, les variétés améliorées de niébé sont celles qui ont montré le plus de sensibilité à la maladie des taches brunes du niébé au Burkina Faso (Séréomé, 1985 ; INERA, 1991 ; Séréomé, 1992). Il nous a cependant été donné de constater que des variétés connues sensibles à la maladie devenaient naturellement résistantes au bout de quelques cycles de multiplication. L'illustration de ce constat est l'exemple de la variété IT 80E 60 que nous avons toujours utilisée depuis 1986 pour ensemercer les lignes infestantes dans nos dispositifs de criblage au champ, et que nous avons été contraint de remplacer par une autre variété sensible à partir de 1991 (Séréomé et *al.*, 1992). Tout se passe comme s'il y avait un effet de mémoire chez les semences issues de plantes ayant été quelques temps en contact avec le pathogène. L'effet de mémoire pourrait être expliqué par exemple par une sélection inconsciente de graines issues de plantes moins sensibles à la maladie, perpétuées grâce au taux de fécondation croisée qui est faible mais non nul. Nous avons voulu vérifier cette hypothèse, en utilisant plusieurs lots de semences de niébé produites à Kamboinsé ou à Farako-bâ, et comportant deux ou trois générations, telles que celles décrites dans la partie matériel et méthodes du présent mémoire, et que nous avons utilisées pour produire des plantes au champ à Kamboinsé, Farako-bâ et Pobé. Le taux d'établissement des plantes issues de chaque lot de semences et leur sensibilité à la maladie des taches brunes ont été évalués de 1994 à 1996 dans ces trois localités.

Les résultats présentés concernent l'importance de la maladie des taches brunes et l'influence des conditions de stockage et de l'origine des semences sur la propagation de la maladie.

1.2. Résultats

1.2.1. Importance de la maladie

1.2.1.1. Evaluation des pertes de rendement

Les principaux résultats de cette évaluation ont été publiés par Sérémé et *al.* (1992).

Ces résultats montrent que la maladie est aussi bien présente en zone de savane soudano-sahélienne (Kamboinsé) qu'en zone de savane soudanienne (Farako-bâ). Dans ces deux zones, la maladie peut se manifester de manière spectaculaire comme en attestent les pourcentages de sévérité de la variété K VX 61-1 qui ont été supérieurs à 60%. A Farako-bâ, une corrélation négative a pu être établie en 1990 entre le pourcentage de sévérité de la maladie et le rendement en graines de niébé (fig. 6). Par contre à Kamboinsé, en dépit de différences significatives d'indice de sévérité notées entre le traitement témoin et le traitement qui a permis d'assurer une meilleure protection des plantes aussi bien en 1990 qu'en 1991, aucun gain en rendement graines n'a été observé au niveau des plantes protégées. Cette situation pourrait s'expliquer par le fait que contrairement à Farako-bâ, la manifestation de la maladie sur les gousses est apparue aussi bien en 1990 qu'en 1991 à Kamboinsé, à un stade où les graines étaient presque entièrement formées. En effet, l'humidité relative et les températures qui prévalent à Farako-bâ sont favorables à une progression rapide de la maladie. Comme l'a montré Emechebe (1985), *C. capsici* peut se développer à tous les stades de formation des gousses et nos résultats de Kamboinsé montrent que lorsque l'attaque est tardive à ce stade, il n'y a aucun effet sur la production de la culture. La présence du pathogène dans les gousses constitue néanmoins un danger pour la propagation de la maladie (Emechebe, 1981 a ; Sérémé, 1985 et 1991).

Grâce à l'emploi du benomyl utilisé en applications foliaires après traitement des semences par le Benlate T20, une réduction importante de la sévérité (45%) suivie d'un gain de rendement en graines (35%) a pu être obtenue à Farako-bâ. Les pertes potentielles ont été estimées à 42 % dans cette zone (fig. 6).

Une perspective d'utilisation du benomyl dans la lutte chimique contre cette maladie en zone de savane soudanienne est offerte avec ces résultats.

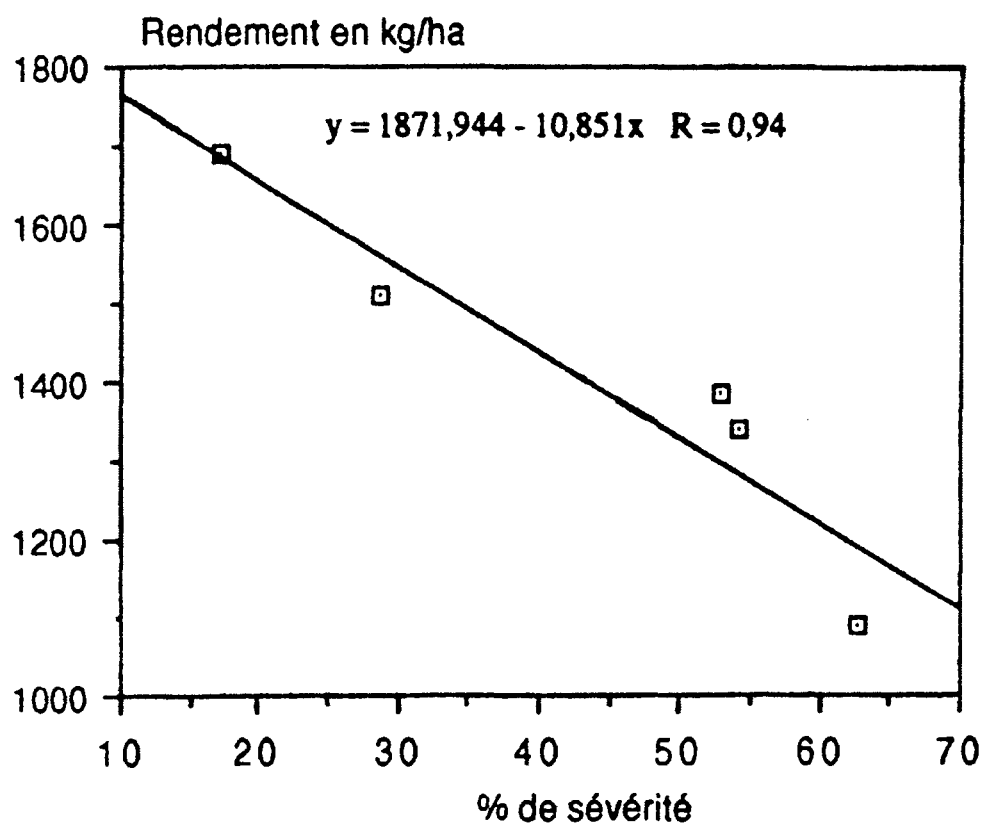


Figure 6: Relation entre le rendement grains et la sévérité de la maladie des taches brunes à Farako-Bâ en 1990

1.2.1.2. Importance de la transmission de *C. capsici* dans les semences de niébé produites au Burkina Faso

A - Mycoflore autre que *C. capsici*

Plusieurs champignons ont été recensés à des proportions très variables dans tous les sites de prélèvement (Tableau VIII). Parmi ces champignons *Botryodiplodia theobromae*, *Cercospora* sp, *Fusarium solani*, *Fusarium oxysporum*, *Macrophomina phaseolina*, *Myrothecium verruca* et *Phomopsis sojae* sont connus comme étant des pathogènes du niébé (Allen et al., 1981 ; Neergaard, 1983 ; Emechebe et Florini, 1997). Parmi ces agents pathogènes connus, seul *M. phaseolina* a été retrouvé sur la majorité des variétés et à des proportions assez importantes. *Drechslera rostrata*, *Fusarium equiseti*, *Fusarium graminearum*, *Fusarium semitectum*, *Fusarium moniliforme* et *Phoma* sp sont aussi présents dans les différents lots de semences mais ne sont pas des pathogènes connus du niébé (Neergaard, 1983).

B - *Colletotrichum capsici*

Les principaux résultats du niveau de contamination des semences par *C. capsici* ont été publiés dans l'article Sérémé et Mathur (1996). Les résultats du tableau IX permettent de voir que le pathogène a été trouvé dans tous les centres de prélèvement de semences excepté le site de Di. Les semences des quatre variétés locales n'ont présenté que très peu (0,25 à 1,5%) ou pas de contamination par le pathogène. Toutes les semences des variétés améliorées ont porté le pathogène dans au moins un des centres de prélèvement.

Une très grande variabilité du taux de contamination du pathogène au niveau des variétés TVX 3236, K VX 396-7-3 et IT 81D 994 provenant des centres de Farako-bâ, Kamboinsé et Pobé est notée. Ainsi, la variété K VX 396-7-3 a été la seule contaminée à Pobé (20%) et a présenté son taux de contamination le plus élevé à Kamboinsé (44,5%). La variété IT 81D 994 a été la plus contaminée à Farako-bâ et n'a montré que peu ou pas de contamination à Kamboinsé et à Pobé .

Les moyennes de contamination par *C. capsici* des semences des variétés TVX 3236, K VX 396-7-3, IT 81D 994 et IT82D 849 prélevées aussi bien à Farako-bâ, Kamboinsé que Pobé, ont permis de montrer que le centre de Farako-bâ a été le plus favorable à la transmission du pathogène dans les semences avec un taux moyen de 28,40% . Ces taux moyens ont été de 15,6% à Kamboinsé et 5,06% à Pobé.

Tableau VIII : Mycoflore des semences de différentes variétés de niébé prélevées en 1988 dans différents centres de recherches agricoles du Burkina Faso

Variétés de niébé	Zones de prélèvement	Mycoflore (fréquence d'isolement %)													
		(B.th.)	(C.sp.)	D.r.	F.e.	F.g.	F.m.	F.o.	F.s.	(F.sol.)	F.sp.	(M.ph.)	(M.v.)	P.sp.	(P.soj.)
TVX 3236	Farako-bâ	0	-	0,25	29,0	0	6	3,75	7,25	2,5	0	7,15	0	0	0
KVX 396-7-3	"	0	-	0	1,25	16,25	1,5	0	3,25	0,5	0	17,5	0	12,5	5,75
IT 81D-994	"	0	-	0	4,50	0	4,25	0,5	0,5	3,25	0	34,25	0,25	0	0
IT 82 D-849	"	0	-	0	11,25	0	11,5	0,5	4,25	0,5	2,25	0,5	0	0,25	0
Locale Samandani (1)	"	0,5	-	0	18,25	4,5	58,0	0	4,5	0	0	0	0	21,5	0
Locale Samandani (2)	"	0	-	0	0,5	3,0	22,25	0	6,0	0,25	0	0	0	13,75	0
TVX 3236	Kamboinsé	-	-	-	0	31,25	3,25	0	0	-	18,75	0	0	3	-
KVX 396-7-3	"	-	-	-	4,25	5,0	5,25	0	2,5	-	0	4,5	0,5	8,75	-
IT 81 D-994	"	-	-	-	17,5	0	2,75	4,0	11,75	-	5,75	29,5	0	19,25	-
IT 82 D-849	"	-	-	-	6,0	0	1,0	1,0	5,5	-	2,0	3,75	0	20,35	-
KVU 69	"	-	-	-	34,0	0	0,75	0	7,75	-	1,5	11,25	0	2,0	-
TVX 3236	Pobé	-	-	0,75	27,75	0	6,0	0	0	0,5	0	32,0	-	1,75	-
KV 396-7-3	"	-	-	0	0,5	23,25	2,0	1,0	0	0	0	16,25	-	2,25	-
IT 81 D-994	"	-	-	0	20,25	0	2,0	0	3,5	0	0	59,75	-	0	-
IT 82 D-849	"	-	-	0	60,5	0	0	0	2,25	0,5	0,75	14,75	-	2,25	-
TN 88-63	Saria	0,5	-	-	11,0	-	3,75	0	1,75	-	0	21,0	-	28,25	-
Locale Saria	"	0	-	-	9,25	-	2,5	0,25	4,0	-	1,0	33,25	-	0,5	-
TVX 3236	Di	-	-	-	-	-	9,5	-	-	-	-	-	-	4,25	-
KN 1	"	-	-	-	-	-	2,5	-	-	-	-	-	-	0,25	-
TVX 3236	Kouaré	0	1,75	0	12,5	-	46,25	5,5	10,5	-	-	-	-	7,25	-
Locale Fada	"	5,0	0	0,5	6,75	-	26,25	0	22,75	-	-	-	-	4,50	-

() pathogène connu du niébé

- Pathogène non rencontré dans la zone

B.th. = *Botryodiplodia theobromae* ; C. sp = *Cercospora* sp ; D.r. = *Drechslera rostrata* ; F.e. = *Fusarium equiseti* ; F.g. = *Fusarium graminearum* ; F.m. = *Fusarium moniliforme* ; F.o. = *Fusarium oxysporum* ; F.s. = *Fusarium semitectum* ; F.sol. = *Fusarium solani* ; F.sp = *Fusarium* sp ; M.ph. = *Macrophomina phaseolina* ; M.v. = *Myrothecium verruca* ; P.sp = *Phoma* sp ; P.soj. = *Phomopsis sojae*.

Tableau IX : Pourcentage de contamination par *C. capsici* de 400 graines de niébé prélevées en 1988 de différentes variétés produites dans différents centres de recherches agricoles du Burkina Faso

Variétés de niébé	Localités de prélèvement					
	Farako-bâ	Kamboinsé	Pobé	Saria	Di	Kouaré
TVX 3236	2,0	0,5	0,0	-	0,0	17,3
KVX 396-7-3	35,0	44,5	20,3	-	-	-
IT 81 D 994	51,8	9,8	0,0	-	-	-
IT 82 D 849	24,8	7,5	0,0	-	-	-
KVU 69	-	45,3	-	-	-	-
TN 88-63	-	-	-	47,3	-	-
Samandeni local 1	1,5	-	-	-	-	-
Samandeni local 2	0,0	-	-	-	-	-
Saria local	-	-	-	0,0	-	-
Fada local	-	-	-	-	-	0,3
KN1	-	-	-	-	0,0	-
Moyennes de contamination des 4 premières variétés	28,4	15,6	5,1			

- semences non disponibles

1.2.1.3. Mise en évidence d'un nouveau taxon de *Colletotrichum*, agent de la maladie des taches brunes du niébé

Des souches de champignons isolées du niébé au Burkina Faso, au Niger et au Nigeria à partir des taches brunes et des souches de champignons provenant d'autres espèces végétales (*Glycine max*, *Mucana* sp. et *Lablab* sp.) ont reproduit les symptômes de la maladie des taches brunes sur plusieurs variétés de niébé en inoculation artificielle (Planche VI). A l'observation des caractères culturaux et microscopiques des champignons impliqués dans la reproduction de ces symptômes, deux groupes de souches se dégagent.

A - Le groupe *Colletotrichum capsici*/*C. truncatum*

Sur milieu de culture PDA, les souches de ce groupe présentent rarement un mycélium visible mais plutôt de nombreux petits points noirs correspondant aux organes de fructifications, isolés ou en groupes, les acervules (planche VII, photo 1). Ces acervules sont enveloppés dans une cirrhe de couleur beige à orange renfermant les conidies (planche VII, photo 2). Au microscope les acervules sont constitués de conidiophores produisant les conidies et de nombreuses et longues soies brun noir à noires dépassant la masse conidienne (planche VII, photo 3). Les conidies sont unicellulaires, hyalines, fusoïdes aux extrémités arrondies et légèrement busquées (planche VII, photo 4). Des variations sont cependant observées entre souches concernant l'aspect cultural aussi bien sur PDA (planche VIII) que sur milieu liquide de Bihari (planche IX).

B - Les souches particulières de Pobé

Sur PDA, ces souches ont des colonies noires (planche X, photo 1) pouvant induire une confusion avec certaines souches de *Macrophomina phaseolina*, un des agents pathogènes majeurs du niébé au Burkina Faso. Cependant, à l'inverse de *M. phaseolina*, ces colonies ne montrent pas de microsclérotés et ne produisent pas d'acervules à l'instar de *C. capsici* et *C. truncatum*. Au microscope, la majorité des filaments mycéliens sont brun noir (planche X, photo 2). Les conidiophores sont souvent isolés (planche X, photo 3). Les spores sont unicellulaires, hyalines, pointues aux deux extrémités et larges à leur partie médiane, le plus

**PLANCHE VI : RESULTATS D'INOCULATIONS ARTIFICIELLES DE
COLLETOTRICHUM SPP. SUR NIEBE**

Photo 1 : Plants des variétés TVX 3236 (V₁) et K VX 61-1 (V₂) présentant des symptômes de taches brunes après inoculation par la souche de référence (286) de *C. capsici*

Photo 2 : Symptômes de taches brunes sur les tiges des plants de la variété TVX 3236 inoculés par la souche de référence (286) de *C. capsici*

Photo 3 : Plants morts de la variété TVX 3236 après infection par la souche 002 de Farako-bâ

Photo 4 : Symptômes de taches brunes sur les plants de la variété TVX 3236 inoculés par la souche 215 de Pobé

Photo 5 : Plants morts de la variété K VX 61-1 après infection par la souche 271 du Niger

Photo 6 : Symptômes de taches brunes sur les plants de la variété K VX 61-1 inoculés par les souches 002 de Farako-bâ et 221 de Pobé



Photo 1 (P. SEREME)



Photo 2 (G.A. DIASSO/A. TOUGOUMA)



Photo 3 (G.A. DIASSO/A. TOUGOUMA)



Photo 4 (G.A. DIASSO/A. TOUGOUMA)



Photo 5 (G.A. DIASSO/A. TOUGOUMA)



Photo 6 (G.A. DIASSO/A. TOUGOUMA)

PLANCHE VI



Photo 1 (A. SOME) : Présence de nombreux acervules (points noirs)

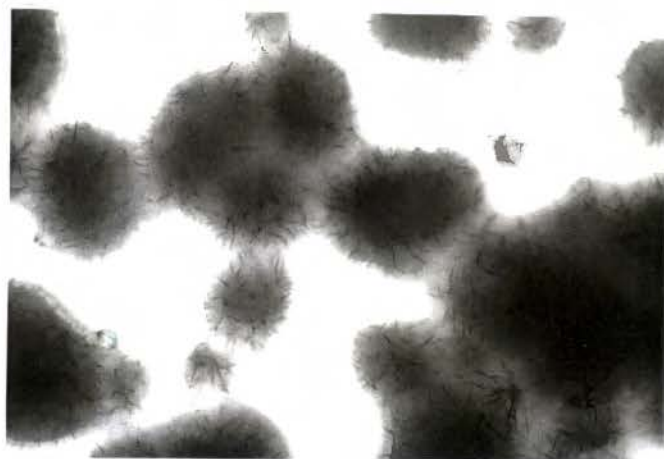


Photo 2 (A. SOME) : Acervules de *C. capsici* enveloppés dans de la cirrhe

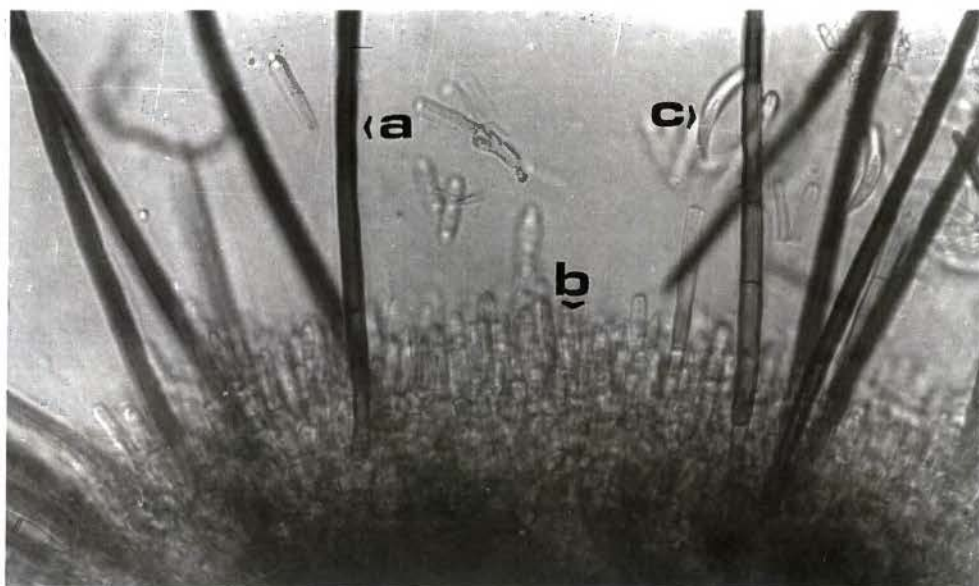


Photo 3 (A. SOME) : Observation microscopique des acervules de *C. capsici*. a : Soie ; b : Conidiophore ; c : conidie (x 40)

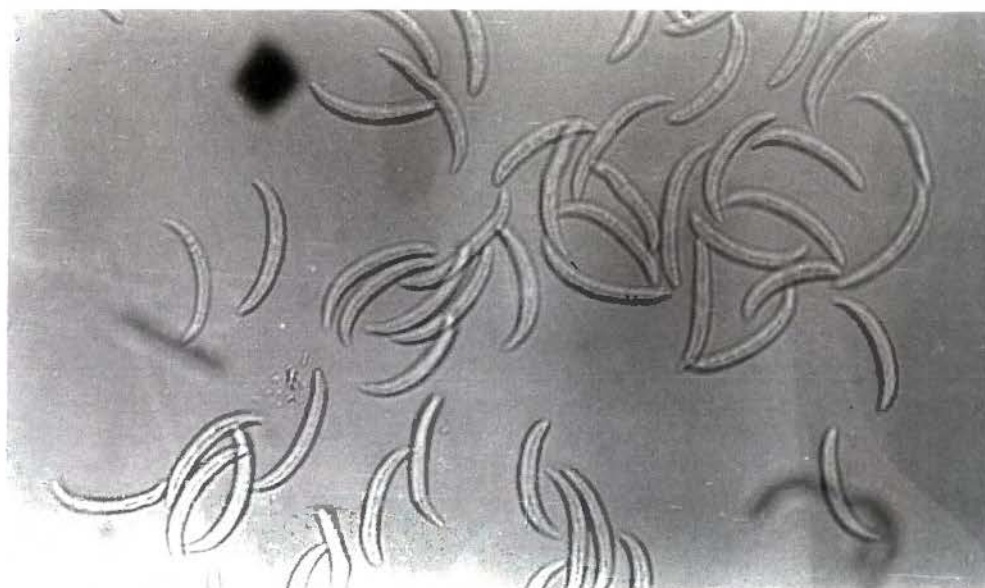


Photo 4 (A. SOME) : Conidies falciformes de *C. capsici*/*C. truncatum* (x 40)

PLANCHE VII

QUELQUES CARACTERISTIQUES CULTURALES ET MORPHOLOGIQUES DE *C. CAPSICI*/*C. TRUNCATUM*

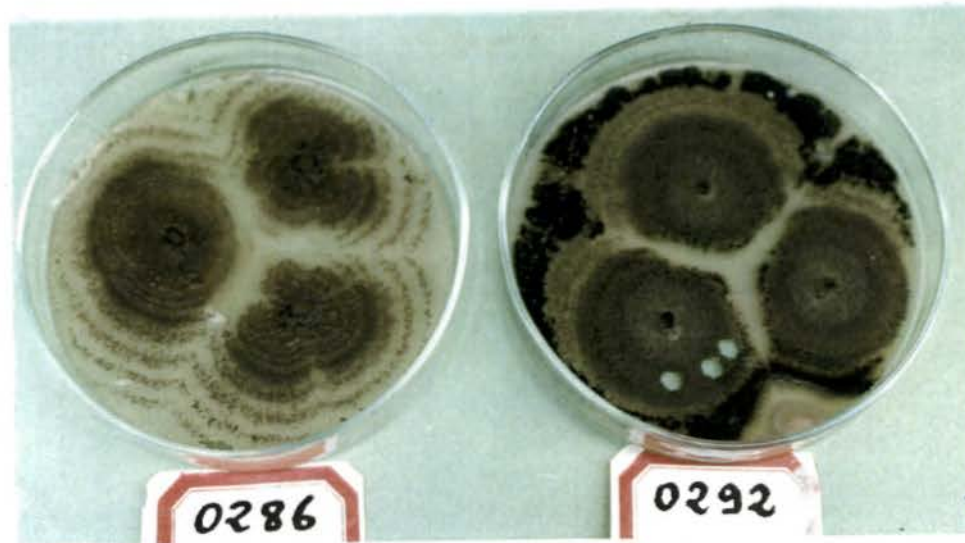


Photo 1 : Isolats de référence de *C. capsici* (0286) et isolat de *C. truncatum* (0292)
 a : présence de saltations et acervules bien différenciés ; b : larges sclérotés ;
 c : acervules peu différenciés et microsclérotés

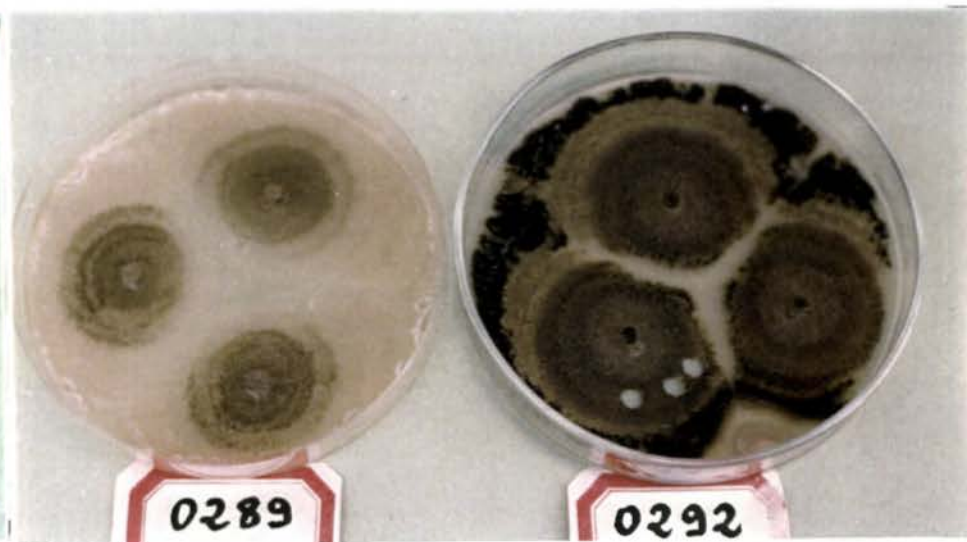


Photo 2 : Isolats 289 et 292 de *C. truncatum*. Notez la présence de saltations et d'acervules plus différenciés au niveau de l'isolat 0289

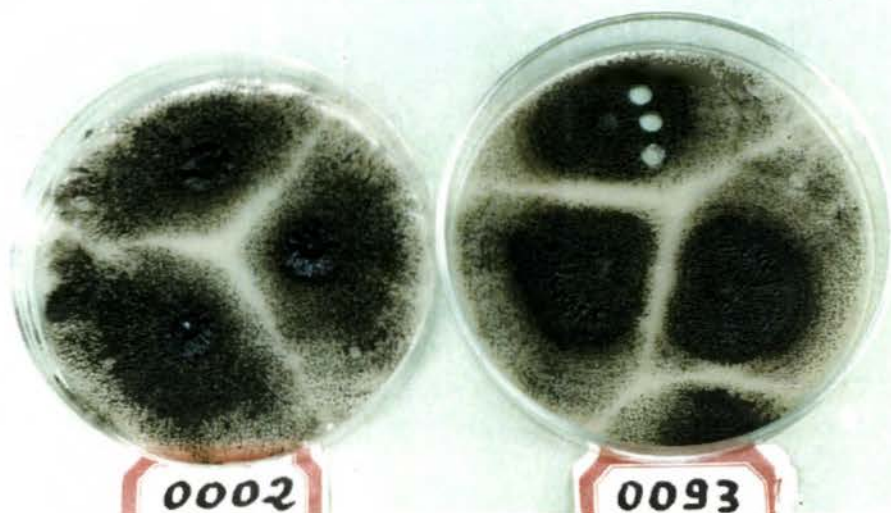


Photo 3 : Isolats 002 de Farako-bâ et 0093 de Kamboinsé avec présence de nombreux acervules bien différenciés.

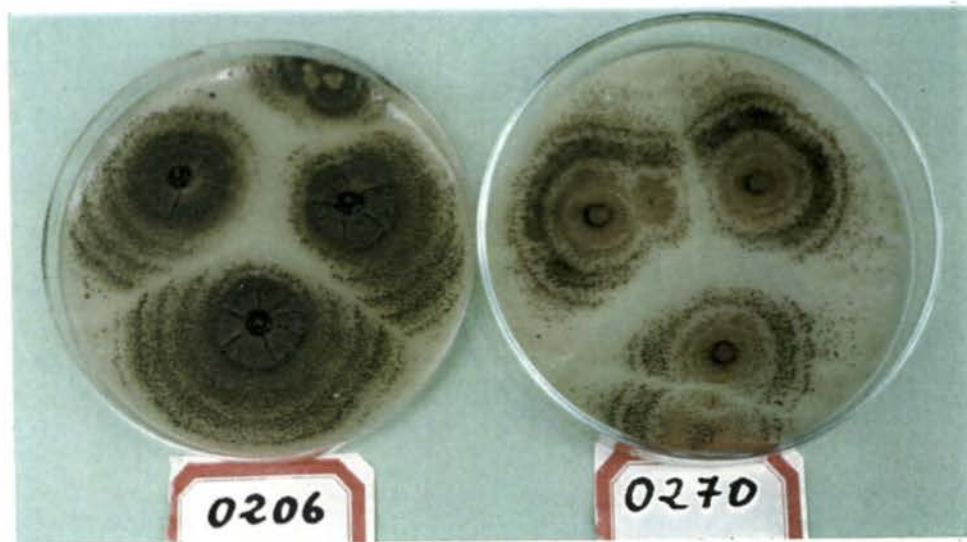


Photo 4 : Isolats 0206 et 0270 de Pobé. Notez la présence de saltations et d'acervules bien différenciés.

PLANCHE VIII

ASPECTS CULTURAUX SUR PDA DES ISOLATS DE *COLLETOTRICHUM* SPP. ASSOCIÉS À LA MALADIE DES TACHES BRUNES DU NIEBE

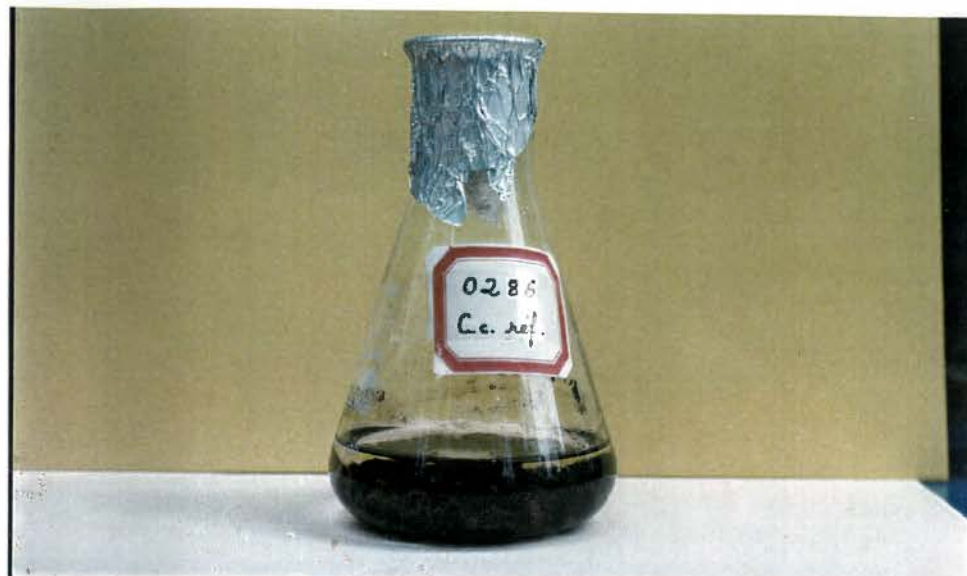


Photo 1 : Isolat de référence de *Colletotrichum capsici*



Photo 2 : Trois isolats de référence de *Colletotrichum truncatum*



Photo 3 : Deux isolats de *Colletotrichum capsici* isolé à Kamboinsé



Photo 4 : Isolats de référence (0286) et trois isolats de *C. capsici* à Farako-bâ

PLANCHE IX

ASPECTS CULTURAUX DES ISOLATS DE *COLLETOTRICHUM* SPP. SUR MILIEU LIQUIDE DE BIHARI



Photo 1 (A. SOME) : Aspect noir des colonies de *Colletotrichum* sp isolé sur niébé à Pobé



Photo 2 (A. SOME) : Filaments mycéliens brun noir de *Colletotrichum* sp sur niébé à Pobé (x 40)

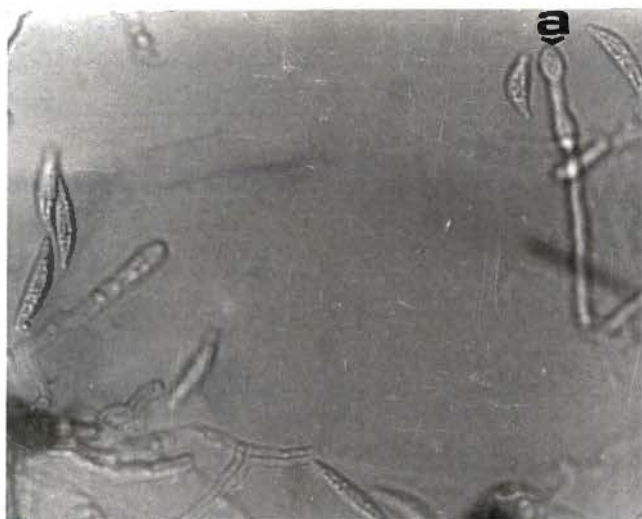


Photo 3 (A. SOME) : Conidiophore isolé (a) de *Colletotrichum* sp (x 40)

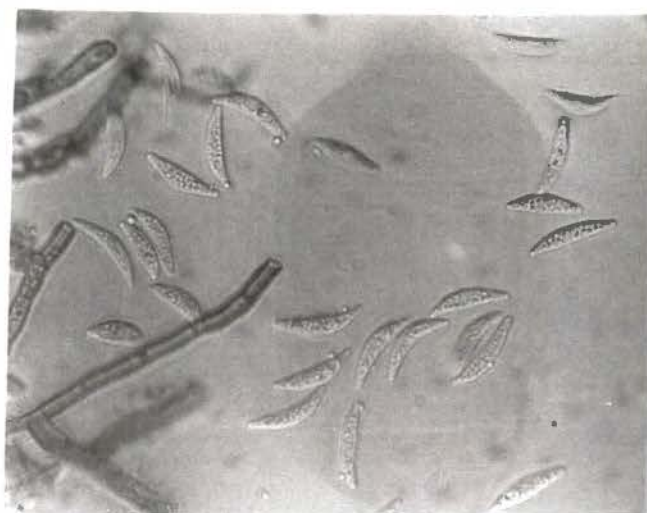


Photo 4 (A. SOME) : Conidies de *Colletotrichum* sp isolé sur niébé à Pobé. Notez les extrémités pointues et la partie médiane plus large de chaque conidie (x 40)

PLANCHE X

ASPECTS MORPHOLOGIQUES ET CULTURAUX DE *COLLETOTRICHUM* SP ISOLE SUR NIEBE A POBE (BURKINA FASO)

souvent incurvées et parfois droites (planche X, photo 4). Ces spores s'apparentent à celles de *Colletotrichum graminicola*, responsable de l'antracnose du sorgho (Neya, 1997).

La soumission de quatre de ces souches particulières (188, 214, 215 et 216) au CABI-Bioscience pour identification a donné les résultats ci-dessous contenus dans le rapport d'identification du 28 Septembre 1998 que nous avons traduit en français.

Mllena Hoareau (B&B-BMB)

De : Paul Cannon (B&B-BMB)
 A : Mllena Hoareau (B&B-BMB)
 Objet : Rapport d'identification
 Date : 28 Septembre 1998 18 : 40

Rapport sur les cultures : IMI 379432 (C214), 379433 (C215), 379434 (C216) et 379435 (C188)

Toutes appartiennent à la même espèce de *Colletotrichum*. Avec la systématique actuelle des *Colletotrichum*, elles peuvent être placées dans l'espèce *C. truncatum* (Schw.) Andrus & Moore, mais ceci est un assemblage très faiblement défini. La plupart des souches dans notre collection ont des acervules bien formés avec de nombreuses soies, des conidies plutôt longues, incurvées et minces. Vos isolats semblent manquer de soies (ou au moins dans nos conditions de culture) et ne produisent pas aussi des acervules bien formés, mais forment plutôt de nombreuses petites sclérotés. Les conidies sont aussi plus courtes que celles de la plupart des souches appartenant à cette espèce. Elle peuvent bien être séparées au niveau des souches de celle de l'espèce principale de *C. truncatum*, mais une petite proportion de nos souches se rapprochent des vôtres sur le plan des caractères morphologiques.

Afin d'avoir une identification satisfaisante, il serait nécessaire d'étudier l'état d'ensemble de la systématique de l'espèce, incluant l'analyse phylogénétique de l'ADN ribosomique (r DNA). *C. truncatum*, comme la plupart des espèces de *Colletotrichum*, se définit mal par l'utilisation de critères morphologiques instables, et il y a eu beaucoup de confusions causées par des assumptions dépourvues de sens critique que les espèces sont spécifiques de l'hôte, et que les souches avec des conidies incurvées attaquant les légumineuses, doivent par définition être *C. truncatum*. Il y a d'autres espèces inféodées à plusieurs hôtes avec des spores falciformes, spécialement le complexe *C. dematium/C. capsici*, qui doivent aussi être prises en compte. Je regrette que ce rapport ne soit pas si précis, mais il reflète les incertitudes actuelles sur les concepts d'espèces de *Colletotrichum*. Deux souches (IMI 379432 et 379435) seront gardées dans notre collection, et les autres seront éliminées. Je me tiens à votre disposition pour toute assistance que je pourrais vous apporter. Mon adresse électronique est p.cannon@cabi.org.

Comme l'indique ce rapport, ces souches appartiennent toutes au genre *Colletotrichum*. Elles sont proposées par le CABI-Bioscience pour être rattachées à l'espèce *C. truncatum* (Schw.) Andrus & Moore et ceci sur la base de la mise en évidence de quelques caractères morphologiques qu'elles ont en commun avec cette dernière espèce.

1.2.1.4. Conclusion partielle

La maladie des taches brunes du niébé est donc une maladie importante de la culture au Burkina Faso à cause des dégâts importants qu'elle provoque dans la zone de savane nord guinéenne du pays où cette légumineuse est beaucoup cultivée. Le fort taux de contamination

des semences produites dans le pays par le principal agent pathogène qu'est *C. capsici* en fait également une contrainte importante à la diffusion des variétés améliorées. En plus de *C. truncatum* qui constituait jusque là avec *C. capsici* les seuls pathogènes connus de la maladie, l'existence d'un nouveau taxon est mise en évidence en zone de Sahel burkinabé.

1.2.2. Influence des conditions de stockage et de l'origine des semences sur la propagation de la maladie

1.2.2.1. Influence des conditions de stockage

Année 1996

Après trois mois de stockage des graines préalablement désinfectées par le système des films plastiques, les résultats d'analyse des semences montrent la présence de cinq agents pathogènes sur la variété K VX 414-22-72 parmi lesquels *Macrophomina phaseolina* et *Colletotrichum capsici* qui sont connus pour leur pathogénicité sur le niébé (tableau X).

Tableau X : Influence du traitement solaire suivi d'un stockage de trois mois sur la mycoflore des semences de niébé

Mycoflore	Taux de contamination			
	K VX 414-22-72		Locale Moussa	
	T0 ¹	T1 ²	T0	T1
<i>Fusarium moniliforme</i>	51,0	42,5	37,0	38,5
<i>Macrophomina phaseolina</i> *	23,5	25,5	20,5	37,0
<i>Colletotrichum capsici</i> *	0,5	7,5	0,0	3,0
<i>Fusarium equiseti</i>	3,0	0,5	0,0	0,0
<i>Phoma</i> sp	1,5	0,5	15,0	14,0
<i>Curvularia lunata</i>	0,0	0,0	7,0	1,0
<i>Alternaria</i> spp.	0,0	0,0	0,5	0,0
<i>Drechslera</i> spp.	0,0	0,0	0,0	0,5
<i>Botryodiplodia theobromae</i> *	0,0	0,0	0,0	1,5

* : Pathogène connu du niébé ; 1 = T0 : témoin non traité ; 2 = T1 : traitement solaire
L'expérience a été conduite à Yasso en 1996.

Les autres pathogènes recensés sur cette variété sont *Fusarium moniliforme*, *Fusarium equiseti*, *Phoma* sp. On observe que le traitement solaire a entraîné une augmentation du taux de contamination de *C. capsici* et *M. phaseolina* sur la variété K VX 414-22-72.

Les champignons recensés sur la variété Locale Moussa sont *M. phaseolina*, *F. moniliforme*, *P. sorghina*, *Curvularia lunata*, et *Aleritaria* spp. La désinfection par la chaleur des semences de la variété Locale Moussa a favorisé l'apparition sur ces semences de *C. capsici* et de *Botryodiplodia theobromae*, tous deux responsables de maladies du niébé (Tableau X), en même temps une augmentation du taux de contamination de *M. phaseolina* a été observée.

Les résultats de Yasso ont donc permis de voir le fort taux de contamination des semences à la récolte par un complexe de pathogènes parmi lesquels *Macrophomina phaseolina* agent responsable de la pourriture cendrée du niébé. Quant à *C. capsici*, il est faiblement décelé dans les semences de la variété K VX 414-22-72 et est absent dans celles de la variété Locale Moussa.

Année 1997

Trois mois après stockage des graines traitées par les différentes méthodes de conservation, on remarque que leur taux de contamination par *C. capsici* a été nul à Tenkodogo et très faible dans les cinq autres localités (Tableaux XI a et b).

Le traitement T2 (Système de film plastique) à Dissin a entraîné une augmentation sensible de la contamination des graines par *C. capsici*. A Dano, les traitements T2 et T6 (K-Othrine) ont permis de déceler la présence du pathogène. A Manéga, c'est le traitement T6 qui a permis de déceler la présence du pathogène.

Contrairement à *C. capsici*, les semences dans les différentes localités ont montré une contamination assez importante par *M. phaseolina* lorsqu'elles ne sont pas traitées.

Le traitement T4 (fût métallique) a permis dans cinq des six localités de réduire la contamination par *M. phaseolina* d'au moins de moitié. Une réduction du taux de contamination de ce pathogène est aussi notée avec le traitement T6, mais cette réduction est très variable selon les localités. Les autres traitements semblent pratiquement sans effet sur le taux de contamination de ce pathogène.

Six mois après stockage, aucune influence des différents traitements sur le taux de contamination des graines par *C. capsici* n'est mise en évidence par rapport au traitement témoin (tableaux XIIa et XIIb). Il en a été de même pour *Macrophomina phaseolina*.

Tableau XI a : Effet de différentes méthodes de stockage sur la mycoflore des graines de niébé trois mois après leur traitement dans les localités de Dissin, Liwaré et Tenkodogo

Mycoflore	Taux de contamination par la mycoflore selon les localités																	
	Dissin						Liwaré						Tenkodogo					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T1	T2	T3	T4	T5	T6
<i>Colletotrichum capsici</i>	0,5	2,5	0,5	0	0,5	1,0	0	0	0	0	2,5	1,0	0	0	0	0	0	0
<i>Macrophomina phaseolina</i>	27,0	19,5	26,0	4,0	27,0	15,0	23,5	45,0	27,0	6,0	25,5	11,5	17,0	8,0	10,0	8,0	26,0	3,0
<i>Fusarium moniliforme</i>	5,5	39,5	5,0	5,0	47,0	77,5	53,0	47,5	44,5	10,0	70,5	68,5	69,5	67,0	64,5	52,0	70,0	58,0
<i>Fusarium equiseti</i>	4,0	3,5	1,0	0	9,5	5,5	4,0	5,0	3,0	1,5	4,0	1,5	0,5	0,5	0	0	1,0	0
<i>Fusarium semitectum</i>	4,0	7,5	2,5	3,5	20,5	10,5	9,0	14,5	13,0	9,0	4,5	12,5	4,5	6,5	9,0	7,0	6,5	6,0
<i>Phoma</i> sp	7,0	11,5	8,5	2,0	14,5	11,5	3,0	8,5	11,5	15,0	0	30,5	11,0	27,0	19,0	43,0	16,5	35,0
<i>Curvularia</i> sp	2,0	11,5	1,0	0	13,0	8,0	0	0	0	1,5	7,0	6,0	0	0	0	0	0	0
<i>Alternaria</i> sp	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0
<i>Aspergillus flavus</i>	21,3	30,5	26,0	1,0	0	2,5	57,5	20,5	39,5	9,0	12,0	0	1,0	0	0	12,0	5,5	2,5
<i>Aspergillus niger</i>	9,5	12,0	8,5	0,5	0	0	6,0	3,5	1,5	0	0	0	0	0	0	2,0	0	0
<i>Dreschlera</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0	0	0	0	0	0	0	0

T1 : huile de neem, T2 : traitement solaire par le système de film plastique, T3 : cendre de cuisine, T4 : fût métallique exposé au soleil, T5 : témoin non traité ; T6 : traitement à la K-Othrine

Tableau XI b : Effet de différentes méthodes de stockage sur la mycoflore des graines de niébé trois mois après leur traitement dans les localités de Donsé, Manéga et Dano

Mycoflore	Taux de contamination de la mycoflore selon les localités																	
	Donsé						Manéga						Dano					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T1	T2	T3	T4	T5	T6
<i>Colletotrichum capsici</i>	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0	0,5	1,5	0	0	0	1,5
<i>Macrophomina phaseolina</i>	4,0	13,5	14,0	8,0	16,5	12,0	16,5	7,5	11,0	7,5	12,0	3,0	13,5	10,0	16,5	8,0	8,0	10,0
<i>Fusarium moniliforme</i>	5,5	14,0	8,5	10,0	19,5	12,0	2,5	16,0	11,5	11,5	27,0	21,5	45,0	31,0	39,0	4,0	36,5	48,0
<i>Fusarium equiseti</i>	0	0,5	0	0	0	0,5	1,0	5,5	0	0	9,5	3,0	1,5	3,0	5,5	0	4,5	1,5
<i>Fusarium semitectum</i>	0	0,5	1,5	0	0	0,5	0	0	0	0	3,0	2,5	2,0	1,0	4,0	0	12,5	2,5
<i>Phoma</i> sp	15,0	21,0	20,0	7,5	28,5	11,0	6,0	11,5	3,0	1,0	28,0	10,5	1,0	4,0	3,5	1,5	4,5	15,5
<i>Curvularia</i> sp	1,5	17,0	8,5	2,5	17,5	19,5	2,5	33,5	6,0	3,5	4,0	2,0	2,0	8,5	2,0	0	6,5	3,0
<i>Alternaria</i> sp	0	0	1,0	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0,5	0	0,5	1,0
<i>Aspergillus flavus</i>	61,5	22,0	20,5	8,5	12,5	27,0	58,5	57,5	52,5	9,0	37,0	39,0	13,0	16,5	28,0	60,5	16,0	14,5
<i>Aspergillus niger</i>	5,0	10,0	0	3,5	2,5	3,0	41,0	23,0	9,0	19,0	18,0	7,5	7,0	22,5	6,5	48,5	0	4,0
<i>Dreschlera</i> sp	0	0	0	0	0	0	1,0	11,0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0

T1 : huile de neem, T2 : traitement solaire par le système de film plastique, T3 : cendre de cuisine, T4 : fût métallique exposé au soleil, T5 : témoin non traité ; T6 : traitement à la K-Othrine

Tableau XII a : Effet de différentes méthodes de stockage sur la mycoflore des graines de niébé six mois après leur traitement dans les localités de Dissin, Liwaré et Tenkodogo

Mycoflore	Taux de contamination par la mycoflore selon les localités																	
	Dissin						Liwaré						Tenkodogo					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T1	T2	T3	T4	T5	T6
<i>Colletotrichum capsici</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	1,2	1,5	4,0	0,0	-	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Macrophomina phaseolina</i>	4,2	11,0	15,5	10,0	7,0	6,5	0,0	8,0	0,0	0,0	-	6,0	0,0	0,0	20,0	27,0	0,5	0,0
<i>Fusarium moniliforme</i>	3,5	7,0	2,0	5,0	2,2	3,2	17,0	20,5	21,0	0,0	-	11,2	10,0	20,2	25,2	10,0	1,0	6,2
<i>Fusarium equiseti</i>	6,0	2,0	2,0	1,0	4,5	8,0	3,2	3,2	4,2	0,0	-	3,0	1,5	6,0	12,0	20,2	0,0	0,0
<i>Fusarium semitectum</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,5	-	0,0	0,0	1,25	0,75	1,5	24,25	35,75
<i>Phoma</i> sp	1,0	1,0	1,0	3,0	2,5	1,5	0,5	1,2	1,0	0,0	-	0,5	21,2	16,2	26,50	27,0	4,0	0,5
<i>Curvularia lunata</i>	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,3	0,2	10,5	0,5	0,0	-	2,0	1,0	1,0	4,5	3,5	0,2	0,0
<i>Aspergillus flavus</i>	5,0	22,5	19,0	51,0	29,0	5,5	77,2	43,0	63,0	14,0	-	70,0	41,2	54,0	14,00	26,2	73,0	56,0
<i>Aspergillus niger</i>	5,2	3,5	15,2	5,0	9,5	2,2	28,0	11,2	18,0	1,0	-	22,5	16,5	12,0	3,0	10,0	17,5	14,5
<i>Alternaria</i> sp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Dreschleria</i> sp	0,2	0,0	0,5	0,2	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,25	0,0	0,0
<i>Rhizoctonia</i> sp	3,2	2,0	3,2	0,2	0,2	1,5	12,0	12,0	27,5	0,2	-	22,0	27,0	47,5	1,5	0,0	33,5	37,0

T1 : huile de neem, T2 : traitement solaire par le système de film plastique, T3 : cendre de cuisine, T4 : fût métallique exposé au soleil, T5 : témoin non traité ; T6 : traitement à la K-Othrine ; * - : graines non disponibles.

Tableau XII b : Effet de différentes méthodes de stockage sur la mycoflore des graines de niébé six mois après leur traitement dans les localités de Donsin, Manéga et Dano

Mycoflore	Taux de contamination de la mycoflore selon les localités																	
	Donsin						Manéga						Dano					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T1	T2	T3	T4	T5	T6
<i>Colletotrichum capsici</i>	0,0	0,2	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0
<i>Macrophomina phaseolina</i>	4,0	45,0	12,0	9,0	10,0	10,0	21,2	14,0	12,5	4,5	21,0	5,0	4,0	11,0	15,5	10,0	7,0	6,5
<i>Fusarium moniliforme</i>	11,0	20,2	34,5	14,5	16,2	17,0	15,5	20,2	32,0	8,2	18,5	10,5	8,5	2,0	4,5	7,0	2,5	2,5
<i>Fusarium equiseti</i>	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	1,2	7,0	7,2	12,0	1,5
<i>Fusarium semitectum</i>	0,0	0,2	0,0	0,2	0,0	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,2	0,0	0	0	0	0	0	0
<i>Phoma</i> sp	0,75	5,0	2,0	9,25	1,75	1,0	3,0	7,5	1,0	5,0	4,2	1,2	3,0	3,2	2,0	2,0	1,0	1,0
<i>Curvularia lunata</i>	1,5	14,2	1,2	2,2	1,0	4,0	3,0	8,0	1,0	5,0	4,2	0,2	0	0,5	0,2	0,2	0,0	0,0
<i>Aspergillus flavus</i>	51,0	36,2	8,0	30,0	18,5	20,0	26,2	22,0	1,5	3,0	14,5	11,2	47,0	44,2	14,0	13,5	59,0	16,5
<i>Aspergillus niger</i>	9,2	10,2	7,0	2,0	11,0	15,0	18,2	15,0	9,0	23,0	58,2	9,0	24,0	26,0	3,0	11,0	8,0	12,0
<i>Alternaria</i> sp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0
<i>Dreschslera</i> sp	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	0,0	0,5	1,0	0,0	1,0	0,2	0,5	1,0	0,0	0,2
<i>Rhizoctonia</i> sp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	0,5	1,5	1,5	1,0	0,2

T1 : huile de neem, T2 : traitement solaire par le système de film plastique, T3 : cendre de cuisine, T4 : fût métallique exposé au soleil, T5 : témoin non traité ; T6 : traitement à la K-Othrine

1.2.2.2. Influence de l'origine des semences

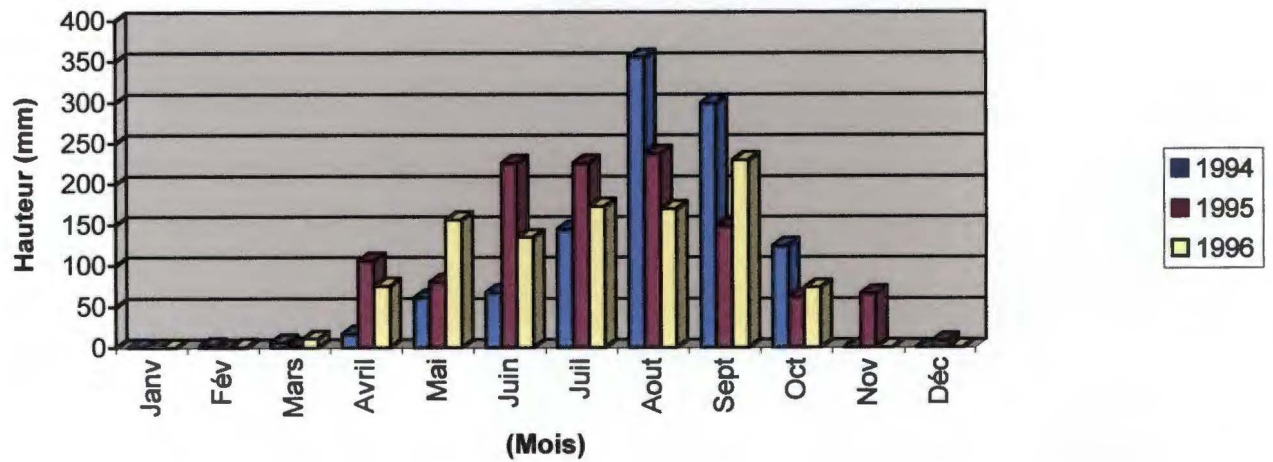
La pluviométrie des trois sites durant les trois années d'étude est représentée dans la figure 7. Pour cause de mauvaise levée observée en 1994, seuls les résultats expérimentaux de 1995 et 1996 ont pu être exploités. Les principaux résultats enregistrés figurent dans les tableaux XIII et XIV.

En 1995, c'est avec la variété K VX 397-6-6 qu'il y a eu des différences pour les trois paramètres mesurés entre les plantes issues des différents lots de semences. Les semences produites en 1991 ou celles produites en 1993 à partir des lots de 1991 et de 1992 à Farako-bâ sont celles qui ont entraîné le plus mauvais taux de levée des plantules par rapport à celles produites en 1992 (Tableau XIII). Au niveau de la sensibilité à la maladie, celles produites en 1993 à partir du lot de semences de 1991 ont été les plus sensibles à la maladie (Tableau XIII). Les plantes issues du lot de semences de 1992 ont été les plus productives en graines (Tableau XIII). Ces résultats ont été variables dans les trois localités où on note que la meilleure levée et le meilleur rendement en graines ont été observés à Pobé et que Farako-bâ a été le site où la maladie a été la plus importante (Tableau XIV). Une corrélation négative et significative est notée entre la sévérité de la maladie et le rendement en graines des plantes issues des variétés K VX 397-6-6 (origines F91 et F92) et K VX 397-9-11 (origines F93/91). Si elle a aussi été négative et significative entre le taux d'établissement des plantules et la sévérité de la maladie au niveau des plantes de la variété K VX 397-9-11 issues du lot de semences de 1993 produit à partir du lot de 1991 à Farako-bâ, elle a par contre été positive et significative avec les plantes de la même variété issues du lot de semences de 1992 à Farako-bâ (Tableau XIII).

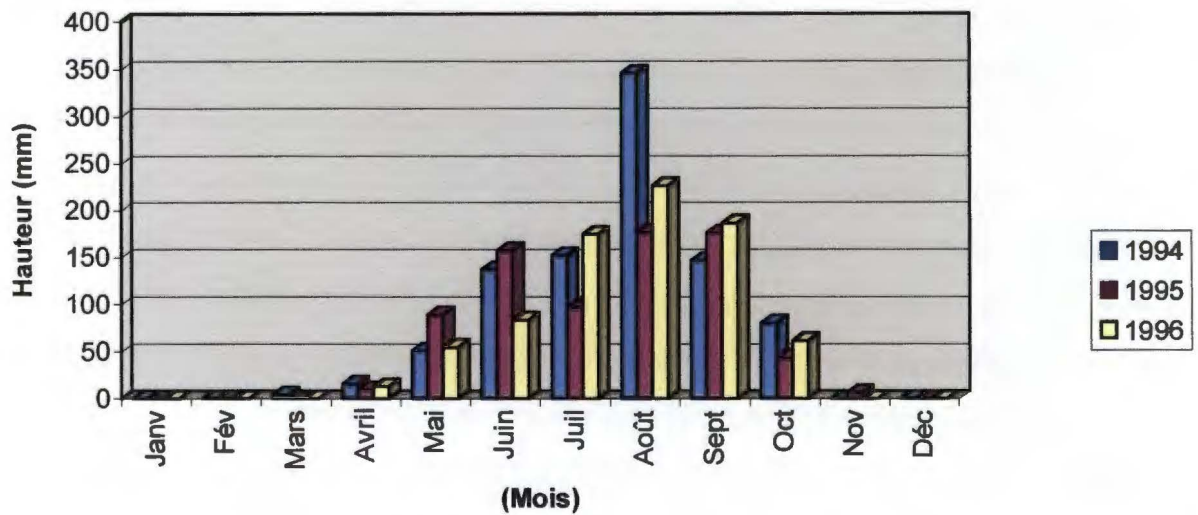
En 1996, les plantes de la variété K VX 398-7-1 issues des semences produites en 1993 à partir du lot de 1991 ont présenté une mauvaise levée, plus de maladie avec une production non significativement différente de celle des deux autres. La différence de production en graines est notée plutôt entre les plantes issues des semences de 1993 produites à partir du lot 1991 et les plantes issues des semences produites en 1992 qui ont présenté la plus faible production.

Avec la variété K VX 397-6-6, il n'y a pas eu de différence de levée liée à l'origine des semences entre les plantes issues des différentes années de production (Tableau XIII). Avec un

FARAKO - BA



KAMBOINSE



POBE

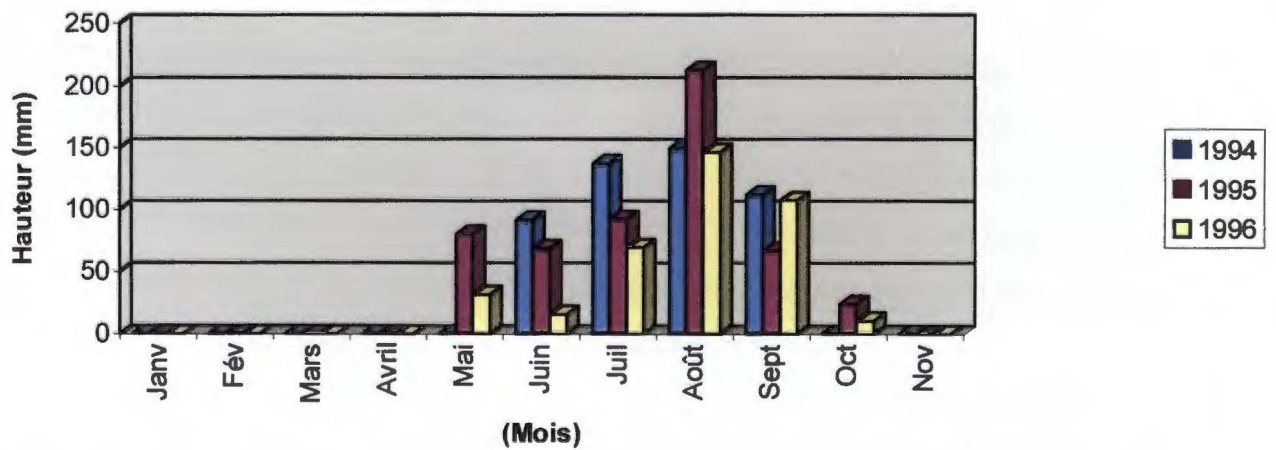


FIGURE 7 : Données pluviométriques de 1994 à 1996 des stations de Farako-bâ, Kamboinsé et Pobé

Tableau XIII : Influence de l'origine des semences sur la levée des plants, la sévérité de la maladie des taches brunes et le rendement en graines de quelques variétés de niébé dans les localités du Burkina Faso en 1995 et 1996

Année	Variétés/origine	% Levée 14 JAS		% Sévérité **		Rendement graines (kg/ha)		Corrélation			
		Moyenne*	Pr	Moyenne*	Pr	Moyenne*	Pr	% Sévérité - Levée (14 JAS)		Sévérité - Rendement graines	
								Coefficient de corrélation	Pr	Coefficient de corrélation	Pr
1995	KVX 397-6-6		0,0099		0,0215		0,0237				
	F92	79,33 A		49,01 B		541 A				-0,90	0,0146
	F93/92	63,08 B		47,46 B		289 B					
	F93/91	56,35 B		55,73 A		328 B					
	F91	51,60 B		49,88 B		226 B				-0,95	0,0039
	KVX 397-9-11		0,0094		0,1026		0,5380				
	F92	72,20 A		49,11 A		501 A		0,84	0,0372		
	F93/92	47,60 B		46,87 A		444 A					
	F93/91	49,18 B		51,52 A		485 A		-0,90	0,0153	-0,91	0,0131
	F91	56,72 B		53,32 A		390 A					
	KVX 398-7-1		0,0252		0,0228		0,1648				
	F92	74,17 A		38,62 B		1007 A					
	F93/92	70,83 A		53,17 B		1006 A					
	F93/91	59,58 B		62,74 A		1087 A				-1	0,0000
KVX 397-6-6		0,3984		0,0284		0,0024					
F92	82,17 A		43,73 B		604 B						
F93/92	77,92 A		56,04 A		726 B						
F93/91	84,58 A		41,30 B		692 B						
F91	72,75 A		43,50 B		1050 A						
KVX397-9-11		0,0750		0,6808		0,1546					
F92	79,17 A		46,41 A		621 A		-0,95	0,0457			
F93/92	63,33 A		45,03 A		574 A						
F93/91	80,92 A		50,61 A		854 A						
F91	79,00 A		51,70 A		512 A						
TN93-80-6		0,0002		0,3081		0,0137					
F92	42,75 A		46,87 A		322 B						
F93/92	76,25 A		51,34 A		703 A						
F93/91	66,67 A		48,01 A		368 B		-1	0,0000			
F91	82,50 B		59,13 A		815 A				-1	0,0000	

* : Les moyennes des variétés portant les mêmes lettres alphabétiques ne diffèrent pas significativement ; ** : les analyses de variance ont porté sur les pourcentages transformés en arcsinus des sévérités ; . : non corrélé.

Tableau XIV : Influence de trois localités sur la levée des plantes, la sévérité de la maladie des taches brunes et le rendement en graines de quelques variétés de niébé en 1995 et 1996

Année	Variété/ Localité	Levée 14 JAS		Sévérité**		Rendement graines (kg/ha)	
		Moyenne*	Pr	Moyenne*	Pr	Moyenne*	Pr
1995	KVX 397-6-6		0,0213		0,0001		0,0003
	Pobé	72,30 A		41,54 B		615 A	
	Farako-bâ	63,10 B		57,12 A		217 B	
	Kamboinsé	52,37 B		52,88 A		206 B	
	KVX 397-9-11		0,1135		0,0001		0,0010
	Pobé	61,90 A		40,25 B		658 A	
Farako-bâ	49,37 A		56,80 A		364 B		
Kamboinsé	58,00 A		53,57 A		344 B		
1996	KVX 398-7-1		0,0001		0,1648		0,0328
	Pobé	88,33 A		-		1229 A	
	Farako-bâ	49,17 C		55,52 A		473 B	
	Kamboinsé	67,08 B		47,46 A		1062 A	
	KVX 397-6-6		0,0053		0,2379		0,0049
	Pobé	74,56 B		-		692 B	
	Farako-bâ	93,62 A		48,03 A		653 B	
	Kamboinsé	69,87 C		44,26 A		959 A	
	KVX397-9-11		0,0383		0,0039		0,0021
	Pobé	84,69 A		-		760 A	
	Farako-bâ	72,87 B		55,11 A		194 B	
	Kamboinsé	67,86 B		40,34 B		969 A	
TN93-80-6		0,1167		0,4352		0,0023	
Pobé	59,37 A		-		517 B		
Farako-bâ	71,92 A		52,50 A		252 C		
Kamboinsé	67,19 A		48,52 A		771 A		

Les moyennes des variétés portant les mêmes lettres alphabétiques ne diffèrent pas significativement ; ** les analyses de variance ont porté sur les pourcentages transformés en arcsinus des sévérités ; - : donnée manquante.

taux de sévérité qui fait partie des plus faibles, les plantes de cette variété issues des semences produites en 1991 à Farako-bâ ont présenté le meilleur rendement en graines (Tableau XIII).

Une corrélation négative et significative est notée entre la sévérité de la maladie et le rendement en graines des plantes issues des variétés K VX 398-7-1 (origine F93/91) et TN93-80-6 (origine F91). La corrélation est aussi négative et significative entre la sévérité de la maladie et la levée des plantes issues de la variété K VX 397-9-11 (origine F2).

1.2.2.3. Conclusion partielle

La désinfection des graines par le système des films plastiques ou la K-Othrine ont entraîné dans les localités de Yasso, Dissin, Dano et Manéga, soit une augmentation du taux de contamination de *C. capsici*, soit une détection de sa présence dans les graines après trois mois de stockage. L'influence de l'origine des semences sur la levée des semences, la sévérité de la maladie des taches brunes et le rendement en graines des plantes issues des différents lots de semences d'une même variété a aussi été notée.

1.3. Discussion

L'importance de la maladie des taches brunes est assez évidente en zone de savane nord guinéenne du Burkina où elle peut entraîner une perte potentielle de 42 %. Malgré son faible impact sur le rendement en graines en zone de savane soudanienne, elle y constitue néanmoins une contrainte non négligeable. En effet, les semences qui y sont produites sont fortement contaminées par son principal pathogène comme l'ont laissé apparaître les résultats d'analyse sanitaire des semences produites au Burkina. Ces résultats ont permis de montrer la très mauvaise qualité sanitaire des semences de niébé. Parmi les nombreux pathogènes qu'elles abritent, *C. capsici* connu pour sa responsabilité dans la transmission de la maladie des taches brunes a été recensé en 1988 à de fortes proportions dans tous les principaux centres de recherches agricoles, excepté la station de Di qui venait de démarrer les activités de multiplication des semences de niébé. Ces résultats indiquent la nécessité d'établir un programme d'amélioration de l'état sanitaire des semences de niébé au Burkina Faso pour limiter la diffusion de la maladie redoutable surtout en zone de savane nord-guinéenne du pays (Séréme et *al.*, 1992). Cette nécessité se justifie aussi avec la présence d'autres champignons

qui ne sont pas des pathogènes du niébé, mais qui peuvent servir de source d'inoculum pour d'autres cultures avec lesquelles le niébé est en association. C'est le cas de *D. rostrata* qui est un pathogène du maïs *Zea mays* (L.) et du sorgho *Sorghum bicolor* (L.) Moench (Chidambarau et al., 1973 ; Weber, 1973). Ces deux céréales sont cultivées très souvent en association avec le niébé. Fatima et al., (1974) avaient aussi montré la présence de *D. maydis* dans un lot de semences de niébé en provenance de l'Inde et du Ghana. Le faible niveau de contamination des semences des variétés locales contraste avec celui des variétés améliorées à Farako-bâ, Saria et Kouaré. La propagation du pathogène dans le pays pourrait avoir été associée aux mouvements des semences des variétés améliorées de Kamboinsé vers les autres stations de recherche. Cependant, il est probable que le pathogène ait été présent au Burkina Faso avant l'introduction des nouvelles variétés améliorées puisqu'il paraît endémique à des faibles niveaux sur les variétés locales. Tenant compte de l'existence de plusieurs races du pathogène au Nigéria (Emechebe 1985), il paraît nécessaire de rechercher à caractériser les isolats de *C. capsici* présents au Burkina Faso.

Le fort taux de contamination des semences de la variété IT81D 994 contraste avec sa bonne résistance notée au champ (INERA, 1989). Cette observation suggère, que pour le pathosystème niébé-*Colletotrichum capsici*, la résistance au champ n'implique pas forcément une résistance à l'infection des semences par le pathogène. La variété TVX 3236 a montré une résistance à l'infection de ses semences par le pathogène à Farako-bâ, Kamboinsé et Pobé avec respectivement 2,0%, 0,5% et 0,0% de taux de contamination. Bien qu'elle ait confirmée une résistance au champ dans ces trois stations (INERA, 1991), cette résistance à l'infection de ses semences par le pathogène paraît limitée dans le pays, comme en attestent les résultats de Kouaré où un taux important de 17,25% a été noté.

Les résultats d'identification du CABI-Bioscience sur les souches particulières de *Colletotrichum* sp de Pobé permettent de conclure à l'existence d'un autre taxon de *Colletotrichum* responsable de la maladie des taches brunes du niébé. En effet, ces résultats montrent que si les souches de Pobé devaient appartenir à l'espèce *C. truncatum*, elles devront en constituer un autre taxon. Ce taxon devrait se situer entre *C. truncatum* et *C. graminicola*, puisque les conidies de ces souches de Pobé se singularisent par leurs extrémités pointues comme chez *C. graminicola* (Planche X, photo 4). Cette particularité n'existe pas chez *C. truncatum* dont les conidies ont les extrémités arrondies à l'image de celles de *C. capsici*

(Emechebe, 1981a ; Sutton, 1992 ; Roberts et Snow, 1990). Par ailleurs, l'absence d'acervules typiques chez ces souches consolide cette distinction. Signalons aussi qu'en inoculations artificielles sur maïs et sur sorgho, ces souches n'ont pas induit de symptômes d'antracnose provoqué par *C. graminicola* sur ces deux céréales (Cardwell et *al.*, 1989 ; Neya, 1997).

En attendant d'autres études complémentaires par les techniques moléculaires comme le polymorphisme de l'ADN ribosomique (rDNA) pour une identification satisfaisante de ces souches de Pobé, nous avons choisi le vocable souches particulières de Pobé pour leur appellation.

Ce troisième taxon de *Colletotrichum* impliqué dans la pathogenèse de la maladie des taches brunes semble localisé selon nos résultats pour le moment en zone sahélienne du Burkina Faso. Une étude détaillée des caractères biomorphologiques, biométriques, biochimiques et du pouvoir pathogène des souches de ce champignon, et dont les résultats sont présentés dans le chapitre III, nous a paru nécessaire pour une meilleure caractérisation de cet autre pathogène de la maladie des taches brunes du niébé. Une surveillance particulière devra être observée pour cet autre pathogène de la maladie des taches brunes du niébé, en vue de limiter sa propagation dans d'autres régions de production du niébé. D'ores et déjà, nous pouvons préconiser que la transmission de cette nouvelle espèce dans les semences de niébé soit évaluée et qu'une étude du comportement des variétés vulgarisées ou en voie de vulgarisation soit entreprise, en vue de détecter des sources de résistance.

L'augmentation du taux de contamination de *C. capsici* dans les semences à Yasso et à Dissin ou son apparition dans les semences à Dano, Manéga, indiquent que le traitement des graines par la désinfection solaire ou le traitement à la K-Othrine améliore les conditions de détection du pathogène, trois mois après stockage dans les lots de semences contaminées. Cette situation pourrait s'expliquer par la perturbation de l'antagonisme naturel entre les différents champignons présents dans la graine, dans la mesure où ces traitements ont aussi entraîné des modifications de leur taux de contamination. Ces résultats indiquent la nécessité de traiter par des fongicides appropriés de telles graines.

Le comportement de certaines variétés semble par ailleurs être influencé par l'origine des semences. C'est le cas des variétés K VX 397-6-6 et K VX 398-7-1 avec lesquelles le taux

d'établissement des plantules, la sévérité à la maladie et les rendements en graines des plantes qui en sont issues, ont été influencés par les origines des semences. Le facteur vieillissement des semences semble être la cause principale de la mauvaise levée enregistrée avec les lots de semences produites en 1991, probablement à la suite de la baisse de leur pouvoir germinatif. Cette hypothèse est renforcée par le fait que toutes les semences aient été traitées contre les champignons seminicoles avant leur utilisation.

Concernant les variations notées au niveau de la sensibilité des plantes issues des différents lots de semences de ces deux variétés, il convient de signaler qu'elles ont comme traits communs leur appartenance au groupe 2 (semences produites à Farako-bâ) et sont issues de croisements entre B301 et K VX 61-74 (Tableau II). Cette dernière variété est connue pour sa très grande sensibilité à la maladie des taches brunes (INERA, 1991). Farako-bâ est une localité où la pression de la maladie est très importante (Séréme et *al.*, 1992). Le fait que les semences produites en 1991 dans cette localité aient donné des plantes moins sensibles à la maladie par rapport aux plantes issues des générations postérieures de semences de 1991, indique qu'il y a probablement une mémoire de l'expression des épidémies fortes de Farako-bâ dans les graines qui y sont produites. Cela est fort probable d'autant plus que nous avons mis en évidence, dans nos travaux antérieurs, l'influence de l'interaction entre *C. capsici* et les plantes de niébé sur les changements métaboliques qui interviennent chez la plante, notamment la formation de protéines de réponses qui sont spécifiques de l'agent inducteur (Séréme, 1985 ; Séréme et Le Normand, 1986). Ces travaux ont été confirmés par Somé (1988). On peut également avancer l'hypothèse de la fécondation croisée entre leurs parents et d'autres variétés plus sensibles en cours de multiplication durant la même campagne. En effet, en dépit du fort taux d'autogamie du niébé (98 à 99,8 %), le risque si minime soit-il d'une fécondation croisée est quand même présent.

Nonobstant les causes réelles de variations de comportement des plantes dues à l'origine des semences à partir desquelles elles ont été produites, nos résultats revêtent une importance sur le plan des pratiques agronomiques puisqu'ils mettent en évidence, la nécessité d'utiliser des semences de même génération, pour rendre fiables les résultats de comparaison de matériels génétiques de même nature. Ces résultats ont également permis de montrer la corrélation négative entre les productions en graines et la sévérité de la maladie, traduisant ainsi l'importance de la maladie des taches brunes du niébé dans les localités d'études.

1.4. Conclusion à l'étude sur l'importance de la maladie des taches brunes du niébé et de l'influence des conditions de stockage et de l'origine des semences sur la propagation de la maladie

La maladie des taches brunes du niébé constitue une contrainte à la production du niébé au Burkina Faso. Cela s'est vérifié, aussi bien avec les résultats de l'étude sur les pertes de rendement en graines qu'elle occasionne, et avec ceux de l'étude de l'influence de l'origine des semences sur sa propagation. Les semences des variétés améliorées jouent aussi un rôle important dans sa propagation par rapport à celles des variétés locales. En plus de *C. capsici* et *C. truncatum* connues pour leur implication dans la manifestation de la maladie, un troisième taxon de *Colletotrichum* a été mis en évidence dans la zone sahélienne du Burkina. Des études complémentaires pour circonscrire son aire de présence et sa transmission devraient être menées. Les résultats ci-dessus rapportés, mettent aussi en évidence le rôle que peuvent jouer les conditions de stockage et l'origine des semences dans la propagation de la maladie et suggèrent les mesures à prendre pour éviter ce phénomène.

CHAPITRE II : ANALYSE DE LA DIVERSITE DES *COLLETOTRICHUM* SPP. AGENTS DE LA MALADIE DES TACHES BRUNES DU NIEBE

2.1. Introduction

Colletotrichum capsici et *C. truncatum* ont été identifiés par Emechebe comme étant les deux agents fongiques responsables de la maladie des taches brunes du niébé (Emechebe, 1981a). Les caractères morphologiques et les pouvoirs de pathogénie de ces deux espèces sont les deux caractères utilisés pour leur différenciation.

Comme l'a montré Sutton (1992), l'identification des espèces fondée exclusivement sur les caractères morphologiques des champignons, en combinaison avec une spécificité d'hôte, n'est pas suffisante pour les champignons du genre *Colletotrichum* connus pour leur grande variabilité. Les différences morphologiques entre *C. capsici* et *C. truncatum* provoquant la maladie des taches brunes du niébé, reposent sur les conidies grandes et minces, l'abondance des soies brun-noir et l'absence de sclérotés chez la première espèce (Emechebe, 1981a). *C. truncatum* a par contre des conidies plus courtes, plus grosses, des soies brun-noir peu nombreuses, et des sclérotés épars. Si cette description paraît assez claire pour différencier les deux espèces, elle n'en demeure pas moins source de confusion dans la mesure où d'autres auteurs comme Kulshrestha et al. (1976), Robert et Snow (1990), Mc Lean et Roy (1991), Pring et al. (1995) ont décrit des souches de *C. capsici* isolées sur niébé et sur d'autres hôtes, qui ne répondent pas aux caractéristiques morphologiques décrites par Emechebe (1981a). D'autre part, Rodriguez-Mercano et Sinclair (1982) ont aussi décrit des souches de *C. truncatum* ayant des conidies plus longues que celles décrites par Emechebe (Emechebe, 1981a) et Sutton (Sutton, 1992).

Cette forte variation de la morphologie des conidies des souches de *C. capsici* et de *C. truncatum*, rapportée par différents auteurs, nous a paru suffisante pour justifier la conduite d'une étude d'identification de critères sûrs de caractérisation des populations de ces champignons responsables de la maladie des taches brunes. Une telle approche nous paraît importante pour la réussite des programmes de création de variétés de niébé, dotées d'une résistance stable à la maladie des taches brunes.

Nous avons utilisé un grand nombre de caractères biomorphologiques (caractères cultureux qualitatifs) et trois caractères biométriques (caractères quantitatifs) dont les choix prennent en compte les résultats des travaux d'autres auteurs sur les champignons du genre *Colletotrichum*. Ces choix tiennent compte aussi du fait que dans les études de pathogénicité réalisées par Emechebe avec les 120 isolats de *C. capsici* du Nigeria (Emechebe, 1986), l'auteur n'avait pas noté de différence morphologique marquée entre ces isolats appartenant aux huit groupes pathogéniques, qu'il avait mis en évidence. Il n'avait cependant pas spécifié les caractères morphologiques utilisés.

L'introduction des marqueurs d'ordre biochimique a permis grâce aux techniques d'analyse électrophorétiques des protéines de révéler l'importance de l'utilisation des isoenzymes dans la caractérisation de la diversité de certains micro-organismes dont celle de *C. capsici* (Bonde et al., 1991 ; Leuchmann et Clay, 1990 ; Maurin et al., 1995 ; Mills et al., 1991 ; Oudemans et Coffey, 1991 ; Powers et al., 1991 ; Somé et Tivoli, 1993 ; Somé, 1988). Cette technique a même permis dans certains cas, d'établir un lien entre la variation enzymatique avec les groupes morphologiques ou entre les groupes enzymatiques et les groupes morphologiques et de pathogénie (Clare et Zentmyer, 1966; Guerin, 1993 ; Somda et al., 1996 ; Somé et Samson, 1996). Nous avons retenu d'appliquer cette technique biochimique en complément aux critères morphologiques pour la caractérisation des différents isolats des *Colletotrichum* spp. responsables de la maladie des taches brunes au Burkina.

Deux cents trois isolats monospores du Burkina dont les conditions d'obtention sont décrites dans la partie matériel et méthodes du présent mémoire et six souches étrangères de *Colletotrichum* spp., ont été utilisés dans nos études de caractérisation. Un rapprochement entre les groupes morphologiques mis en évidence et les groupes électrophorétiques, a été recherché à partir de 130 souches du Burkina et de six souches étrangères. Quatorze souches du Burkina Faso dont trois souches particulières de Pobé plus six souches étrangères de *Colletotrichum* spp., représentatives des différents groupes biomorphologiques et/ou biochimiques, ont ensuite été utilisées dans les tests de pathogénicité pour rechercher le lien entre les différents groupes de caractères. Ces tests de pathogénicité ont été réalisés sur plantules en serre en se basant sur les résultats de nos travaux antérieurs (Séréme, 1985). Les variétés utilisées comportent trois variétés choisies pour leur « résistance » connue à la maladie des taches brunes au Burkina Faso ou dans d'autres pays (Emechebe et Shoyinka, 1985 ; Twumasi et Hossain, 1994), la variété K VX 61-1 qui est connue sensible à la maladie

(Sérémé, et *al.*, 1992) et les trois variétés à partir desquelles les souches de *Colletotrichum* spp. du Burkina Faso ont été isolées.

Les résultats présentés portent sur les caractéristiques biomorphologiques et biométriques, les caractéristiques biochimiques par électrophorèse des estérases, les caractéristiques du pouvoir pathogène des différentes souches de *Colletotrichum* spp., et la recherche de corrélations entre ces différentes caractéristiques.

2.2. Résultats

2.2.1. Caractéristiques biomorphologiques et biométriques

2.2.1.1. Les caractères biomorphologiques

2.2.1.1.1. Les isolats populations

L'analyse descriptive des 13 caractères culturels utilisés pour les 55 isolats populations de *Colletotrichum* spp. collectés en 1995 sur niébé au Burkina Faso a permis d'enregistrer les résultats du tableau de corrélation ci-dessous.

Tableau XV : Corrélations entre 13 caractères descriptifs de 55 isolats populations de *Colletotrichum* spp. sur niébé au Burkina Faso, après une semaine de culture sur PDA

	CHY	AHY	FMY	ELE	AAC	SAC	LAC	CAC	AMC	LMC	TCO	CCO	FBO
CHY	1,000												
AHY	-0,180	1,000											
FMY	0,333	-0,431	1,000										
ELE	-0,348	0,727	-0,447	1,000									
AAC	-0,287	0,253	-0,013	0,386	1,000								
SAC	-0,254	0,294	0,012	0,387	0,959	1,000							
LAC	-0,254	0,294	0,012	0,587	0,959	1,000	1,000						
CAC	-0,332	0,398	-0,441	0,441	0,529	0,468	0,468	1,000					
AMC	0,023	0,095	0,111	0,179	0,795	0,767	0,767	0,313	1,000				
LMC	-0,253	0,377	-0,129	0,415	0,838	0,742	0,742	0,542	0,623	1,000			
TCO	-0,041	0,095	-0,230	-0,058	-0,127	-0,112	-0,112	0,041	-0,164	-0,142	1,000		
CCO	-0,125	0,020	-0,368	0,106	-0,373	-0,471	-0,471	0,008	-0,459	-0,203	0,280	1,000	
FBO	0,024	0,212	-0,331	0,292	0,061	0,093	0,093	0,192	-0,062	-0,089	0,295	0,105	1,000

CHY : couleur des hyphes ; AHY : abondance des hyphes ; FMY : forme du mycélium ; ELE : élévation ; AAC : abondance des acervules ; SAC : soies dans les acervules ; LAC : localisation des acervules ; CAC : couleur des acervules ; AMC : Abondance de la masse conidienne ; LMC : localisation de la masse conidienne ; TCO : Taille des colonies ; CCO : couleur de la colonie ; FBO : forme des bordures.

Plusieurs de ces caractères sont faiblement à fortement corrélés de manière positive. Les plus fortement corrélés sont les soies dans les acervules (SAC) et leur localisation (LAC),

l'abondance des acervules (AAC), et les soies dans les acervules (SAC) ou leur localisation (LAC). Quelques uns comme la couleur des conidies (CCO) et les soies dans les acervules ou leur localisation, paraissent négativement corrélés. Plus la masse conidienne est abondante, moins la couleur de la colonie est foncée. Elle a tendance à être blanche ou rosée, plutôt que grise ou noire.

La figure 8 représentant le cercle de corrélation entre ces 13 caractères fait ressortir les caractères les plus discriminants mis en évidence par l'axe 1 et 2. Ce sont : l'abondance de la masse conidienne, l'abondance des acervules, la présence de soies dans les acervules, la localisation de la masse conidienne, la couleur des acervules, l'élévation du mycélium, la forme du mycélium, la couleur de hyphes. Les autres caractères localisés à l'intérieur du cercle de corrélation se sont révélés les moins intéressants pour la description du polymorphisme lié aux caractères cultureux qualitatifs.

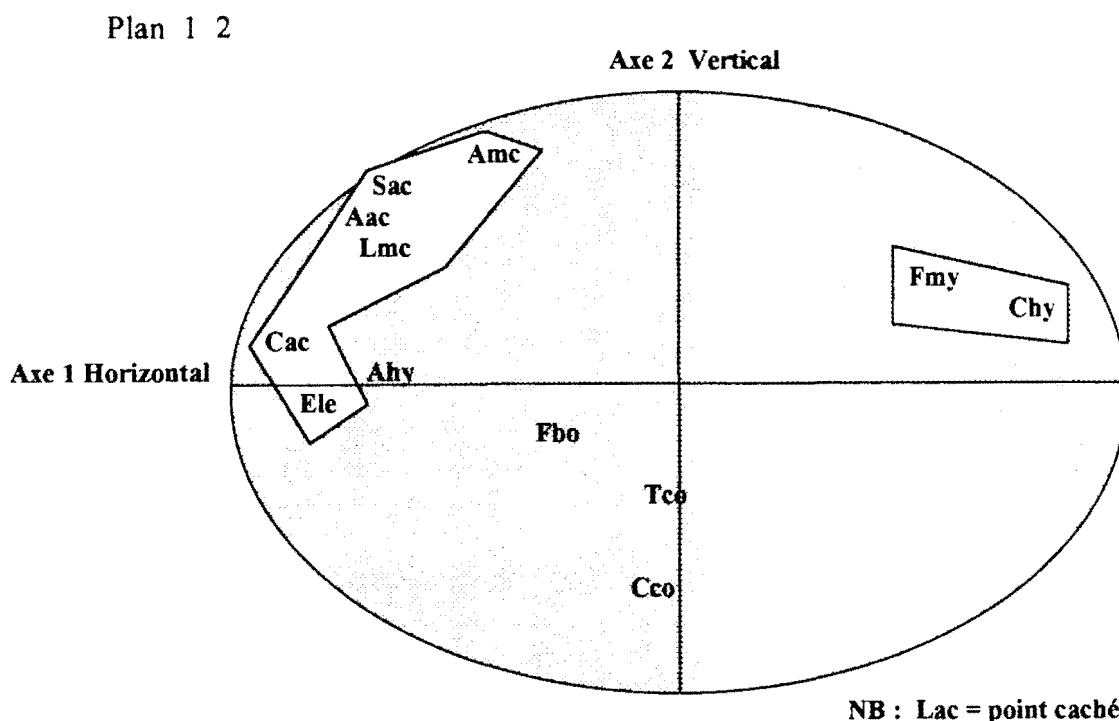
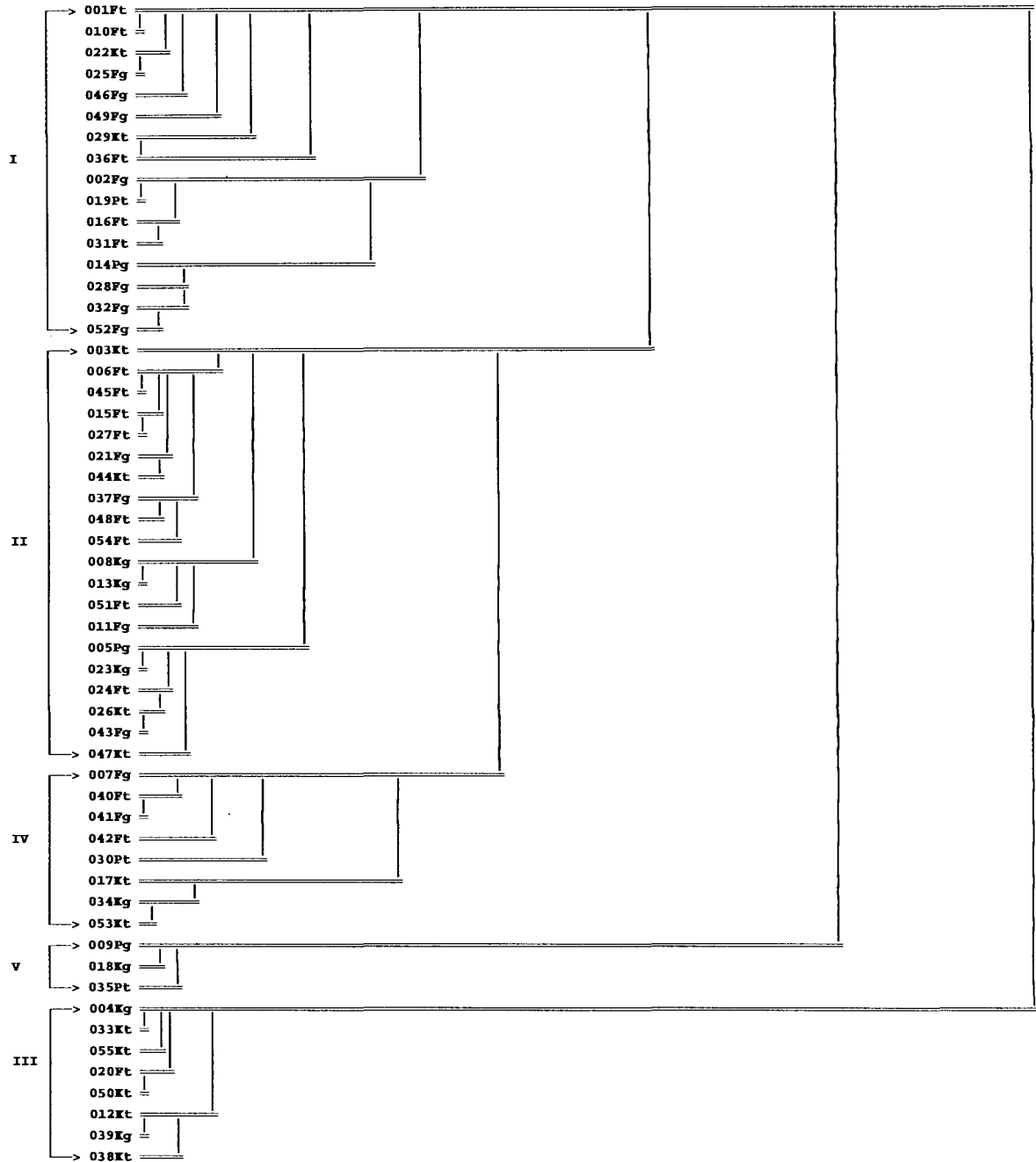


Figure 8 : Cercle de corrélation des 13 caractères morphologiques utilisés pour caractériser 55 isolats populations de *Colletotrichum* spp. associés à la maladie des taches brunes du niébé

La classification hiérarchique réalisée grâce aux résultats de l'analyse factorielle des correspondances utilisant les huit caractères discriminants a permis d'obtenir le dendrogramme de la figure 9. Le pourcentage de répartition des 55 isolats permet de voir, que dans les cinq

Classes Isolats



NB : (001...055)= numéro des isolats; F= Farako-bâ; K=Kamboinsé; P=Pobé; t= tige; g= gousse

Figure 9 : Dendrogramme issu de la classification hiérarchique ascendante de 55 isolats populations de *Colletotrichum* spp. à partir des 8 caractères bio-morphologiques

groupes morphologiques mis en évidence, les isolats de Farako-bâ sont plus représentés dans le groupe I (12/16), ceux de Kamboinsé se retrouvent surtout dans le groupe III (7/8), assez éloigné des autres et enfin, ceux de Pobé surtout dans le groupe V (2/3). Par contre, les groupes II et IV présentent une distribution, avec 16 souches de Farako-bâ, 10 souches de Kamboinsé, 02 de Pobé, qui se rapproche de la fréquence des origines de l'ensemble des souches : 29 de Farako-bâ, 20 de Kamboinsé, 06 de Pobé.

Conclusion partielle

Ces résultats ont permis de mettre en évidence, l'existence de caractéristiques culturelles assez distinctes entre les 55 isolats de *Colletotrichum* spp. Le polymorphisme ainsi révélé permet de différencier les souches selon les trois localités (Kamboinsé, Farako-bâ, Pobé) d'où elles ont été isolées. Ces résultats préliminaires nous ont amené à affiner nos observations sur plusieurs populations de *Colletotrichum* spp. associées à la maladie des taches brunes du niébé au Burkina Faso. En plus des huit caractères discriminants mis en évidence, nous avons pris en compte, l'appréciation qualitative de la taille des conidies, leur forme ainsi que la vitesse de croissance de leurs colonies en culture. Ces caractères sont généralement utilisés pour la caractérisation des champignons du genre *Colletotrichum* (Lourd et al., 1979, Barbara, 1990 ; Davis et al., 1992). Les 203 souches du Burkina Faso utilisées dans cette étude sont des isolats monosporés issus des isolats populations des localités de Farako-bâ, Kamboinsé et Pobé à partir des variétés TN 121-80-7, K VX 397-9-11 et K VX 398-7-1. Une souche de référence de *C. capsici*, deux de *C. truncatum*, deux de *Colletotrichum* sp du Niger et une de *Colletotrichum* sp du Nigeria isolées dans ces pays à partir de plantes de niébé présentant les taches brunes, ont aussi été utilisées en référentiel à nos souches locales.

2.2.1.1.2. Les isolats monosporés

A. - Analyse intra-localité

Une analyse factorielle des correspondances a été réalisée sur les souches issues de chaque localité (81 à Farako-bâ, 86 à Kamboinsé, 35 à Pobé). La classification hiérarchique ascendante réalisée à partir des résultats des AFC a permis d'obtenir les dendrogrammes représentés par les figures 10 à 12.

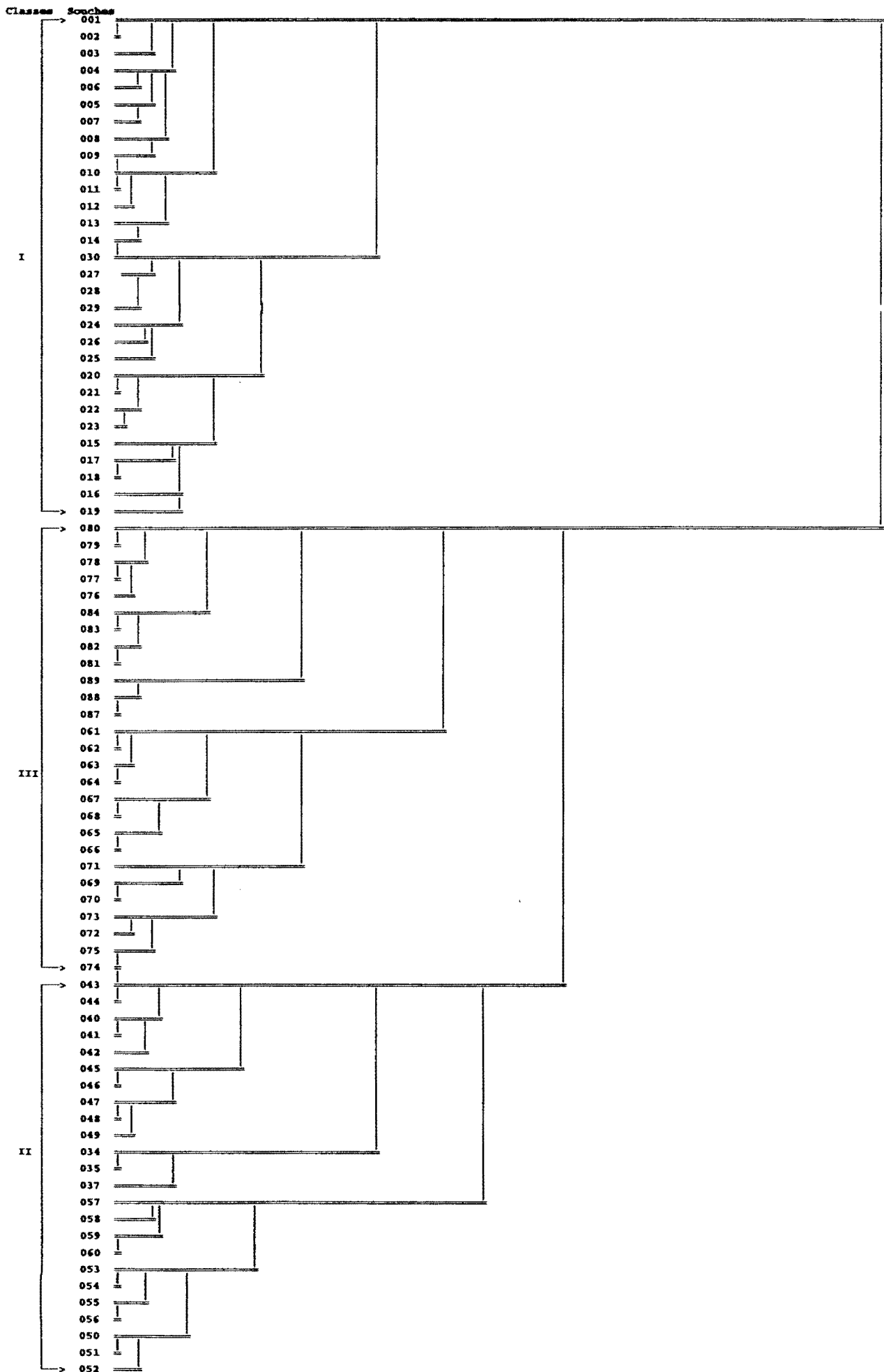


Figure 10 : Dendrogramme issu de la classification hiérarchique ascendante de 81 souches de *Colletotrichum* spp. isolées à Farako-bâ à partir de 11 caractères bio-morphologiques

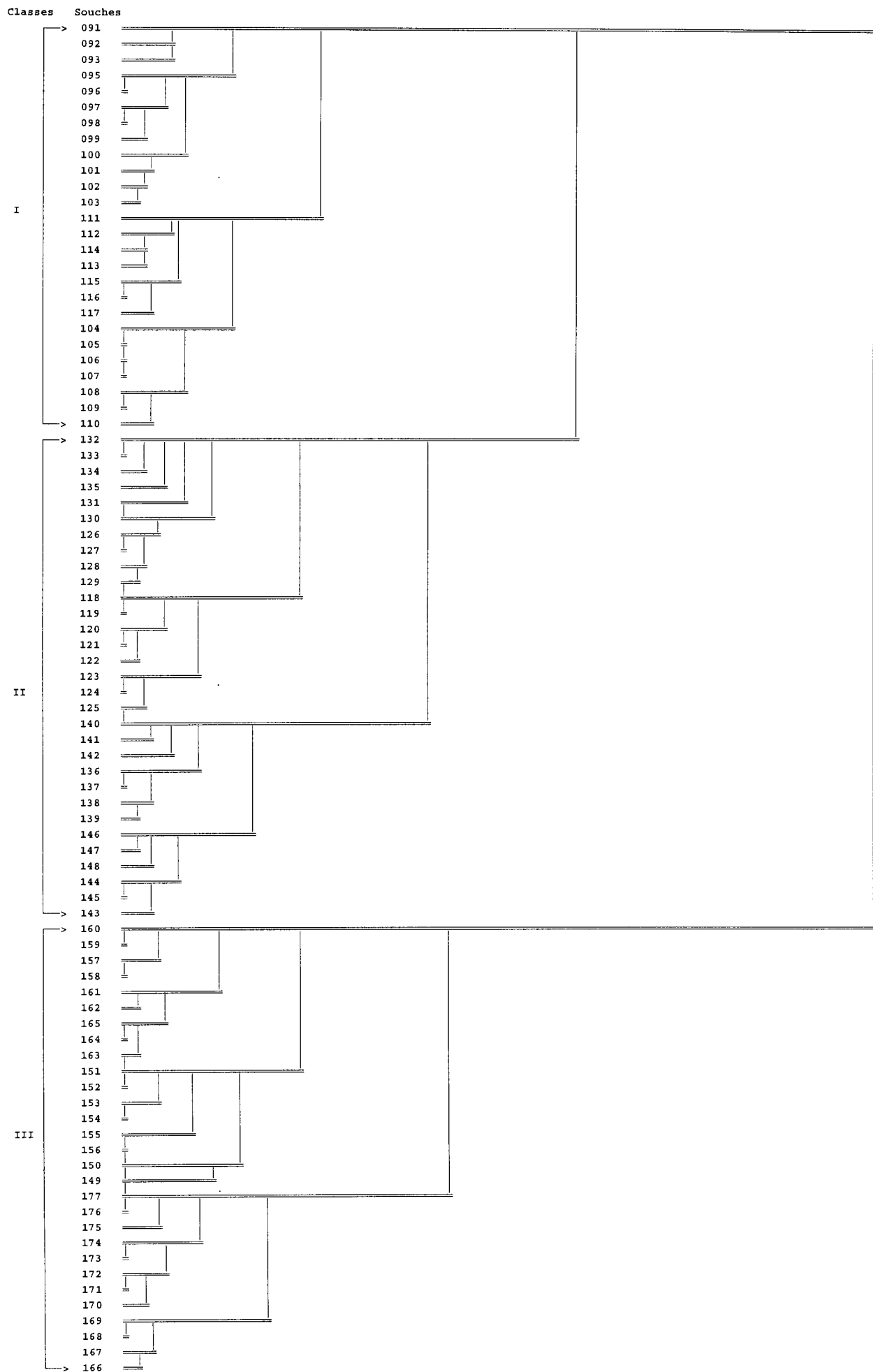


Figure 11 : Dendrogramme issu de la classification hiérarchique ascendante de 86 souches de *Colletotrichum* spp. isolées à Kamboinsé à partir de 11 caractères bio-morphologiques

Classes Isolats

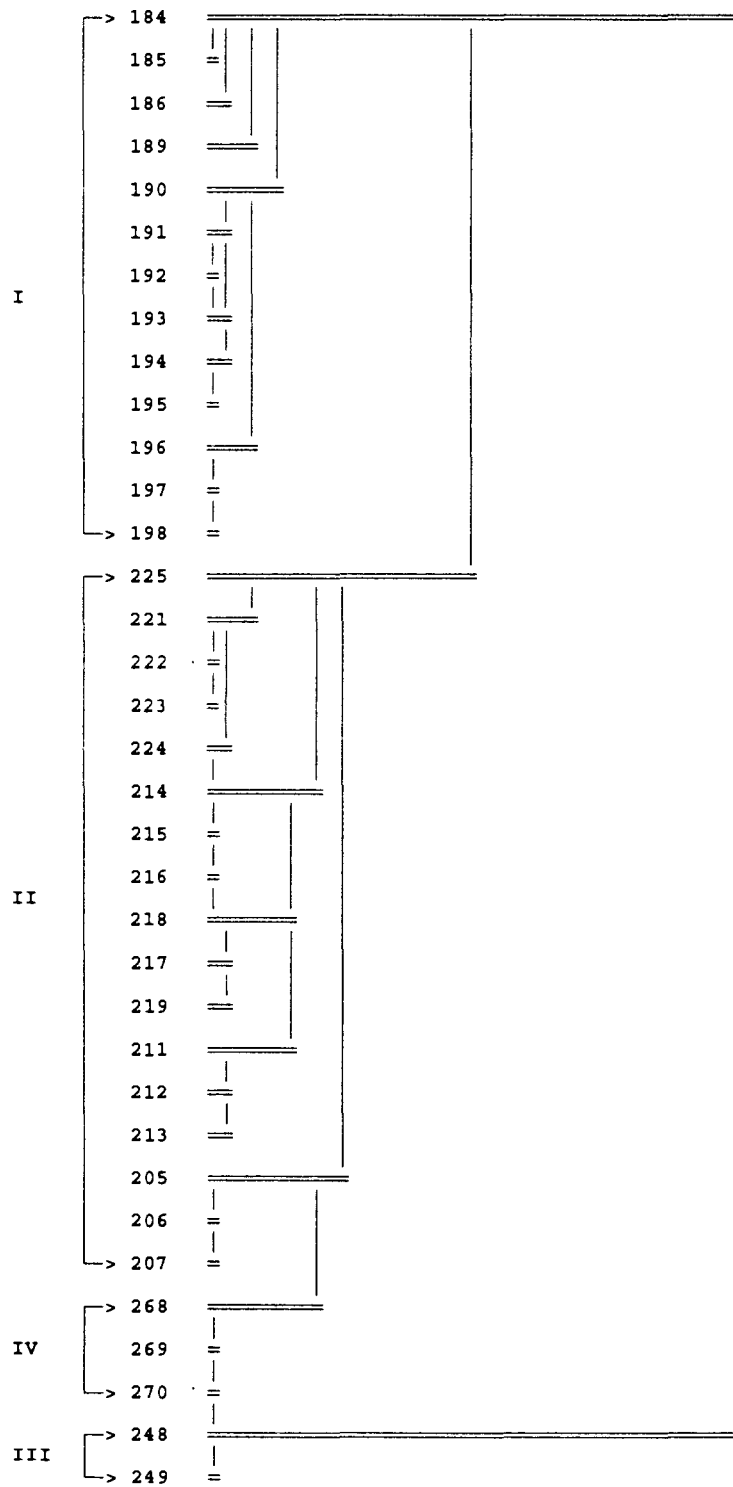


Figure 12 : Dendrogramme issu de la classification hiérarchique ascendante de 35 souches de *Colletotrichum* spp. isolées à Pobé à partir de 11 caractères bio-morphologiques

Les trois partitions des arbres permettent de former raisonnablement avec les 81 souches de Farako-bâ, les 86 souches de Kamboinsé et les 35 souches de Pobé, trois groupes de souches dans les deux premières localités et quatre à Pobé. Ces groupes correspondent aux trois origines variétales des souches dans les trois lieux d'obtention, exactement à Farako-bâ, à cinq exceptions près à Kamboinsé, et trois exceptions près à Pobé où l'on doit réunir les groupes III et IV. Les correspondances variétés-groupes sont les suivantes :

- La variété TN 121-80-7 est associée au groupe I ,
- La variété K VX 397-9-11 est associée au groupe III,
- La variété K VX 398-7-1 est associée au groupe III ou III et IV.

Conclusion partielle

Les résultats de l'analyse intralocalité des caractéristiques culturelles des souches de *Colletotrichum* spp. isolées dans chacune des trois localités du Burkina révèlent des similitudes importantes. En effet, à l'intérieur d'une diversité certaine des caractères biomorphologiques, on note une influence très forte de la variété à partir de laquelle les isolements des souches ont été opérés. Enfin, on peut se demander si le crible variétal très fort s'est exercé sur des populations sauvages semblables ou différentes dans les trois localités du pays. C'est pourquoi, nous avons mené une analyse groupée de l'ensemble des souches du Burkina Faso auxquelles nous avons ajouté six souches étrangères.

B. - Analyse inter-localité

L'AFC réalisée sur les souches du Burkina et les souches étrangères a permis d'obtenir le dendrogramme illustratif de la classification hiérarchique ascendante sur ces souches (Annexe VII). Six groupes morphologiques principaux peuvent être déterminés. La majorité des souches de Farako-bâ (83 %) et de Kamboinsé (86 %) forment le groupe I (144 souches) qui comprend aussi un petit sous groupe formé par deux souches du Niger et deux souches de Pobé.

Le groupe biomorphologique II est constitué de 15 souches isolées à Farako-bâ et 12 à Kamboinsé. Sur ces 27 souches, 24 soit 89 % ont été isolées de la variété TN121-80-7. Les trois dernières de Kamboinsé viennent de la variété K VX 397-9-11.

Les groupes III, IV, V et VI sont plus éloignés entre eux et des deux premiers. Ils réunissent 33 souches de Pobé sur les 35 étudiées et quatre souches étrangères : *C. capsici* de référence, *C. truncatum* 283 et 290 et une souche 295 isolée de niébé malade au Nigeria. Par ailleurs, on constate des regroupements assez fréquents de souches issues d'un même isolat au niveau maximum de similitude. Sur 199 souches issues par deux ou par trois du même isolat, 33 sont identiques par 3 et 50 par 2, ce qui représente 42 % des souches portant la même identité dans l'isolat d'origine.

Conclusion partielle

Il se dégage de ces résultats que l'utilisation de 11 caractères cultureux pour différencier 208 souches monosporées de *Colletotrichum* spp. associées à la maladie des taches brunes du niébé, permet de souligner un polymorphisme important. Ce polymorphisme révèle une variabilité interlocalité, confirmant l'originalité des souches isolées à Pobé des trois mêmes variétés. Ces souches forment entre elles plusieurs groupes biomorphologiques éloignés, mais qui diffèrent tous fortement de ceux des deux autres localités. Seulement deux souches sur 35 sont rattachées au groupe biomorphologique I, à savoir les souches 212 et 224 rapprochées des isolats 1 et 2 du Niger (272 et 277). La variabilité liée à la variété d'isolement décelée lors de l'analyse intralocalité est partiellement confirmée. On remarque en particulier que le groupe II est constitué à 89 % par les souches isolées de la variété TN121-80-7. Si l'utilisation de ces caractères a aussi permis de dissocier *C. capsici* 286 de *C. truncatum* 290, il n'en a pas été de même entre *C. capsici* 286 et *C. truncatum* 283. Nous nous sommes alors intéressé à l'analyse des caractères biométriques de ces mêmes souches.

2.2.1.2. Les caractères biométriques

L'examen des moyennes des dimensions des conidies mesurées sur 30 conidies par souche et de celles des diamètres de croissance radiale de 203 souches du Burkina Faso et des six souches étrangères, font ressortir une très grande variation de ces caractères biométriques (Annexe VIII). Les longueurs des conidies individuelles ont varié entre 15 μm (les plus courtes) et 40 μm (les plus longues). Les largeurs extrêmes ont varié entre 2,5 μm et 5,0 μm tandis que les diamètres de croissance radiale ont fluctué entre 15 mm (les plus lentes) et 68 mm (les plus rapides) au bout de six jours de culture. Sur la base d'analyses statistiques, nous

avons cherché à mieux appréhender l'étendue de cette variabilité. L'influence des trois variétés d'origine, et de celle des trois localités d'isolement de ces souches, ont été étudiées au cours de ces analyses. Il en a été de même de l'influence de l'interaction entre les variétés et les localités sur les caractères biométriques de ces souches.

2.2.1.2.1. Variabilité des souches provenant de variétés selon la localité d'isolement

La comparaison des conidies des souches issues des trois variétés dans chaque localité a été possible, grâce aux résultats d'analyse de variance, qui ont été significatifs pour la plupart des caractères étudiés dans les trois localités, comme l'indiquent les données du tableau XIV ci-dessous.

Tableau XVI : Analyses de variance portant sur trois caractères biométriques (Lc¹, lc², Dc³) des souches de *Colletotrichum* spp. isolées dans trois localités du Burkina Faso

Localités	Source de variation	df	SCE	Variance	F	P>F
Farako-bâ	Lc	2	489,7281	244,86	29,43	0,0001**
	lc	2	0,728	0,3644	3,68	0,025 *
	Dc	2	3128,227	1564,113	37,29	0,0001**
Kamboinsé	Lc	2	249,898	124,949	17,17	0,0001**
	lc	2	0,960	0,480	9,69	0,0001**
	Dc	2	44,2326	22,116	0,80	0,452 ns
Pobé	Lc	2	1629,772	814,886	87,07	0,0001 **
	lc	2	86,678	43,339	29,57	0,0001**
	Dc	2	995,650	497,82	3,07	0,053 ns

* : Significatif ; ** : très significatif ; ns : non significatif ; 1. Lc = longueur des conidies ; 2. lc = largeur des conidies ; 3. Dc = diamètre de croissance des colonies au bout de six jours de culture

A. Farako-bâ

La comparaison des longueurs des conidies des souches isolées des trois variétés révèle que les conidies issues de la variété K VX 398-7-1 sont les plus longues des souches de cette localité. Celles issues des deux autres variétés, moins longues, ne présentent aucune différence entre elles (fig. 13A). Du point de vue de la largeur, les conidies des souches issues de la variété K VX 398-7-1, sont un peu plus minces que celles des deux autres variétés qui ont des largeurs identiques (fig. 13B). Les diamètres moyens de croissance radiale des conidies des souches isolées des variétés K VX 398-7-1 et TN 121-80-7 sont identiques, et

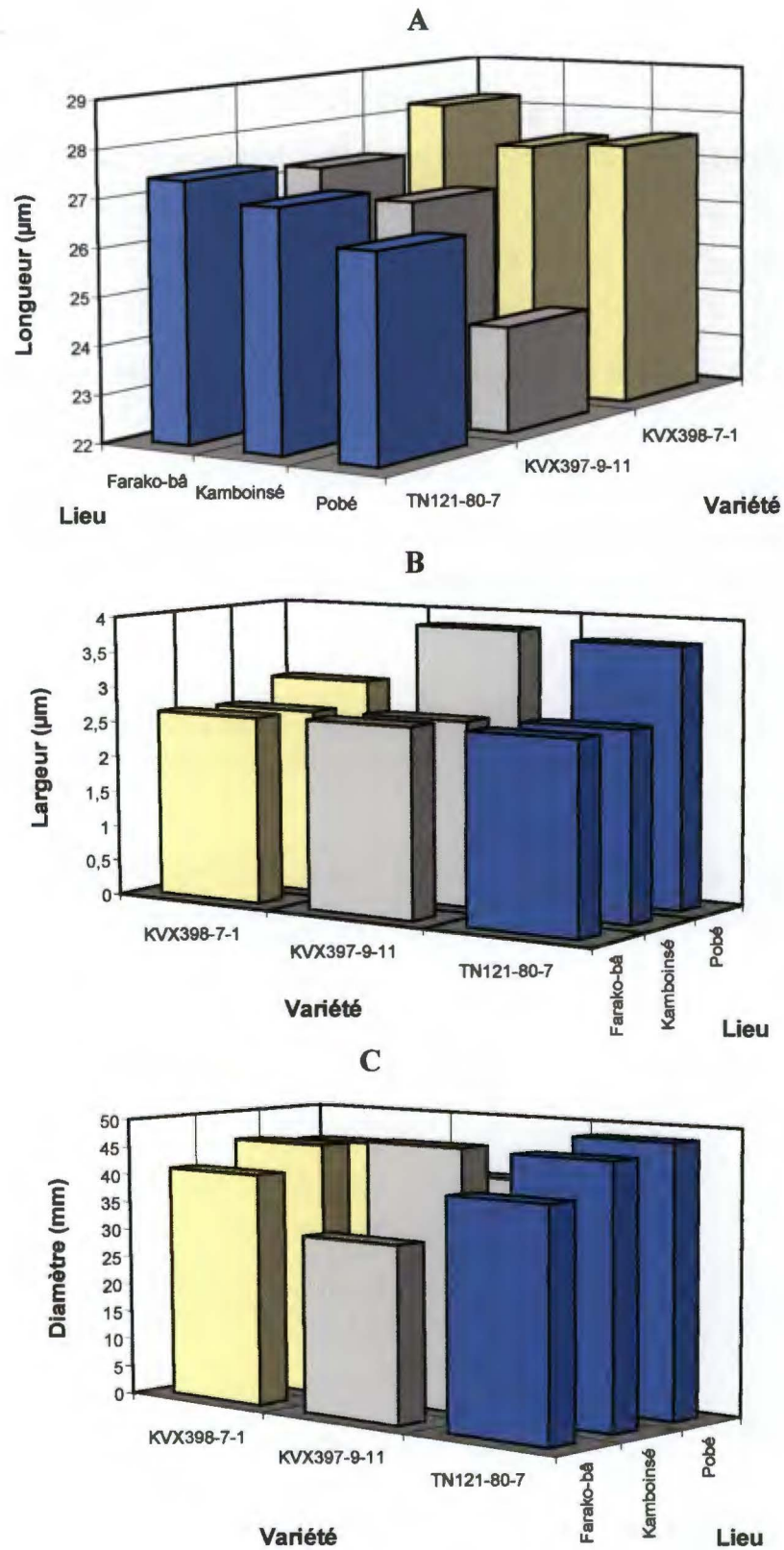


Figure 13 : Comparaison des longueurs, largeurs des conidies et des diamètres de croissance des colonies des souches de *Colletotrichum* spp. selon les localités et les variétés d'isolement

supérieures à ceux des conidies issues de la variété K VX 397-9-11 (fig. 13C). Cette dernière variété semble sélectionner des souches à croissance lente à Farako-bâ.

B. Kamboinsé

Les conidies des souches isolées de la variété K VX 398-7-1 sont en moyenne plus longues que celles isolées de la variété TN 121-80-7, qui sont elles-mêmes plus longues que celles issues de la variété K VX 397-9-11 (fig. 13A). La largeur moyenne des conidies des souches issues de la variété TN 121-80-7 est légèrement supérieure à celle des souches issues de la variété K VX 397-9-11, qui est identique à celle des souches issues de la variété K VX 398-7-1 (fig. 13B). Il n'y a pas eu d'influence des variétés d'isolement sur le diamètre de croissance radiale des conidies (fig. 13C). Bien que les conidies des souches isolées dans cette localité aient présenté quelques différences biométriques en fonction des variétés d'isolement, on remarque d'une manière générale, que cette variation est faible par rapport à celle observée à Farako-bâ.

C. Pobé

La longueur des conidies des souches isolées de cette localité est beaucoup influencée par la variété d'isolement, comme l'illustre la figure 13A. Les souches isolées de la variété K VX 398-7-1 ont des conidies un peu plus longues que celles de la variété TN 121-80-7. Elles ont toutes une longueur supérieure à 25 μm . Par contre, les conidies des souches de la variété K VX 397-9-11 sont nettement très courtes. La largeur des conidies de ces souches de Pobé est aussi beaucoup influencée par les variétés d'isolement. Les variétés TN 121-80-7 et K VX 397-9-11 y ont permis d'isoler des souches à conidies grosses (largeur $>3,5 \mu\text{m}$) alors que celles issues de la variété K VX 398-7-1 ont une largeur moyenne inférieure à 3 μm (fig. 13B). Il n'y a pas de différence significative entre les diamètres de croissance des colonies des souches isolées des trois variétés (fig. 13C). Au vu de ces résultats, on peut dire que les conidies des souches de *Colletotrichum* spp. isolées de Pobé sont particulières pour les souches provenant de la variété K VX 397-9-11, qui sont en moyenne courtes et larges avec une croissance rapide en culture sur PDA ; ces souches semblent prédominantes dans cette localité.

Afin de mieux matérialiser ce polymorphisme important des caractères biométriques des souches de *Colletotrichum* spp. isolées sur niébé et influencés par les localités et les variétés d'isolement, nous avons procédé à une représentation des relations entre ces caractères comme suggéré par Wilson pour ce genre d'analyse (Wilson, 1992).

2.2.1.2.2. Relations entre longueur et largeur des conidies

La représentation de ces relations est illustrée par la figure 14. L'ensemble des souches du Burkina Faso ayant montré une grande variation dans la taille des conidies, on remarque sur la figure 14 C, que ce sont les souches de Pobé qui ont induit cette variabilité surtout au niveau des largeurs des conidies. Les souches isolées de Kamboinsé (fig. 14 B), et dans une certaine mesure celles isolées de Farako-bâ (fig. 14 A), ont présenté peu de variation de la largeur de leurs conidies.

En examinant ces résultats selon les variétés d'isolement, on s'aperçoit que la variation de la largeur des conidies est surtout caractéristique des souches isolées des variétés TN 121-80-7 et K VX 397-9-11 et que celles isolées de la variété K VX 398-7-1 n'en ont pratiquement pas présenté (fig. 15 B, C, D).

La représentation des résultats selon l'interaction entre les localités et les variétés d'isolement, permet de voir que c'est sur les variétés TN 121-80-7 et K VX 397-9-11 que l'on observe la variabilité de la largeur des conidies des souches à Pobé (fig. 16)

Le tableau des corrélations entre ces deux caractères (Tableau XVII) permet de voir que la longueur des conidies des souches isolées de la variété K VX 397-9-11 est négativement corrélée à leur largeur, toutes localités confondues.

Tableau XVII : Corrélations entre longueur et largeur des conidies des souches de *Colletotrichum* spp. isolées à partir de trois variétés de niébé

Variétés	Coefficients de corrélation
TN 121-80-7	0,074
K VX 397-9-11	-0,543
K VX 398-7-1	-0,157

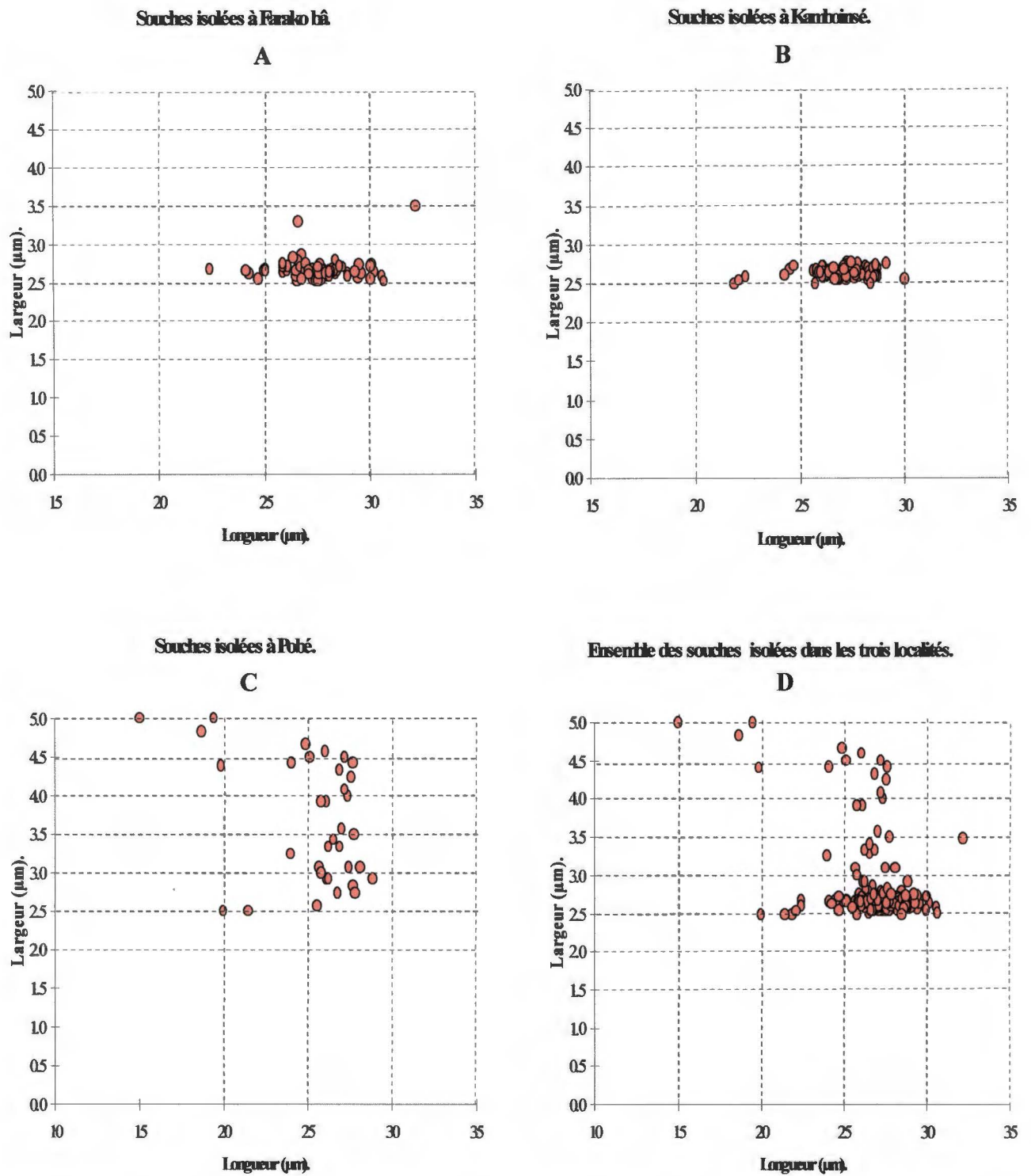


Figure 14 : Relation entre longueur et largeur des conidies des souches de *Colletotrichum* spp. isolées au Burkina Faso.

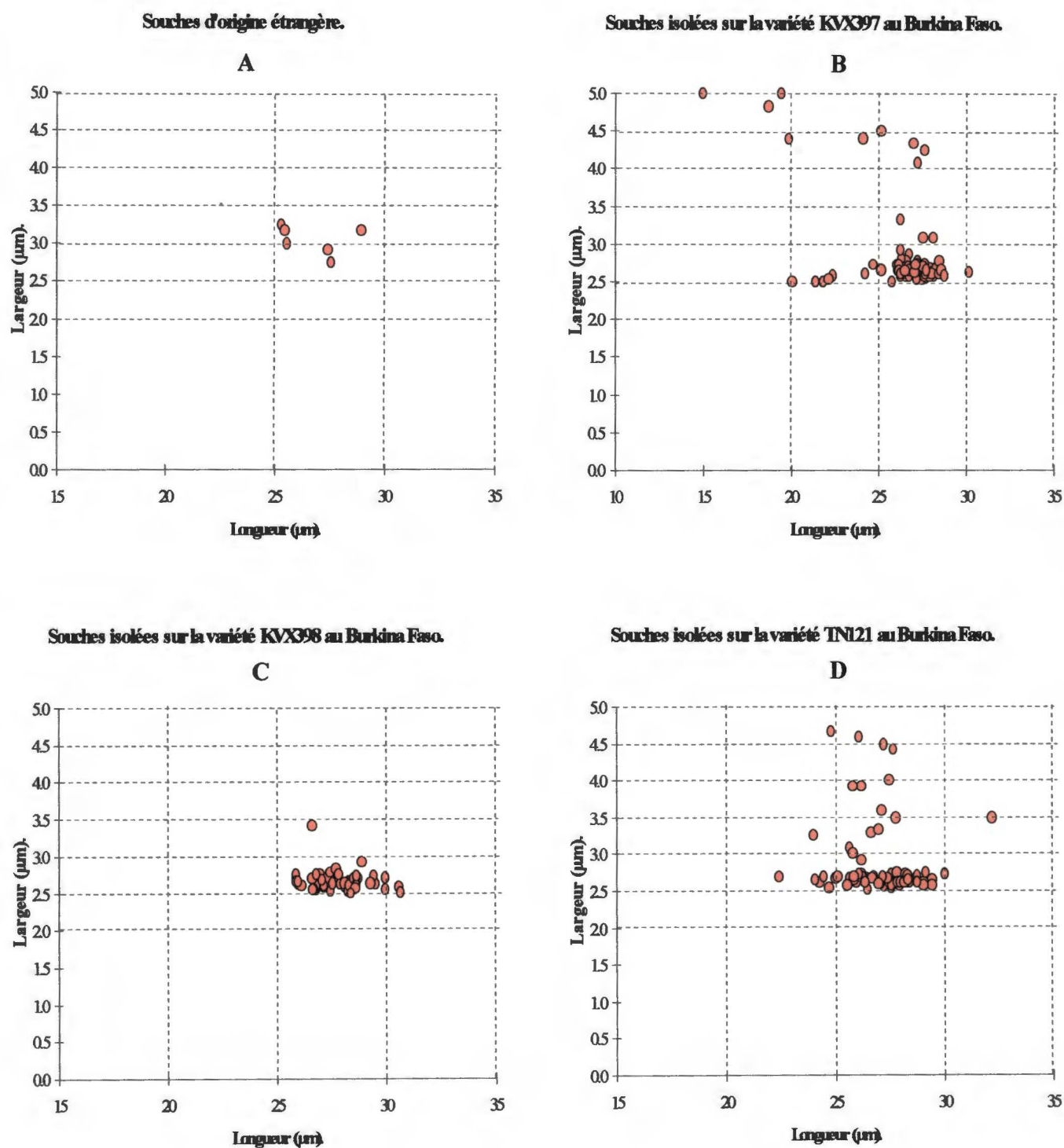
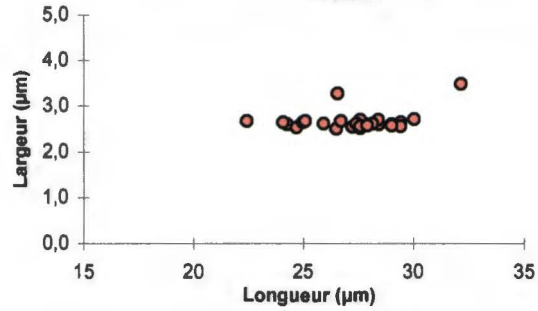
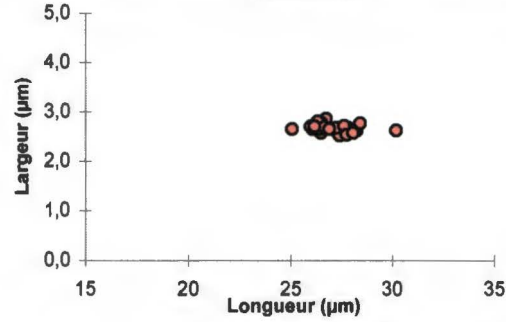


Figure 15 : Relation entre longueur et largeur des conidies des souches de *Colletotrichum* spp. d'origine étrangère et des souches isolées de trois variétés de niébé au Burkina Faso

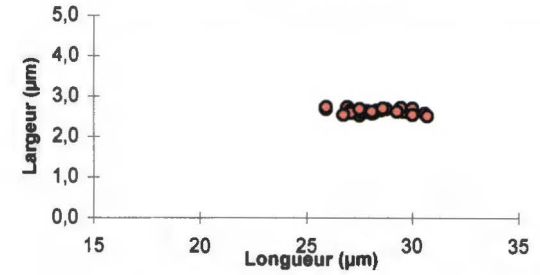
Relation entre longueur et largeur des conidies de souches de *Colletotrichum* isolées sur la variété TN121 à Farako-bâ.



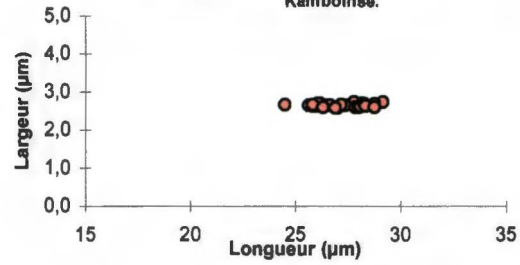
Relation entre longueur et largeur des conidies de souches de *Colletotrichum* isolées sur la variété KVX 397 à Farako-bâ.



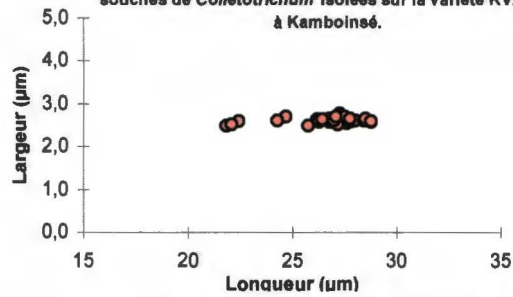
Relation entre longueur et largeur des conidies de souches de *Colletotrichum* isolées sur la variété KVX 398 à Farako-bâ.



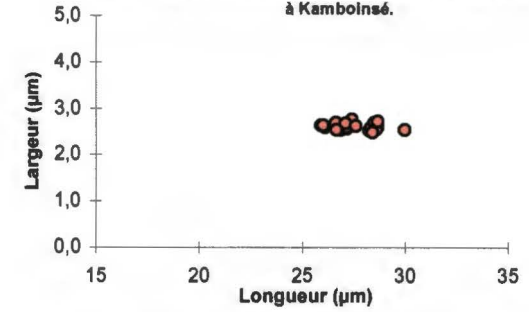
Relation entre longueur et largeur des conidies de souches de *Colletotrichum* isolées sur la variété TN121 à Kamboinsé.



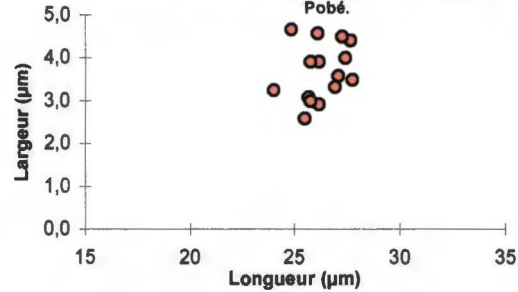
Relation entre longueur et largeur des conidies de souches de *Colletotrichum* isolées sur la variété KVX 397 à Kamboinsé.



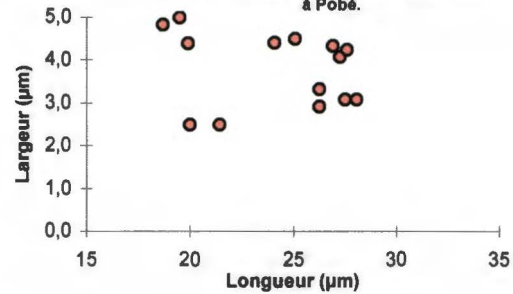
Relation entre longueur et largeur des conidies de souches de *Colletotrichum* isolées sur la variété KVX 398 à Kamboinsé.



Relation entre longueur et largeur des conidies de souches de *Colletotrichum* isolées sur la variété TN121 à Pobé.



Relation entre longueur et largeur des conidies de souches de *Colletotrichum* isolées sur la variété KVX 397 à Pobé.



Relation entre longueur et largeur des conidies de souches de *Colletotrichum* isolées sur la variété KVX 398 à Pobé.

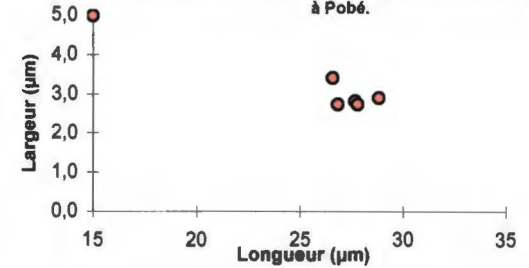


Figure 16 : Relation entre longueur et largeur des conidies des souches de *Colletotrichum* spp. selon les variétés de niébé et les localités d'isolement au Burkina Faso

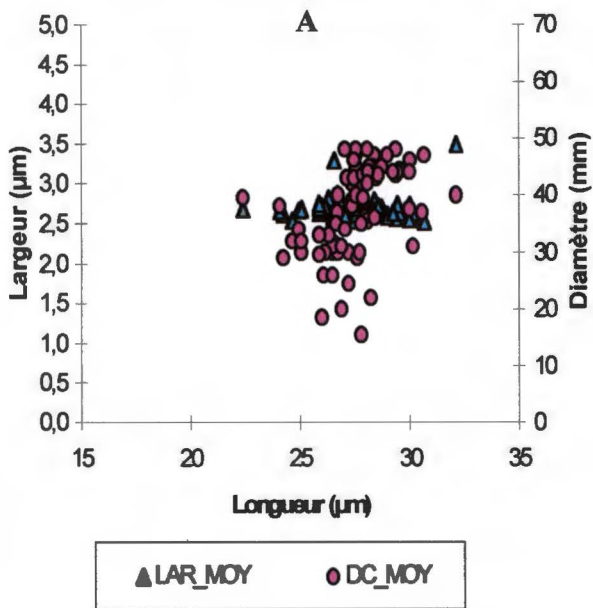
De ces résultats, on peut dire que la majorité des souches de Farako-bâ et de Kamboinsé présentent une certaine homogénéité pour leur longueur et surtout leur largeur alors que celles de Pobé montrent une hétérogénéité pour la longueur mais surtout pour la largeur.

2.2.1.2.3. Relations entre les trois caractères biométriques

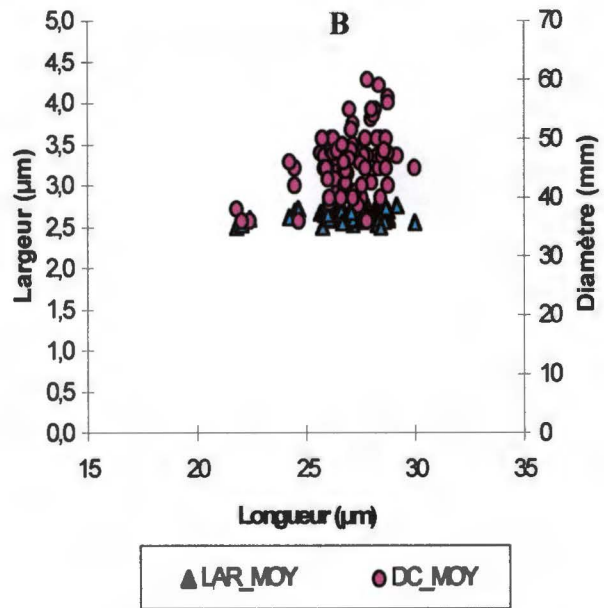
Les résultats de l'analyse combinée des trois caractères biométriques sont représentés par les figures 17 à 19. Ces résultats permettent la mise en évidence de six groupes biométriques ou sous-populations des souches du Burkina Faso.

- La majorité des souches du Burkina Faso constitue une première sous-population caractérisée par des conidies de longueur comprise entre 25 et 30 μm , de largeur comprise entre 2,5 et 3,0 μm et dont le diamètre de croissance des colonies au bout de six jours de culture sur PDA est compris entre 30 et 50 mm (fig. 17D). Ces conidies sont longues, minces et à croissance moyenne.
- Le deuxième groupe de sous-population est constitué par des souches dont les conidies ont les mêmes mensurations que celles du premier, avec cependant une croissance plus rapide de leurs colonies en culture (diamètre supérieur à 50 mm) (fig. 17D). Ces conidies sont longues, minces et à croissance rapide.
- La troisième sous-population est aussi constituée des souches de mêmes mensurations que celles des deux premières sous-populations, avec une croissance lente de leurs colonies en culture (diamètre inférieur à 30 mm). Ces conidies sont longues, minces et à croissance lente.
- Le quatrième groupe renferme une sous-population de souches dont la longueur des conidies est inférieure à 25 μm , la largeur supérieure à 3 μm , avec une croissance des colonies en culture sur PDA de diamètre compris entre 30 et 50 mm au bout des six jours de culture (fig. 17D). Ces conidies sont courtes, larges et à croissance moyenne.
- Les souches dont les conidies ont les mêmes dimensions que celles de la quatrième sous-population et dont la croissance des colonies en culture sur PDA est supérieure à 50 mm

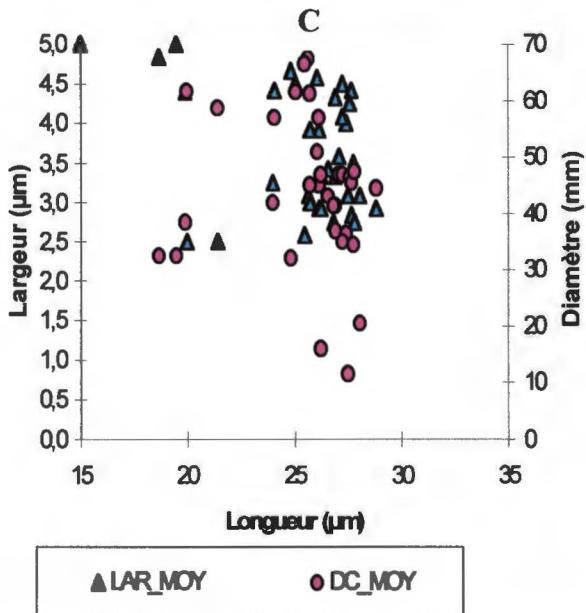
Relation entre longueur, largeur des conidies et croissance des colonies des souches de *Colletotrichum* isolées à Farako-bâ.



Relation entre longueur, largeur des conidies et croissance des colonies des souches de *Colletotrichum* isolées à Kamboinsé.



Relation entre longueur, largeur des conidies et croissance des colonies des souches de *Colletotrichum* isolées à Pobé.



Relation entre longueur, largeur des conidies et croissance des colonies de l'ensemble des souches de *Colletotrichum* isolées au Burkina Faso.

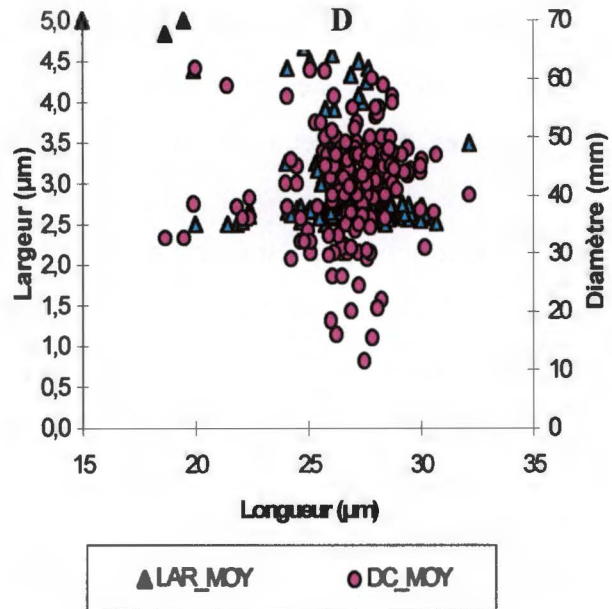
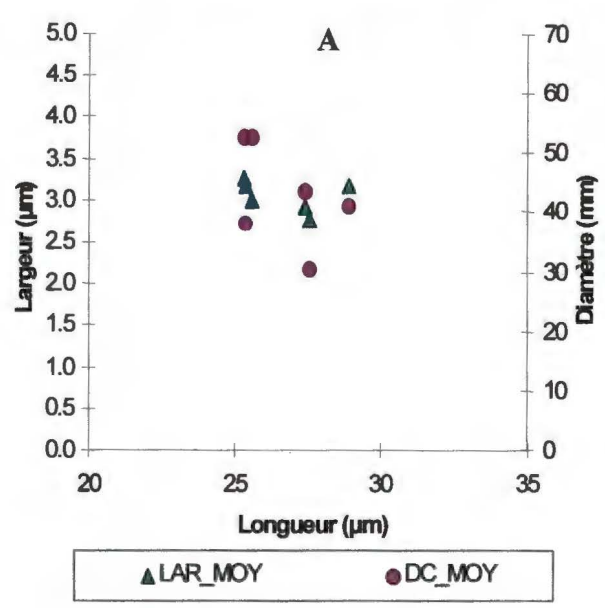
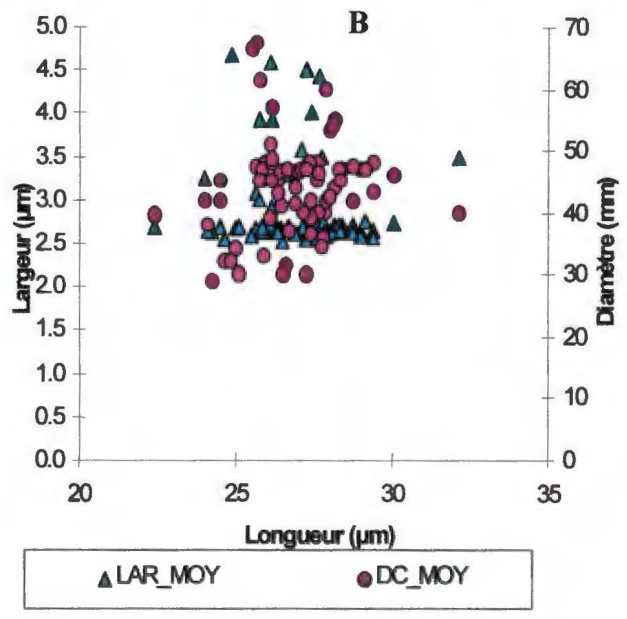


Figure 17 : Relation entre longueur, largeur des conidies et diamètre de croissance des colonies des souches de *Colletotrichum* spp. isolées au Burkina Faso

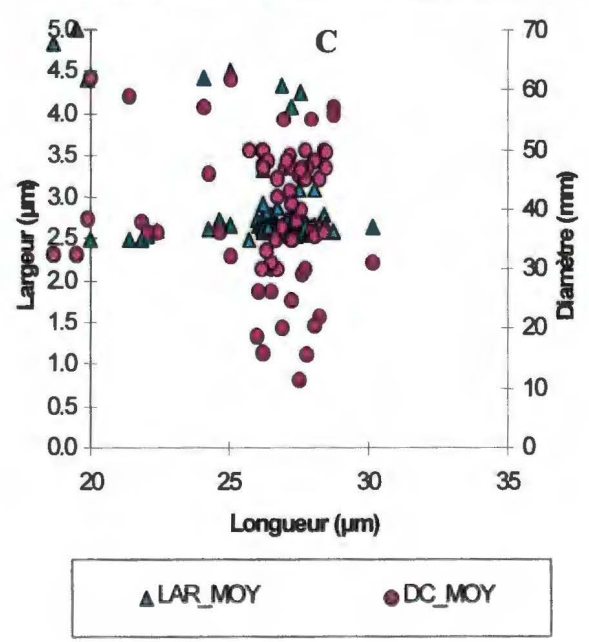
Relation entre longueur, largeur et croissance des colonies des souches de *Colletotrichum* d'origine étrangère.



Relation entre longueur, largeur et croissance des colonies des souches de *Colletotrichum* isolées sur la variété TN121 au Burkina Faso.



Relation entre longueur, largeur et croissance des colonies des souches de *Colletotrichum* isolées sur la variété KVX397 au Burkina Faso.



Relation entre longueur, largeur et croissance des colonies des souches de *Colletotrichum* isolées sur la variété KVX398 au Burkina Faso.

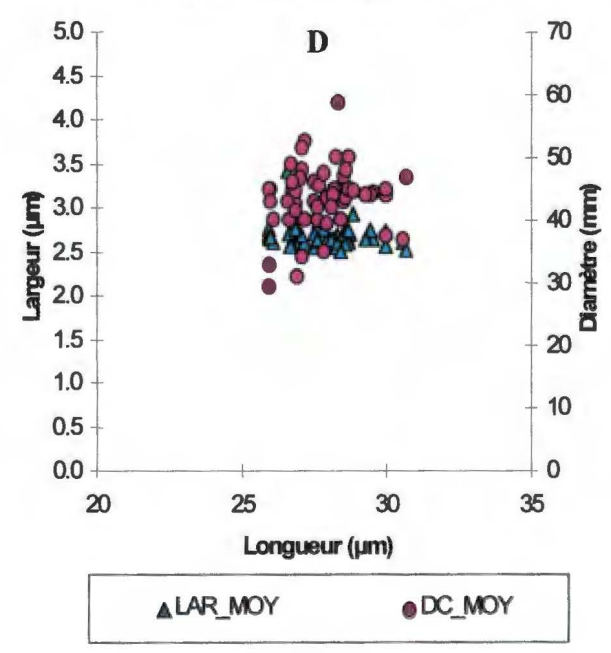


Figure 18 : Relation entre longueur, largeur des conidies et diamètre de croissance des colonies des souches de *Colletotrichum* spp. d'origine étrangère et des souches isolées de trois variétés de niébé au Burkina Faso

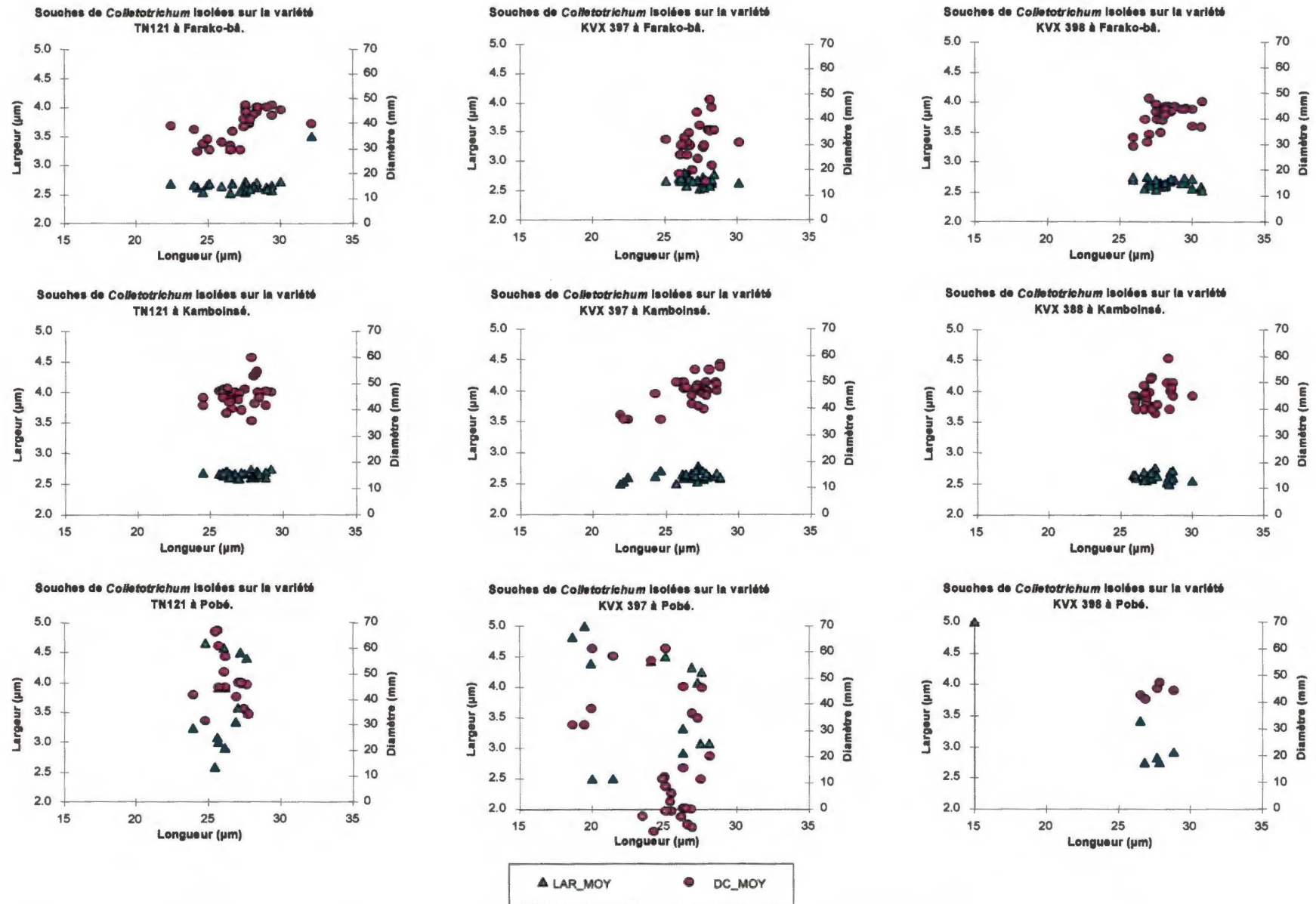


Figure 19 : Relation entre longueur, largeur des conidies et diamètre de croissance des colonies des souches de *Colletotrichum* spp. isolées au Burkina Faso selon les variétés et les localités

au bout de six jours de culture constituent le cinquième groupe de sous-population (fig. 17D). Ces conidies sont courtes, larges et à croissance rapide.

- Toutes les autres souches qui ne répondent pas aux caractéristiques des cinq groupes préalablement identifiés, forment la dernière sous-population de souches.

La représentation détaillée de ces résultats par localité permet de voir que les souches de Farako-bâ appartiennent aux sous-populations I et III principalement avec quelques souches du type V (fig. 17A). Ces souches ont des conidies longues et minces et à croissance rapide en culture sur PDA. Celles de Kamboinsé appartiennent dans la majorité des cas au groupe I avec quelques souches dans le groupe II (fig. 17B). Les souches de cette localité présentent des conidies longues et minces et à croissance rapide. Les souches de Pobé sont réparties dans toutes les six sous-populations (fig. 17C). Les sous-populations IV et V étant majoritaires dans cette localité, on se retrouve généralement avec des souches à conidies courtes et larges et à croissance rapide.

Par rapport aux variétés d'isolement, si les variétés TN 121-80-7 et K VX 397-9-11 ont permis d'isoler la plupart des types de souches, on remarque que sur la première, il n'y a pas eu d'isolement de souches du groupe III (fig. 18B et C). Ces souches se trouvent presque exclusivement sur la K VX 397-9-11 (fig. 18C). La troisième variété K VX 398-7-1 a abrité en majorité des souches de type I (fig. 18D).

La représentation des relations entre ces caractères prenant en compte l'interaction variété et localité d'isolement est illustrée par la figure 19. Elle permet de voir l'influence de chacune des trois variétés sur les types de souches présents dans chaque localité.

2.2.1.2.4. Les souches étrangères

Elles ont présenté beaucoup de différences entre elles au niveau de leurs caractères biométriques, comme l'indiquent les moyennes de ces caractères dans l'Annexe VIII. Les analyses de variance réalisées entre ces souches et celles du Burkina ont permis de noter des différences significatives entre les deux groupes de souches (Tableau XVIII).

Tableau XVIII : Analyses de variance portant sur la comparaison de trois caractères biométriques (Lc^1 , lc^2 , Dc^3) entre les souches de *Colletotrichum* spp. isolées de trois localités du Burkina Faso et des souches étrangères de *C. spp.*

Localité	Source de variance	DI	SCE	Variance	F	P > F
Farako-bâ	Lc^1	6	460,98	76,83	9,32	0,0001
	lc^2	6	28,98	4,83	29,47	0,0001
	Dc^3	6	1 035,25	172,54	2,94	0,0094
Kamboinsé	Lc^1	6	343,26	57,21	7,96	0,0001
	lc^2	6	32,91	5,48	48,35	0,0001
	Dc^3	6	832,56	138,76	5,18	0,0001
Pobé	Lc^1	6	520,18	86,69	8,67	0,0001
	lc^2	6	56,93	9,48	6,42	0,0001
	Dc^3	6	743,43	123,90	0,78	0,5854

1. Lc = longueur des conidies ; 2. lc = largeur des conidies ; 3. Dc = diamètre de croissance des colonies

La comparaison des souches étrangères à celles du Burkina permet de voir (fig. 18) que l'isolat de référence de *C. capsici* appartient au groupe biométrique VI en compagnie des deux isolats du Niger. Les souches 283 et 290 de *C. truncatum* appartiennent au même groupe biométrique I, tandis que l'isolat du Nigeria (295) appartient au groupe biométrique II.

2.2.1.2.5. Conclusion partielle

Les trois caractères biométriques utilisés ont permis de regrouper les souches de *Colletotrichum* spp. en six groupes. L'influence des localités et / ou des variétés d'isolement caractérise ces groupes biométriques dans lesquels sont réparties les souches de *Colletotrichum* spp. d'origine étrangère. La majorité des souches de Farako-bâ et de Kamboinsé plus quelques souches de Pobé sont similaires aux deux souches 283 et 290 de *C. truncatum* ; le restant des souches des deux premières localités et certaines souches de Pobé ayant montré des similitudes avec la souche du Nigeria. Les deux souches du Niger et quelques unes de Pobé se retrouvent dans le même groupe biométrique que la souche de référence de *C. capsici*. Par contre, les souches du groupe III et V à Farako-bâ et à Pobé et les souches du groupe IV à Pobé, ne sont apparentées à aucune des souches utilisées en référentiel.

2.2.2. Caractéristiques biochimiques par électrophorèse des estérases

2.2.2.1. Observations générales

La technique d'électrophorèse des estérases du mycélium a été utilisée pour analyser 136 souches de *Colletotrichum* spp. dont la majorité proviennent des 209 souches ayant fait l'objet d'analyse de leurs caractéristiques biomorphologiques et biométriques. Il s'agit de 54 souches de Farako-bâ, 47 de Kamboinsé, 29 de Pobé et des six souches étrangères.

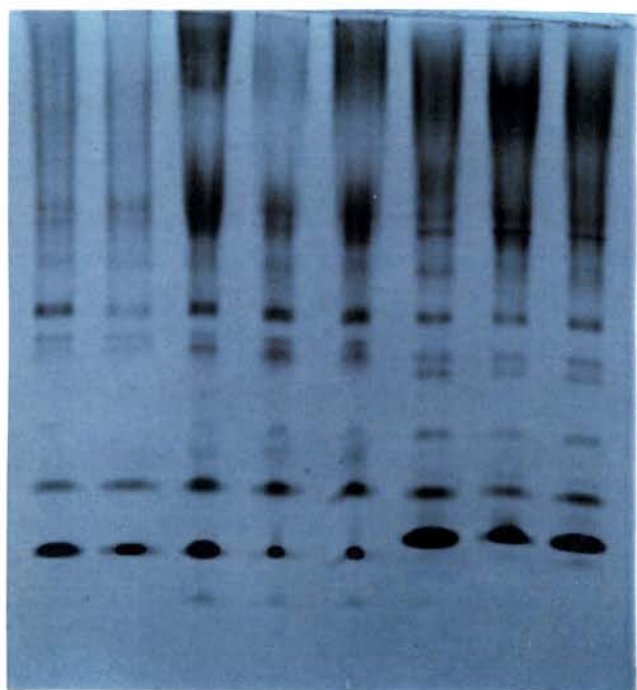
Chaque souche a présenté plusieurs bandes enzymatiques comme le montrent les photos de la planche XI représentative de quelques souches utilisées. Sur la plupart des gels d'électrophorèse, on observe que les bandes situées dans la zone de migration de Rf comprise entre 0,45 et 0,70 sont celles qui ont présenté une meilleure résolution et qui permettent une comparaison des souches. Quatorze bandes plus ou moins différentielles ont pu être identifiées après examen visuel de l'ensemble des souches utilisées et prises en compte pour l'établissement des électrophorétypes. Dix sept électrophorétypes représentés par la figure 20 ont ainsi été mises en évidence.

2.2.2.2. Variation entre les isolats monospores d'un même isolat population

D'une manière générale, les isolats monospores issus d'un même isolat ont le même profil d'estérases, mais des différences sont mises en évidence dans certains cas. A Kamboinsé par exemple, les souches 163, 164 et 165 (5^e isolat population de la variété K VX 398-71), les souches 170 et 171 (7^e isolat population de la variété K VX 398-7-1), les souches 175, 176 et 177 (9^e isolat population de la variété K VX 398-7-1), ont présenté des différences entre elles alors qu'elles proviennent des mêmes isolats populations de cette localité (planche XII).

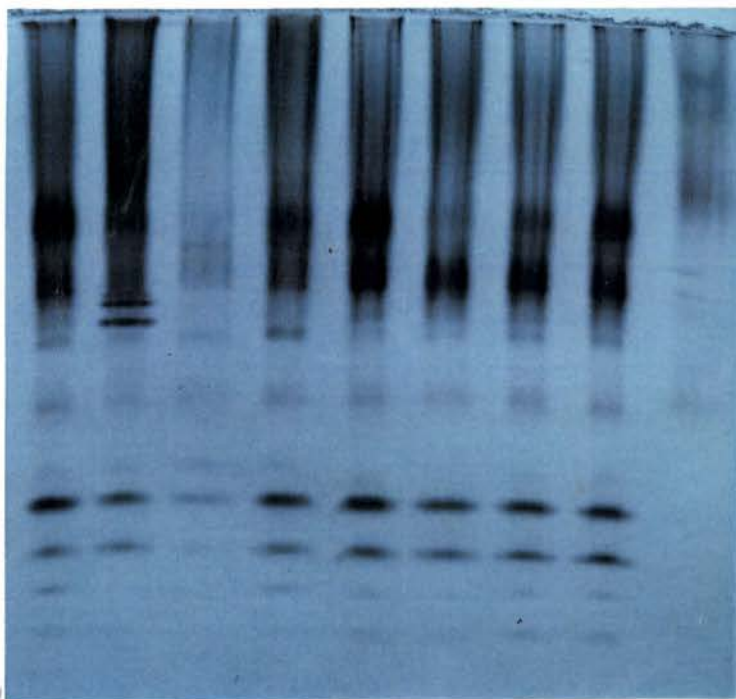
Une analyse sur l'ensemble des 120 souches incorporées dans l'AFC-CAH (Annexe IX) par 2 ou par 3 ayant la même origine variétale révèle que seulement une vingtaine appartiennent à des électrophorétypes différents. Il y a donc 83 % de regroupement au niveau le plus élevé de similitude pour les souches issues d'un même isolat, ce qui est deux fois plus important que lors de l'étude biomorphologique.

En conclusion, il peut donc y avoir homogénéité ou hétérogénéité à l'intérieur d'un isolat population. Cette observation, qui recoupe les résultats obtenus avec les caractères biomorphologiques et biométriques, renforce notre choix de départ sur la nécessité d'utiliser des isolats monospores de nos champignons et que nous avons qualifiés de souches.



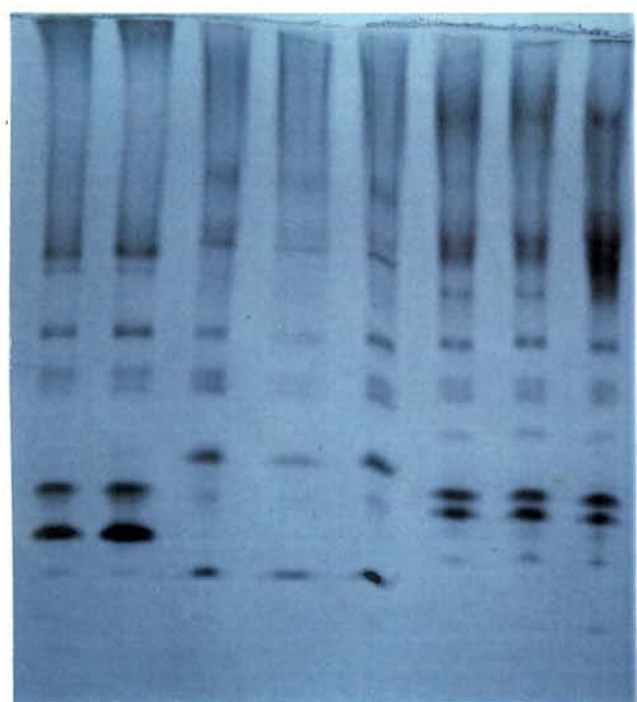
221 222 190 192 195 205 206 207

Photo 1 : Huit souches de Pobé (Burkina Faso)



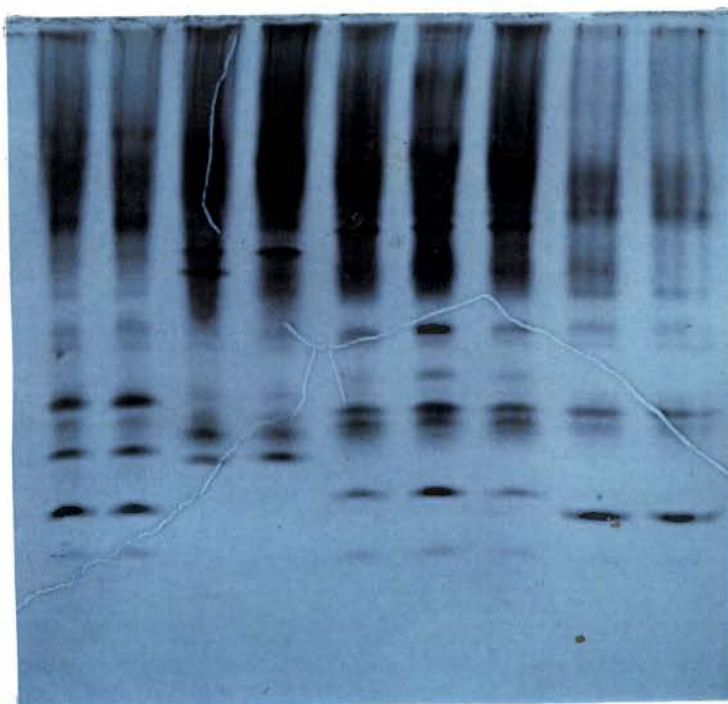
64 65 67 68 70 71 73 74 85

Photo 2 : Huit souches de Farako-bâ (Burkina Faso)



211 213 217 218 219 268 269 270

Photo 3 : Huit souches de Pobé (Burkina Faso)



283 284 286 287 292 293 294 290 291

Photo 4 : Neuf souches d'origine étrangère

PLANCHE XI

ZYMOGRAMMES DE QUELQUES SOUCHES DE *COLLETOTRICHUM* SPP. ASSOCIÉES À LA MALADIE DES TACHES BRUNES DU NIEBE AU BURKINA FASO.

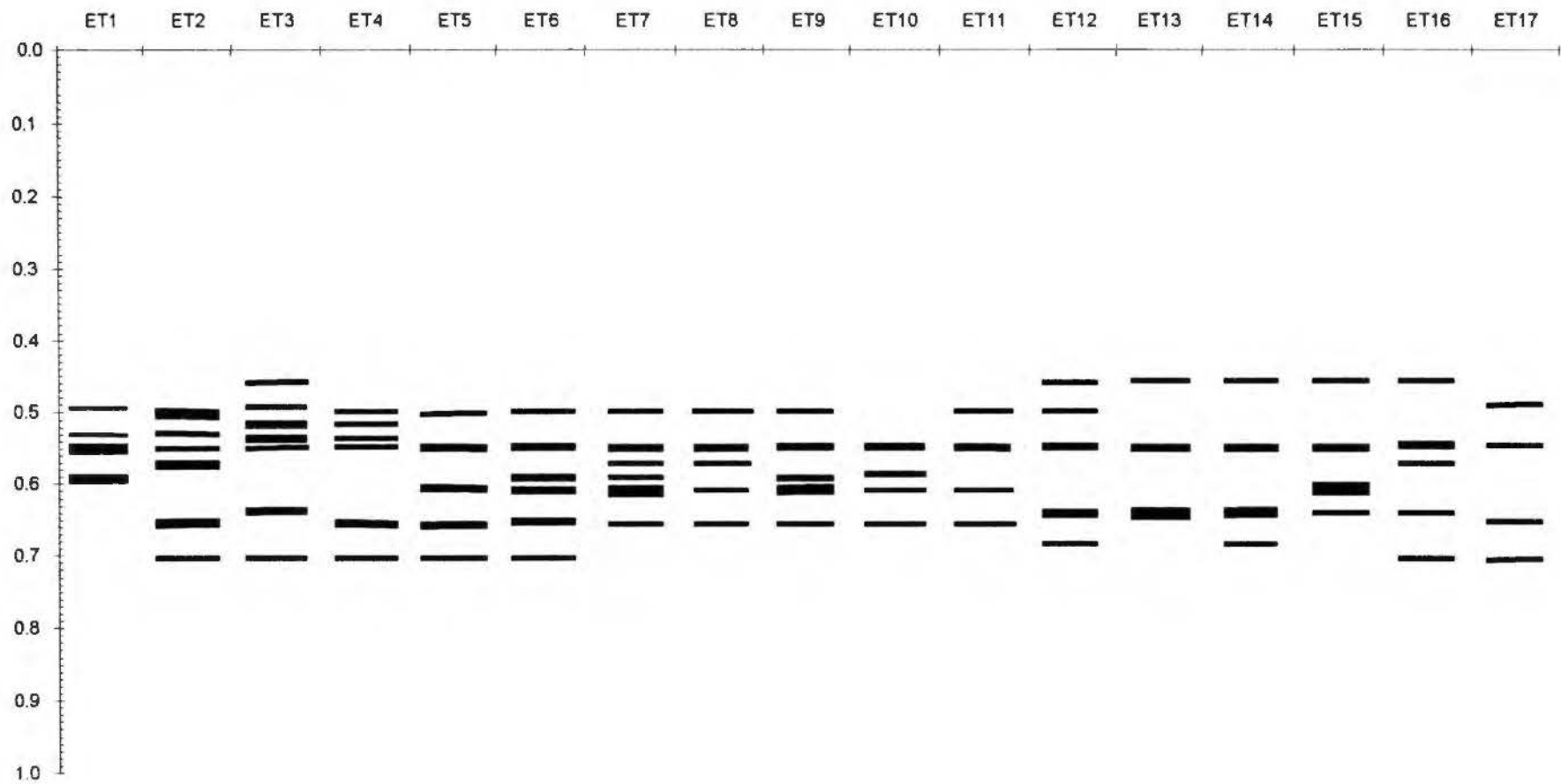


Figure 20 : Représentation schématique des isoestérases caractéristiques des bandes différentielles de Rf comprise entre 0,45 et 0,70 de 17 électrophorétypes (ET) obtenus à partir de 136 souches de *Colletotrichum* spp.

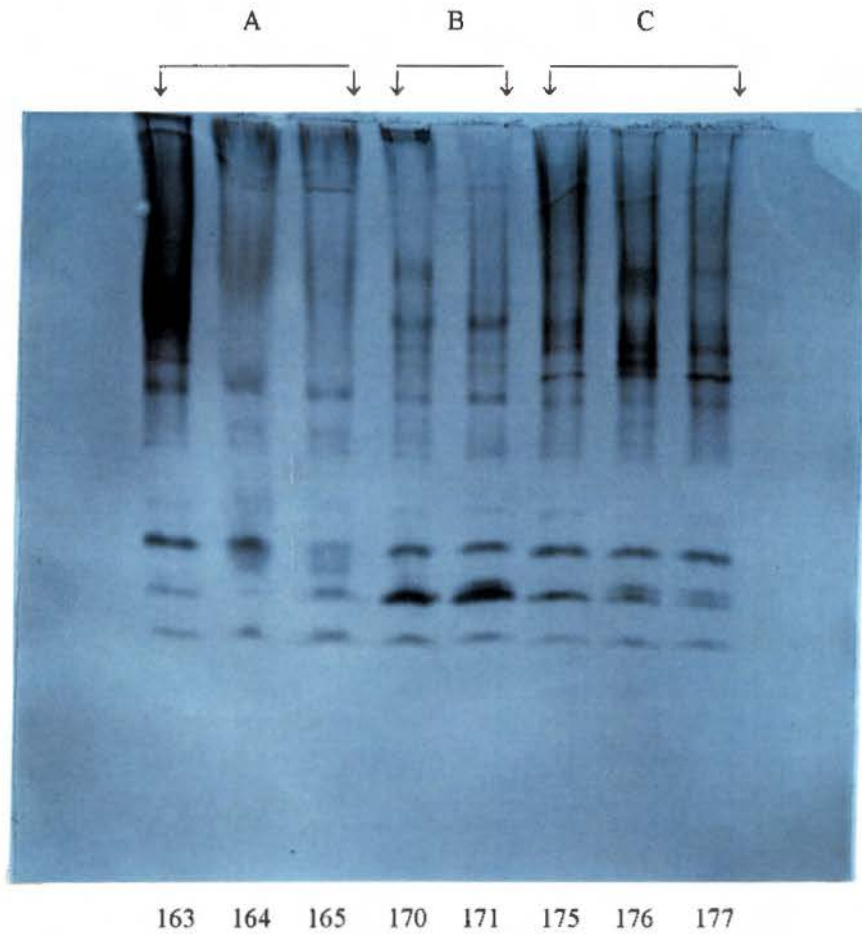


PLANCHE XII

VARIATION INTRA ISOLAT DES ZYMOGRAMMES D'ESTERASES MYCELIENNES DE *COLLETOTRICHUM* SPP. ASSOCIES A LA MALADIE DES TACHES BRUNES DU NIEBE A KAMBOINSE (BURKINA FASO). LES SOUCHES A (163, 164, 165), B (170, 171), C (175, 176, 177) PROVIENNENT CHACUNE D'UN MEME ISOLAT POPULATION.

2.2.2.3. Les souches du Burkina

Elles se présentent dans 13 électrophorétypes sur la base des résultats d'examen des bandes différentielles. Les 54 souches de Farako-bâ appartiennent dans leur quasi totalité (53) à l'électrophorétype 5. Seule la souche 002 appartient à l'électrophorétype 9 (planche XIII). Les souches de Kamboinsé appartiennent aux sept électrophorétypes que sont : ET5, ET6, ET7, ET8, ET9, ET10 et ET11 (planche XIII). Quant aux souches de Pobé produisant des acervules et conidies falciformes, elles sont réparties dans les huit électrophorétypes suivants : ET5, ET11, ET12, ET13, ET14, ET15, ET16 et ET17 (planche XIV). Les souches particulières de Pobé ont montré un électrophorétype différent (non illustré).

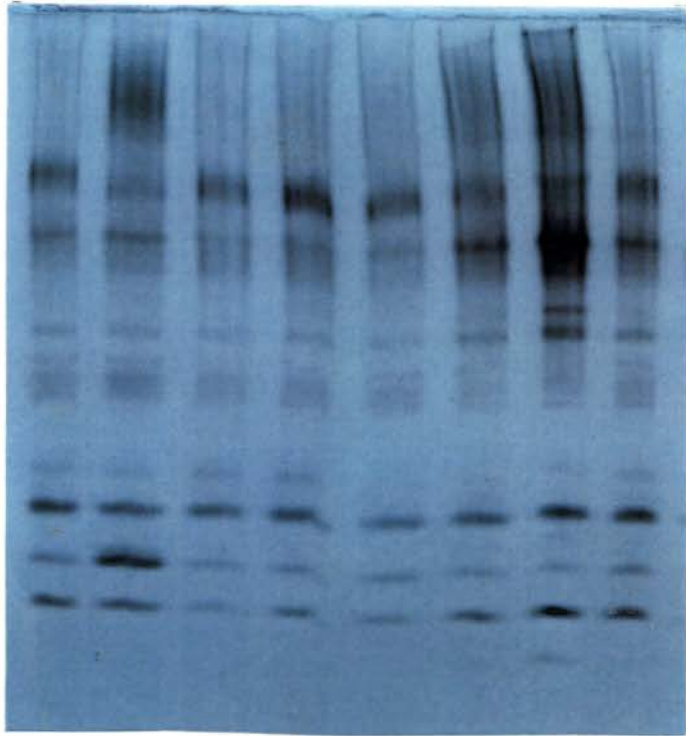
Ces résultats permettent de voir qu'il y a eu une faible variation des profils d'estérases entre les souches du groupe de Farako-bâ qui présentent une homogénéité. A Kamboinsé par contre, il y a un nombre plus élevé de profils. Le profil ET6 est mis en évidence pour le plus grand nombre de souches de cette localité. A Pobé, un grand nombre de profils est mis en évidence mais ces profils sont peu apparentés. Pour l'ensemble de ces souches du Burkina Faso, on remarque que seul le profil ET5 est retrouvé dans les trois localités.

2.2.2.4. Les souches étrangères

Elles ont montré des profils différents (Planche XV). Aucun de ces profils n'a été retrouvé pour les souches du Burkina Faso. L'isolat 96-34 de *C. capsici* (monospores 286 et 287) est différent des isolats 96-03 (monospore 283 et 284), 96-15 (monospores 292, 293, 294), 96-59 (monospores 290 et 291) de *C. truncatum* qui sont eux-mêmes différents (planche XV). Le profil électrophorétype 5 qui est commun aux souches des trois localités du Burkina Faso, est aussi obtenu avec les souches du Niger (planche XV). La souche du Nigeria présente un profil apparenté au type électrophorétype 2 et ressemble de ce fait à la souche 283 de *C. truncatum*.

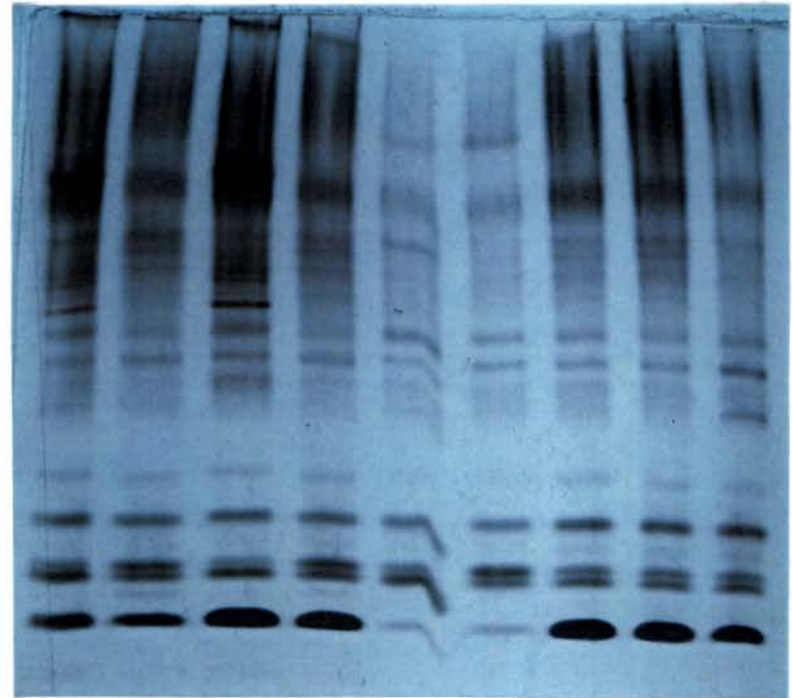
2.2.2.5. Analyse comparée de l'ensemble des souches

L'analyse factorielle des correspondances (AFC) réalisée sur les caractères biochimiques des 136 souches de *Colletotrichum* spp., a permis de les rassembler selon leurs ressemblances. L'annexe IX représente la classification automatique hiérarchique (CAH) issue de l'AFC. En ne tenant pas compte des souches étrangères, qui à l'exception de Niger 1



1 2 4 5 7 8 10 11

Photo 1 : Huit souches de Farako-bâ (Burkina Faso)

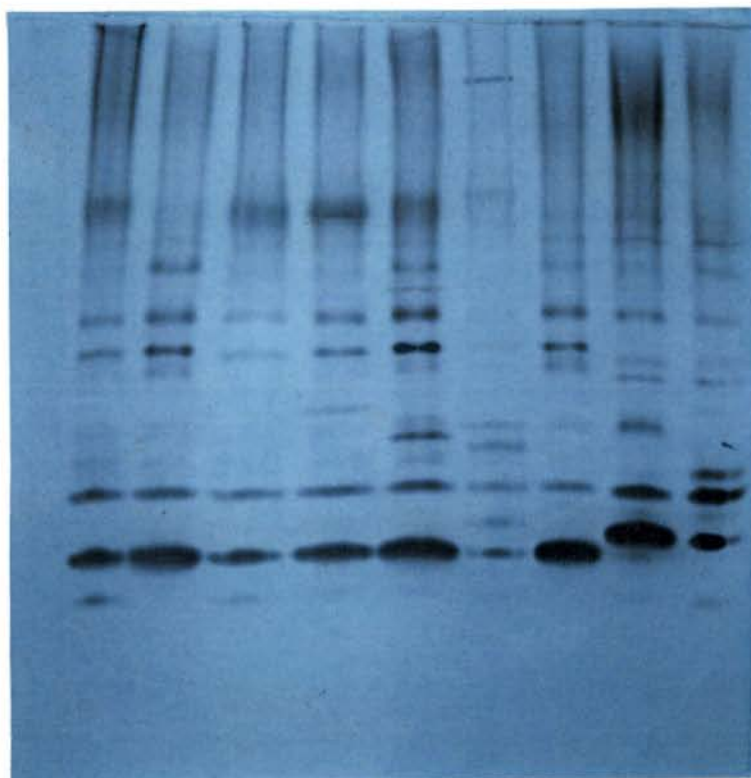


125 126 125 126 91 92 121 122 123

Photo 2 : Sept souches de Kamboinsé (Burkina Faso)

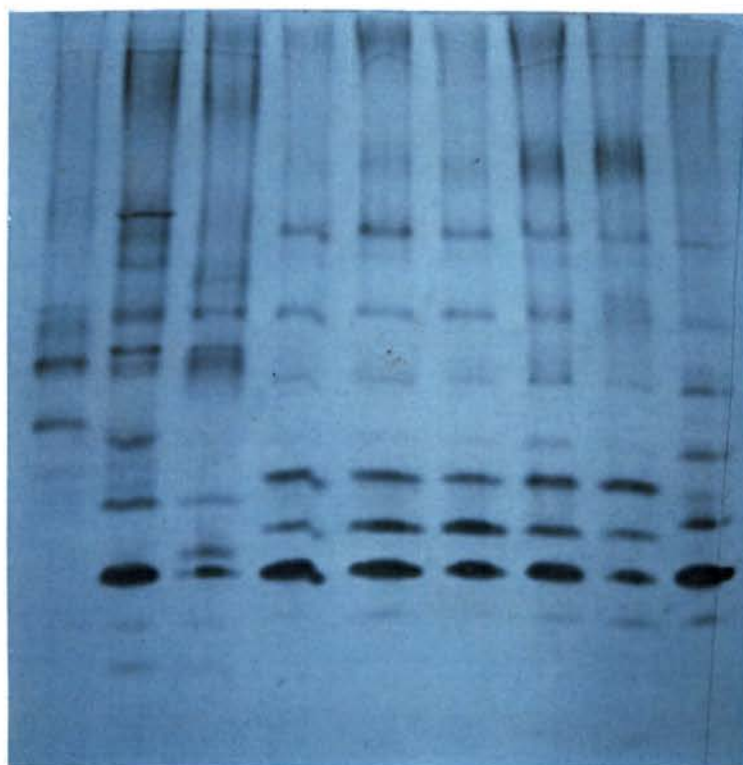
PLANCHE XIII

VARIATION INTER LOCALITE DES ZYMOGRAMMES D'ESTERASES MYCELIENNES DE SOUCHES DE *COLLETOTRICHUM* SPP. ASSOCIES A LA MALADIE DES TACHES BRUNES DU NIEBE A FARAKO-BA ET A KAMBOINSE (BURKINA FASO).



188 191 194 223 224 225 248 249 217

Photo 1 : Neuf premières
souches de Pobe
(Burkina Faso)



184 185 186 196 197 198 221 207 268

Photo 2 : Neuf autres
souches de Pobe
(Burkina Faso)

PLANCHE XIV

VARIATION INTRA LOCALITE DES ZYMOGRAMMES D'ESTERASES MYCELIENNES DE 18 SOUCHES DE *COLLETOTRICHUM* SPP. ASSOCIEES A LA MALADIE DES TACHES BRUNES DU NIEBE A POBE (BURKINA FASO).

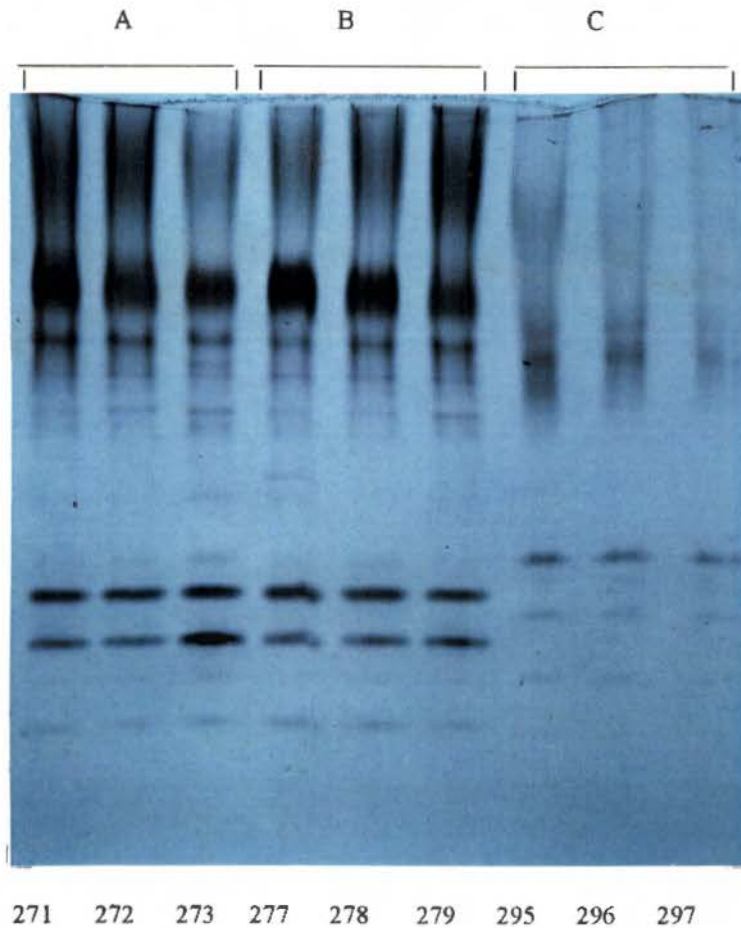


Photo 1 : Isolats du Niger et du Nigeria

A : trois monospores de l'isolat 1 du Niger

B : trois monospores de l'isolat 2 du Niger

C : trois monospores de l'isolat du Nigeria

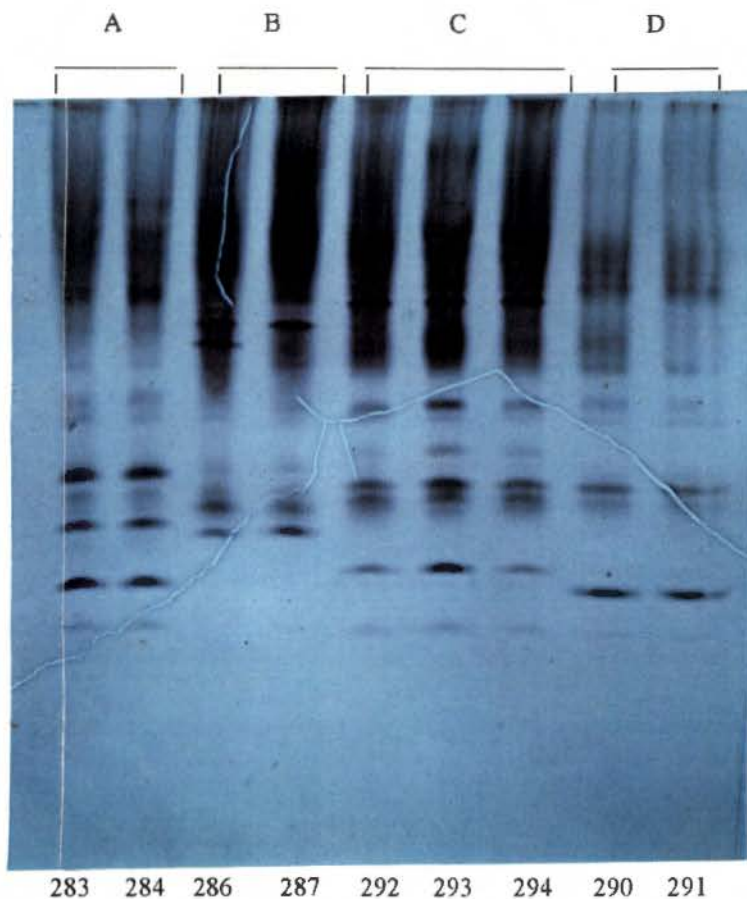


Photo 2 : Isolats de référence

A : deux monospores de l'isolat 96-03 (*C. truncatum*)

B : deux monospores de l'isolat 96-34 (*C. capsici*)

C : trois monospores de l'isolat 96-15 (*C. truncatum*)

D : deux monospores de l'isolat 96-59 (*C. truncatum*)

PLANCHE XV

ZYMOGRAMMES D'ESTERASES MYCELIENNES DES SOUCHES DE *COLLETOTRICHUM* SPP. D'ORIGINE ETRANGERE PROVOQUANT LA MALADIE DES TACHES BRUNES DU NIEBE.

et de Niger 2 ne sont pas associées aux souches du Burkina, on peut raisonnablement couper l'arbre de la CAH pour former quatre classes principales. La classe I comprend 75 souches issues de trois localités et des trois variétés. Les 53/54 souches de Farako-bâ, 10/47 de Kamboinsé, 12/29 de Pobé ainsi que les deux souches du Niger se regroupent dans une sous-classe I-1. Une sous-classe I-2 est constituée exclusivement de 22 souches de Kamboinsé. La classe II renferme la souche 002 de Farako-bâ et les 15 autres souches de Kamboinsé. Les 17 autres souches de Pobé sont plus différentes entre elles, elles forment la classe III pour 14 souches isolées sur la variété TN121-80-7 et la classe IV pour trois souches isolées sur la variété K VX398-7-1. La souche de référence de *C. capsici* se distingue de l'ensemble des 135 autres souches en constituant une classe à part. Les souches 295 du Nigeria et 283 de *C. truncatum* sont aussi apparentées et constitueraient aussi une classe, de même que la deuxième souche de *C. truncatum* (290) qui se différencie de la première et des autres souches.

2.2.2.6. Conclusion partielle

Les résultats des caractères biochimiques, utilisés pour la différenciation des 130 souches de *Colletotrichum* spp. associés à la maladie des taches brunes du niébé au Burkina Faso, ont permis de confirmer l'influence des localités d'isolement sur la variabilité de ces souches qui a été mise en évidence aussi bien par les caractères biomorphologiques que biométriques. Les souches isolées à Farako-bâ, Kamboinsé et Pobé ont montré des ressemblances entre elles ; il est à souligner que nombre de souches de Kamboinsé se ressemblent aussi exclusivement entre elles. Ce phénomène est aussi noté à Pobé où cependant les cas de dissemblance sont plus importants. Comme pour les caractères biomorphologiques et biométriques, l'origine variétale des souches semble être un critère secondaire de classification. Ceci est surtout vrai pour les souches isolées à Pobé. L'analyse des isoenzymes d'estérase a permis la séparation des deux souches de *C. truncatum*, chose qui n'avait pas été possible aussi bien avec les caractères biomorphologiques que biométriques. Elle a aussi permis de distinguer la souche de référence de *C. capsici* des deux souches de *C. truncatum* et de l'ensemble des autres souches. Ces différenciations n'avaient pas été possible avec les caractères biomorphologiques. L'usage des caractères biométriques avait néanmoins permis de distinguer *C. capsici* des deux souches de *C. truncatum* qui appartenaient toutes au même groupe biométrique. Ces résultats permettent de conclure à l'existence de quatre groupes biochimiques bien distincts rassemblant les 130 souches de *Colletotrichum* spp. associées à la maladie des taches brunes du niébé au Burkina Faso.

2.2.3. Caractéristiques du pouvoir pathogène

2.2.3.1. Mise en évidence de groupes pathogéniques

Une semaine après les inoculations, les variétés K VX 61-1 et TVX 3236 sont celles qui ont présenté le plus de maladie lorsqu'on considère leur réaction à l'ensemble des souches (Tableau XIX).

Tableau XIX : Sévérité de la maladie des taches brunes 7 et 14 jours après inoculation (j.a.i.) sur des plantules de deux semaines de sept variétés de niébé par 20 souches de *Colletotrichum* spp.

Variétés	Indices d'infection (%)	
	7 j.a.i	14 j.a.i
TVX 3236	12,98 (7,46) A*	17,01 (9,79) A*
K VX 61-1	14,56 (8,37) A	21,31 (12,30) AB
TN 121-80-7	5,59 (3,20) B	11,84 (6,80) ABC
K VX 397-9-11	5,26 (3,01) B	10,78 (6,19) BC
KN1	3,75 (2,15) BC	6,84 (3,92) C
K VX 398-7-1	2,04 (1,17) C	3,15 (1,80) D
Locale Moussa	2,17 (1,24) C	7,17 (4,11) C

() : Les chiffres entre parenthèses représentent les données transformées des indices d'infection en $\arcsin \sqrt{x}$ sur lesquelles ont porté les analyses de variance, x représentant les pourcentages d'infection.

* : Les moyennes d'une même colonne ayant la même lettre alphabétique ne sont pas significativement différentes au seuil $\alpha = 0,05$.

Les deux autres variétés du groupe des variétés « résistantes » (KN1 et locale Moussa) ont pendant ce temps été faiblement attaquées par l'ensemble des 20 souches. Les variétés TN121-80-7, K VX 397-9-11 et K VX 398-7-1 à partir desquelles ont été isolées les souches du Burkina Faso ont d'une manière générale, aussi présenté une sensibilité faible à l'ensemble des 20 souches.

Au 14^e j.a.i., on constate une augmentation sensible de la sévérité de la maladie marquée par l'augmentation des indices de sévérité de chacune des sept variétés (Tableau XIX).

Les taux de progression de la maladie calculés selon la formule de Van der Plank (1968) sont relativement faibles. Il a été légèrement plus élevé au niveau de la variété locale Moussa (Tableau XX).

Tableau XX : Taux de progression de la maladie des taches brunes du niébé en chambre de culture entre la première et la deuxième semaine après inoculation par vingt souches de *Colletotrichum* spp. sur sept variétés de niébé

Variétés	Taux de progression
TVX 3236	0,045
KVX 61-1	0,066
TN 121-80-7	0,116
KVX 397-9-11	0,111
KVX 398-7-1	0,090
KN1	0,063
Locale Moussa	0,178

L'analyse de la réaction de chacune des variétés à chaque souche a révélé l'existence de réactions différentielles entre ces variétés et la virulence de ces souches de *Colletotrichum* aussi bien au 7^e qu'au 14^e j.a.i. La synthèse de ces réactions figure dans les tableaux XX et XXII. A l'observation du 7^e j.a.i, les variétés KN1 et Locale Moussa du groupe de celles choisies pour leur « résistance » à la maladie des taches brunes se sont révélées résistantes à très résistantes à la majorité des souches utilisées. Cette résistance a été cependant modérée par KN1 vis-à-vis de la souche 215 et pour Locale Moussa vis-à-vis de la souche 270.

Tableau XXI : Réactions différentielles sept jours après inoculation entre 20 souches de *Colletotrichum* spp. et sept variétés de niébé

Souches de <i>Colletotrichum</i> spp.	Réaction à l'infection							Groupes pathogéniques
	Variétés de niébé							
	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	
002	TS	S	TR	S	TR	R	R	1
221	S	S	TR	MR	IM	TR	TR	2
223	S	S	R	R	TR	TR	R	3
286	S	S	TR	TR	TR	TR	TR	3
271	MR	S	MR	R	TR	TR	TR	4
059	MR	MR	MR	TR	TR	TR	TR	5
214	MR	MR	TR	R	TR	TR	TR	6
207	MR	R	TR	TR	TR	TR	TR	7
283	MR	R	TR	R	TR	R	TR	7
295	R	TR	R	TR	IM	IM	IM	10
215	R	MR	TR	TR	TR	MR	TR	10
191	TR	R	TR	TR	TR	TR	IM	10
292	TR	TR	TR	R	TR	TR	TR	10
216	TR	TR	TR	TR	TR	TR	IM	10
218	TR	TR	R	TR	TR	TR	TR	10
270	TR	TR	TR	TR	TR	TR	MR	10
122	TR	TR	TR	TR	TR	TR	TR	10
289	TR	TR	R	TR	TR	TR	IM	10
093	TR	TR	R	TR	TR	TR	IM	10
184	IM	IM	TR	TR	TR	TR	IM	10

IM = Immune ; TR = Très résistante ; R = Résistante ; S = Sensible ; TS = Très sensible ; MR = Modérément résistante.

V1 = TVX 3236 ; V2 = KVX 61-1 ; V3 = TN 121-80-7 ; V4 = KVX 397-9-11 ; V5 = KVX 398-7-1 ; V6 = KN1 ; V7 = Locale Moussa.

La troisième variété de ce groupe (TVX 3236) a pendant ce temps montré une sensibilité à la virulence des souches 002 (Farako-bâ), 221 et 223 (Pobé) et 286 (*C. capsici* de référence). Elle a aussi présenté une résistance modérée aux souches 271 (Niger), 059 (Farako-bâ), 207 et 214 (Pobé) et 283 (*C. truncatum*). Sa résistance n'a été notée que face aux 11 autres souches utilisées.

La variété témoin sensible K VX 61-1 s'est montrée sensible aux souches 002 (Farako-bâ), 221 et 223 (Pobé), 271 (Niger) et 286 (*C. capsici* de référence) (Tableau XIX). Elle a été modérément résistante aux souches 214 et 215 de Pobé et 059 de Farako-bâ. Elle n'a par contre été sensible ni à aucune des deux souches de Kamboinsé, ni aux trois souches de *C. truncatum*, ni à la souche du Nigeria et aux six autres souches de Pobé.

Parmi les trois variétés d'isolement des souches du Burkina, seule la variété K VX 397-9-11 a été sensible à la virulence de la souche 002 de Farako-bâ qui avait été isolée sur la variété TN 121-80-7 (Tableau XIX). La variété TN 121-80-7 a présenté une réaction de résistance modérée aux souches 271 (Niger) et 059 (Farako-bâ), cette dernière étant isolée sur K VX 397-9-11, qui lui est très résistante. Cette même réaction de résistance modérée a été observée lors de l'interaction entre la variété K VX 397-9-11 et la souche 221 de Pobé, K VX 397-9-11 étant l'hôte d'isolement de cette souche.

Toutes ces observations d'interactions différentielles entre les sept variétés et les 20 souches une semaine après les inoculations, permettent la mise en évidence de 10 groupes pathogéniques (Tableau XXI). Leur identification est fondée sur la prise en compte de trois niveaux de sensibilité/résistance des plantes à ces différentes souches de *Colletotrichum* spp. A l'instar de Emechebe (1986) les plantes immunes, très résistantes ou résistantes à une souche donnée de pathogène ont été classées dans le lot des plantes résistantes. Celles sensibles ou très sensibles sont considérées comme sensibles. Le troisième niveau de sensibilité/résistance concerne les plantes ayant manifesté un niveau de résistance modérée à une souche donnée de pathogène. La souche 002 de Farako-bâ appartient au groupe 1 et se différencie de la deuxième souche de cette localité (059) qui représente le groupe 5. Les deux souches de Kamboinsé (091 et 122) appartiennent au groupe 10 qu'elles constituent avec les souches 289 et 292 de *C. truncatum*, 295 du Nigeria et les souches 191, 216, 218, 270, 184 de Pobé. Les cinq autres souches de Pobé représentent chacune les groupes 2 (221), 3 (223) 6 (214), 7 (207) et 8 (215). Quant aux trois autres souches étrangères, elles sont réparties dans les groupes pathogéniques 10(289), 3(286) et 4(271).

Les résultats des interactions différentielles entre les sept variétés et les 20 souches de *Colletotrichum* spp. deux semaines après les inoculations figurent dans le tableau XXII.

Tableau XXII : Réactions différentielles 14 jours après inoculation entre 20 souches de *Colletotrichum* spp. et sept variétés de niébé

Souches de <i>Colletotrichum</i> spp.	Réaction à l'infection							Groupe pathogénique
	Variétés de niébé							
	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	
002	TS	TS	MR	S	TR	R	TR	1
221	S	TS	MR	MR	IM	R	TR	2
223	S	TS	R	MR	TR	TR	TR	3
286	S	S	R	TR	TR	R	MR	4
271	S	TS	MR	R	TR	TR	R	5
059	S	S	S	MR	TR	TR	R	6
214	MR	S	R	R	TR	R	R	7
207	MR	R	TR	R	TR	R	R	8
283	MR	R	MR	MR	TR	R	R	9
295	R	TR	MR	TR	TR	TR	R	10
215	R	MR	R	R	TR	S	R	11
191	TR	R	R	TR	R	TR	TR	12
292	TR	R	R	MR	TR	S	MR	13
216	TR	TR	R	R	TR	TR	R	12
218	TR	TR	R	TR	TR	R	R	12
270	TR	TR	MR	TR	TR	MR	MR	14
122	TR	TR	MR	R	TR	TR	R	15
289	TR	TR	R	MR	RT	TR	TR	16
093	TR	TR	MR	R	TR	TR	TR	15
184	IM	TR	R	TR	TR	TR	TR	12

IM = Immune ; TR = Très résistante ; R = résistante ; S = sensible ; TS = Très sensible ; MR = Modérément résistante.

V1 = TVX 3236 ; V2 = K VX 61-1 ; V3 = TN 121-80-7 ; V4 = K VX 397-9-11 ; V5 = K VX 398-71 ; V6 = KN1 ; V7 = Locale Moussa.

Ces résultats permettent de voir que le groupe des variétés choisies pour leur « résistance » à la maladie se caractérise par l'apparition de la sensibilité de la variété TVX 3236 à la deuxième souche de Farako-bâ (059) et de celle de la KN1 aux souches 215 (Pobé) et 292 (*C. truncatum*). Cette dernière variété s'est montrée modérément résistante à la souche 270. La troisième variété de ce groupe (Locale Moussa) a présenté une réaction de résistance modérée suite à son infection par la souche 286 (*C. capsici* de référence), la souche 292 et la souche 270.

La variété témoin sensible (K VX 61-1) a aussi présenté une évolution de sa réaction en devenant sensible aux souches 059 (Farako-bâ) et 214 (Pobé). Parmi les trois variétés à partir desquelles les souches du Burkina ont été isolées, TN 121-80-7 est devenue sensible à la souche 059 de Farako-bâ, modérément résistante aux souches 002 (Farako-bâ) et 221 (Pobé). La deuxième variété de ce groupe K VX 397-9-11 est devenue sensible à la souche 002 de Farako-bâ et modérément résistante aux souches 059 (Farako-bâ), 223 (Pobé), 283, 289 et 292 de *C. truncatum*. Il n'y a eu aucune évolution notable de la réaction de la variété K VX 398-7-

1 à chacune des souches de *Colletotrichum* à l'observation du 14 j.a.i. L'analyse de toutes ces observations permet de dégager 16 groupes pathogéniques dont 10 avec les souches du Burkina Faso (Tableau XXII).

Une distinction apparaît entre la souche 223 de Pobé (groupe 3) et la souche de référence de *C. capsici* (groupe 4). Ces deux souches appartenaient au même groupe pathogénique à l'observation du 7^e j.a.i. Les deux souches de Kamboinsé (091 et 122) forment à elles seules le groupe 15, se différenciant ainsi des deux souches de *C. truncatum*, de la souche du Nigeria et de cinq souches de Pobé avec lesquelles elles formaient le même groupe pathogénique 10 à l'observation du 7^e j.a.i. Les souches de Pobé ont montré une variation importante de leur virulence sur les différentes variétés de niébé utilisées. Les souches 214, 207, 215 et 270 de cette localité représentent chacune respectivement les groupes pathologiques 7, 8, 11 et 14, tout comme les souches 221 et 223 qui forment chacune les groupes 2 et 3. Les quatre autres souches de Pobé (184, 191, 216 et 218) constituent le groupe pathogénique 12. Quant aux souches étrangères, on remarque qu'elles sont toutes différentes les unes des autres et forment chacune un groupe pathogénique distinct.

2.2.3.2. Recherche de corrélations entre les caractères biométriques et le pouvoir pathogène

Nous avons voulu aussi savoir s'il existait une quelconque relation entre les différents caractères biométriques et le pouvoir pathogène des 20 souches de *Colletotrichum* spp. Le calcul des coefficients de corrélation entre ces différents caractères et le pouvoir pathogène a permis d'obtenir les résultats du tableau XXIII. Il se dégage de ces résultats que seule la sévérité de la maladie sur la variété K VX 61-1 présente une corrélation positive avec le diamètre de croissance des colonies des souches utilisées. Cette corrélation à peine perceptible avec les résultats du 7^e j.a.i. devient plus marquée à l'observation du 14^e j.a.i.

Tableau XXIII : Corrélation entre les différents caractères biométriques des 20 souches de *Colletotrichum* spp. et la sévérité de la maladie des taches brunes 7 et 14 j.a.i.

Variétés	7 j.a.i.			14 j.a.i.		
	Long ¹	Larg ²	DC ³	Long ¹	Larg ²	DC ³
TVX 3236	0,129*	-0,050	0,208	0,112	-0,129	0,318
	0,338**	0,708	0,209	0,403	0,335	0,051
KVX 61-1	-0,063	-0,013	0,483	-0,051	0,094	0,537
	0,637	0,923	0,002	0,701	0,484	0,0005
TN121-80-7	0,149	-0,212	0,109	0,283	-0,188	0,009
	0,370	0,199	0,514	0,084	0,258	0,953
KVX 397-9-1	0,178	-0,015	0,197	0,236	-0,151	0,245
	0,283	0,925	0,234	0,153	0,362	0,138
KVX 398-7-1	-0,202	0,427	-0,131	-0,187	0,160	-0,099
	0,221	0,007	0,430	0,258	0,335	0,553
KNI	-0,229	0,355	-0,059	-0,230	0,337	-0,189
	0,166	0,028	0,723	0,164	0,038	0,255

1 : Longueur des conidies ; 2 : largeur des conidies ; 3 : diamètre de croissance des colonies ;

* : coefficient de corrélation ; ** : probabilité

2.2.3.3. Recherche de corrélation entre les caractères biochimiques et le pouvoir pathogène

En comparant les groupes pathogéniques et les classes définies par l'analyse électrophorétique auxquelles appartiennent les 20 souches, on constate que les souches 221, 223, 271, 059 de la classe I sont parmi les plus virulentes et que la souche 218 de la même classe est parmi les moins virulentes. Cette différence de virulence est retrouvée entre la souche 002 de Farako-bâ et les deux souches de Kamboinsé, toutes trois appartenant à la classe II. Il n'apparaît donc clairement pas de relation entre le pouvoir pathogène et les profils d'estérases

2.3. Discussion

Cette étude a clairement mis en évidence au point de vue biomorphologique et biométrique, des différences importantes entre les souches particulières de Pobé (214, 215, 216) et toutes les autres souches étudiées. En effet, elles en diffèrent par la forme des conidies et l'absence d'acervules typiques, deux critères majeurs de distinction des espèces du genre *Colletotrichum*, mais également par leur appartenance à des groupes différents pour tous ces

caractères utilisés. Ces dissemblances nous conduisent à l'idée d'un nouveau taxon de *Colletotrichum*, peut être de niveau spécifique, pour ces souches particulières, ainsi que l'a suggérée la CABI-BIOSCIENCE.

Pour toutes les autres souches du Burkina Faso, deux points communs sont observés : la présence d'acervules typiques et la forme incurvée des spores. Mais l'étude d'un grand nombre de souches a permis de démontrer qu'il existe une très grande plasticité pour les caractères biomorphologiques, biométriques et biochimiques. Pour les souches du Burkina, cette plasticité semble d'abord être influencée par la localité puis par la variété d'isolement, ce qui est particulièrement évident dans les analyses intralocalités. A Farako-bâ, les souches semblent plus stables pour les trois caractères. A Kamboinsé, les souches sont morphologiquement proches de celles de Farako-bâ mais elles présentent des profils enzymatiques plus variés. C'est à Pobé dans le Sahel que la plus grande diversité est observée pour les souches et ce, pour chacun des groupes de caractères. Pour expliquer l'effet variété d'isolement, il faudrait invoquer un crible variétal s'appliquant aux populations de *Colletotrichum* présentes en un lieu donné et se traduisant par une sorte de mémoire de leur variété de provenance, conservée par les souches.

Les souches de référence de *C. capsici* et *C. truncatum* se différencient par les caractères biochimiques et biométriques, mais ne peuvent être distinguées sur la base des caractères biomorphologiques. Cette observation ne constitue pas une surprise dans la mesure où d'une manière générale, les cas de séparations interspécifiques entre des espèces de *Colletotrichum* morphologiquement proches sont rares. Il existe cependant quelques cas de séparation des espèces morphologiques proches tels que révélés par les travaux de Barbara (1990), de Denoyes et Baudry (1995), de Adaskaveg et Hartin (1997). Ils ont pu distinguer sur la base de caractères morphologiques et culturales, les espèces *acutatum*, *gloeosporioides* et *fragariae* de *Colletotrichum*, toutes responsables de l'antracnose du fraisier. Les travaux de Roberts et Snow (1990) sur coton et piment ont aussi permis, sur la base de l'utilisation des caractères morphologiques, de séparer l'espèce *C. capsici* de l'espèce *C. indicum* dont les conidies sont morphologiquement proches. Ils ont conclu que *C. indicum* devrait alors être considéré comme synonyme de *C. capsici*. Les souches de référence ne se distinguent nettement des souches du Burkina Faso qu'à travers les profils d'estérases. On constate par ailleurs que les souches du Niger ne se rattachent à la souche de référence de *C. capsici* que par les caractères biométriques, alors qu'elles sont simulaires sur les plans biomorphologique et biochimique à

la majorité des souches de Farako-bâ et à certaines souches de Kamboinsé et de Pobé. D'un autre côté, la souche du Nigeria ne diffère pas de certaines souches de Farako-bâ, Kamboinsé et Pobé à partir des caractères biométriques, ni de la souche de référence de *C. capsici* et la souche 283 de *C. truncatum* par les caractères biomorphologiques, mais son profil d'estérases ne ressemble qu'à celui de la souche 283 de *C. truncatum*.

Tout se passe comme si pour les différents caractères, les souches à acervules et à spores falciformes étudiées évoluent indépendamment. Il apparaît clairement qu'aucun des caractères utilisés dans la littérature et étudiés ici (caractères biochimiques compris) ne ressort de manière pertinente pour justifier la distinction nette de *C. capsici* et de *C. truncatum*. Nous formulons donc la proposition de maintenir toutes les souches étudiées produisant des acervules typiques et des conidies falciformes dans le complexe *C. capsici/C. truncatum*.

En analysant les résultats de caractéristiques du pouvoir pathogène, on constate que toutes les 20 souches de *Colletotrichum* spp. utilisées ont provoqué la maladie des taches brunes sur au moins une des variétés de niébé utilisées. La variété TVX 3236 n'a pas confirmé sa « résistance » jusque là généralement observée au champ. Elle s'est montrée sensible ou très sensible aux souches de Farako-bâ, à quelques souches de Pobé, à la souche de référence *C. capsici* et à la souche du Niger. La résistance de cette variété qui avait été mise en évidence par de nombreux travaux antérieurs dont les nôtres (Séréme, 1992 ; IITA, 1983 ; Emechebe, 1986 ; Twumasi et Hossain, 1994), paraît donc peu stable. Dans nos travaux antérieurs, cette variété avait aussi montré une résistance à l'infection de ses semences par *C. capsici* dans les stations de Farako-bâ, Kamboinsé et Pobé et confirmé une résistance au champ dans ces trois stations (INERA, 1991, Séréme et Mathur, 1996). Cependant, elle avait montré une résistance limitée à l'infection de ses semences par le pathogène dans la station de Kouaré à l'Est du pays (Séréme et Mathur, 1996). Nous avons alors émis l'hypothèse de l'existence des souches différentes du pathogène dans le pays pour expliquer le phénomène observé. Cette hypothèse se confirme donc avec les résultats de ces présents travaux, marqués par des manifestations de virulence des souches utilisées sur les variétés TVX 3236, K VX 61-1, TN 121-80-7, K VX 397-9-11 et KN1 et la mise en évidence au sein des souches de plusieurs groupes pathogéniques. Signalons aussi que le premier cas d'observation de la sensibilité à *C. capsici* de la variété TVX 3236 a été signalé par Emechebe avec une souche du pathogène isolée au sud Nigeria (Emechebe, 1986).

Avec nos présents résultats, c'est aussi la première fois que la sensibilité de la variété KN1 à la maladie des taches brunes est mise en évidence. Cette observation présente un intérêt particulier dans la mesure où elle montre que la résistance de KN1 n'est pas stable et que sa sensibilité s'est exprimée par rapport à une des souches particulières de Pobé (214) et à la souche 292 de *C. truncatum*. Rappelons que l'espèce *C. truncatum* est en général peu agressive sur niébé (Emechebe, 1981a) comme ce fut le cas des souches 283, 289 et 292 sur les six autres variétés. La culture de la variété KN1 dans les zones à écologie dominée par l'espèce *C. truncatum* et les souches du type 214 de Pobé est donc à éviter, dans la mesure où cette variété y manifesterait une sensibilité à la maladie, compromettant ainsi son potentiel de production. La variété Locale Moussa est la seule du groupe des variétés connues résistantes qui présente une stabilité de résistance à l'ensemble des 20 souches utilisées. Elle semble donc posséder une résistance horizontale à cette maladie et son exploitation dans les différentes écologies de production du niébé au Burkina Faso présente les garanties de protection contre la maladie.

La variété K VX 398-7-1 issue du lot des variétés d'isolement est celle qui a présenté une stabilité de résistance à chacune des 20 souches de *Colletotrichum* spp. Elle offre également en plus de sa résistance au striga pour laquelle elle est proposée pour être cultivée dans les zones de pluviométrie comprise entre 300 et 900 mm, des garanties de résistance à la maladie des taches brunes.

La variété sensible K VX 61-1 issue du croisement entre TVX3236 et Locale Gorom, a confirmé sa sensibilité aussi bien à la souche de référence de *C. capsici*, aux deux souches de Farako-bâ, aux trois souches de Pobé qu'à la souche du Niger. Par contre, les deux souches de Kamboinsé, les trois souches de *C. truncatum*, la souche du Nigeria et les autres souches de Pobé ont provoqué très peu de maladie sur cette variété. Ces résultats présentent un intérêt dans la mesure où ils permettent de voir que les souches de Kamboinsé ont les mêmes réactions de virulence que les souches de *C. truncatum* sur cette variété, et qu'un rapprochement peut être fait entre ces résultats d'inoculation artificielle et ceux du champ. En effet, lors de l'évaluation des pertes de rendement en graines par la maladie des taches brunes du niébé en zones de savane soudano-sahélienne (Kamboinsé) et de savane soudanienne (Farako-bâ), les pertes de rendement dans la première zone sont restées très faibles par rapport à la seconde (Séréme et al., 1992). Parmi les hypothèses que nous avons évoquées pour expliquer cette différence, nous avons en plus de la manifestation tardive de la maladie dans

le site de Kamboinsé, évoqué la possibilité d'existence de souches différentes de pathogènes entre ces deux localités. Cette dernière hypothèse se trouve également vérifiée avec les résultats de ces présents travaux.

L'analyse de la réaction de chaque souche de *Colletotrichum* sp révèle que les variations entre les isolats monospores d'un même isolat population, mises en évidence lors de l'étude de leurs caractères biochimiques, se manifeste aussi au niveau de leur pouvoir pathogène. La virulence de la souche 214 de Pobé par rapport aux souches 215 et 216 illustre assez clairement ce constat. D'autre part, l'établissement d'une corrélation positive entre le diamètre de croissance des colonies des souches utilisées et la sévérité de la maladie de la variété K VX 61-1 traduit une corrélation entre la sporulation et la virulence de ces souches. Jhamarie et Ghemawart (1991) ont aussi observé le même phénomène entre la canne à sucre et *Colletotrichum falcatum*.

2.4. Conclusion à l'analyse de la diversité des *Colletotrichum* spp., agents de la maladie des taches brunes du niébé

Nos résultats d'analyse de la diversité des *Colletotrichum* spp., responsables de la maladie des taches brunes du niébé, ont permis de mettre en évidence une variabilité des différents caractères étudiés surtout pour le complexe *C. capsici/C. truncatum*. Aucun des caractères étudiés ne ressort de manière pertinente pour justifier la distinction nette entre *C. capsici* et *C. truncatum* qui constitue de notre point de vue un complexe. La diversité des caractères observés pour les différentes souches de *Colletotrichum* spp. est influencée par leur localité d'isolement. La grande variabilité à Pobé semble indiquer que les souches de cette localité sont des souches en ségrégation sous l'effet probable des conditions climatiques. Aucun des caractères étudiés ne semble être corrélé avec les groupes pathogéniques mis en évidence. A l'intérieur de chacune des espèces, on observe une grande variation de virulence des souches. Ces résultats montrent la difficulté de disposer d'une connaissance des populations existantes des pathogènes d'une localité et suggère que l'utilisation des variétés dites résistantes soit accompagnée d'un suivi de leur comportement dans le temps.

CHAPITRE III : EVALUATION DES METHODES DE LUTTE CONTRE LA MALADIE DES TACHES BRUNES

3.1. Introduction

Parmi les méthodes de lutte employées contre les maladies des cultures alimentaires au Burkina Faso, celle relative à l'utilisation de la résistance variétale est jusqu'à présent privilégiée pour les avantages qu'elle présente. Cependant, dans le cas du niébé, on note une utilisation de plus en plus importante de la protection chimique contre les attaques d'insectes sur la culture. Cette situation est liée à la mise au point par la recherche agricole de nombreuses variétés aux potentiels de rendement supérieurs à ceux des variétés locales et par le souci des producteurs burkinabè de mieux rentabiliser cette culture qui constitue de plus en plus une source de revenu monétaire pour beaucoup d'entre eux (Word bank, 1997b ; Ouédraogo et *al.*, 1997).

La culture du niébé est affectée au Burkina Faso par les principales maladies cryptogamiques que sont les taches brunes (*Colletotrichum capsici*), la gale (*Elsinoe phaseoli*), la pourriture cendrée ou sèche (*Macrophomina phaseolina*), la rhizoctoniose (*Rhizoctonia solani*), la Cercosporiose (*Cercospora* spp.) et la Septoriose (*Septoria* spp.) (INERA, 1991).

En vue d'assurer une protection durable de cette culture contre ces principales maladies cryptogamiques, nous avons cherché à diversifier les méthodes de lutte contre celles-ci. La maladie des taches brunes, thème principal du présent mémoire a été privilégiée. La source primaire de transmission de la maladie des taches brunes et des autres maladies importantes du niébé étant liée aux inocula portés par les semences (Allen et *al.*, 1981), les différentes méthodes pouvant permettre d'améliorer le statut sanitaire des semences nous ont paru utiles à identifier. Dans le souci de valoriser certaines pratiques paysannes de lutte contre les maladies cryptogamiques du niébé, nous nous sommes intéressé à l'effet de quelques produits locaux sur la réduction du taux de contamination des pathogènes dans les semences de niébé et aussi à leur effet sur la réduction des maladies transmises par ces semences. A l'instar des traitements insecticides, qui sont une pratique courante de protection du niébé produit en culture pure (CNRST, 1995b), nous pensons qu'une utilisation rationnelle de fongicides appropriés pourrait également permettre de réduire davantage les niveaux d'attaque des maladies de la culture et de dégager des surplus de production. A cet égard, l'amélioration de

l'état sanitaire des semences nous a paru une voie à privilégier puisque moins coûteuse et plus respectueuse de l'environnement.

Notre choix a porté sur le Benlate T20 dont l'efficacité a été établie sur la plupart des champignons du haricot (*Phaseolus vulgaris* L.) et du pois (*Pisum sativum* L.) transmis par les semences. Ce choix tient compte aussi du fait que le benomyl, un des constituants de ce composé a été utilisé en traitement des semences avec succès contre *C. capsici* au Nigeria (Alabi et al., 1986 ; Alabi et Emechebe, 1990). Le second constituant du Benlate T20 qu'est le thirame est un dithiocarbamate connu pour son effet inhibiteur sur les enzymes nécessaires à la germination des spores des champignons. Son utilisation n'entraîne pas l'apparition de souches résistantes des champignons pathogènes (Leroux, 1991), et il est efficace contre *C. capsici* en traitement des semences par la méthode du trempage (Alabi et al., 1986). L'utilisation minimale des fongicides en application foliaire au champ a aussi été étudiée.

Enfin, nous nous sommes intéressé à une analyse critique de la stabilité de la résistance génétique des variétés de niébé en voie de vulgarisation dans le pays.

En effet, avec l'optique de l'amélioration de la productivité du niébé, le programme de recherche sur cette spéculon au Burkina Faso a bâti sa stratégie sur la mise aux points de variétés adaptées aux conditions agroécologiques des différentes zones de production du pays. Ces variétés doivent répondre aux critères de résistance aux principales maladies, au *Striga gesnerioides*, à l'adaptation d'association de culture avec les céréales. L'identification et la mise au point de telles variétés ne peut s'accomplir que dans le cadre d'une collaboration entre les différentes sections du programme. C'est dans le but d'atteindre un tel objectif que sa section de pathologie (maladies cryptogamiques) mène depuis 1988 une évaluation régulière de la sensibilité à la maladie des taches brunes des lignées en cours de création et de variétés proposées à la vulgarisation.

Les résultats présentés portent sur l'évaluation de l'efficacité de trois savons dans la lutte contre la maladie des taches brunes du niébé, la mise au point d'une méthode d'utilisation raisonnée de la lutte chimique contre la maladie et une analyse de la stratégie d'utilisation des variétés résistantes à la maladie.

3.2. Résultats

3.2.1. Effet des produits locaux

3.2.1.1. Mise en évidence d'une activité inhibitrice des différents savons

L'activité inhibitrice des différents savons a été recherchée *in vitro* sur *C. capsici* (souche 042), *Elsinoe phaseoli*, *Rhizoctonia solani* et *Macrophomina phaseolina*. A cet effet, nous avons incorporé dans le milieu de culture à base de PDA, des quantités variables des différents savons, les témoins étant constitués du PDA contenant du benomyl et du PDA normal. La croissance des quatre champignons a été mesurée à un intervalle régulier de deux jours et cela sur six jours après leur incubation sur ces différents milieux à température ambiante.

D'une manière générale, tous les trois savons ont entraîné une réduction de la croissance mycélienne de *C. capsici* et des trois autres pathogènes comme l'illustrent les photos des planches XVI et XVII. Cette propriété de réduction de la croissance mycélienne des champignons est fonction de la concentration des savons utilisés comme le révèlent les résultats du tableau XXIV.

Tableau XXIV : Effet de différentes concentrations de savons sur la croissance *in vitro* de quatre pathogènes du niébé

Composition des milieux de culture	Diamètre moyen (mm) des colonies		
	2 ^e j.a.i.*	4 ^e j.a.i.*	6 ^e j.a.i.*
PDA normal	30,75 A**	49,69 A**	64,22 A**
PDA + 0,125 % de savon	28,52 B	46,52 B	59,04 B
PDA + 0,25 % de savon	19,84 C	40,72 C	53,14 C
PDA + 0,50 % de savon	10,40 D	21,55 D	33,15 D
PDA + 1 % de savon	06,86 E	11,48 E	15,89 E
PDA + 2 % de savon	04,53 F	06,45 F	07,56 F
PDA + benomyl à 0,1 %	04,00 G	04,00 G	04,00 G

* : j.a.i : nombre de jours après incubations ; ** : toutes les moyennes d'une même colonne suivies de lettres alphabétiques différentes sont différentes au seuil de 5 %.

Toutes les concentrations à tous les temps d'observation ont entraîné une baisse significative de la croissance mycélienne mais c'est la concentration 2 % de savon qui a permis d'obtenir la meilleure réduction du diamètre de croissance des champignons tandis que l'utilisation du benomyl inhibait totalement leur développement.

Les résultats de l'interaction entre les savons et leurs concentrations ont permis de comparer l'efficacité des savons entre eux et de déterminer pour chacun d'eux la concentration la plus inhibitrice à l'observation du 6^e jour après incubation (Tableau XXV).

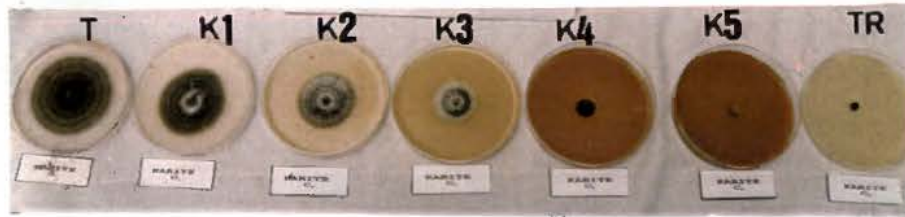


Photo 1 (G.A. DIASSO) : Effet du savon de karité aux concentrations de 0,125 % (K1), 0,25 % (K2), 0,5 % (K3), 1 % (K4), 2 % (K5) sur la croissance *in vitro* de *Colletotrichum capsici* (souche 042) après six jours d'incubation en présence de milieux de culture témoin absolu (TR) et témoin de référence (0,1 % de benomyl) (TR)



Photo 2 (G.A. DIASSO) : Effet du savon de *Balanites* aux concentrations 0,125 % (B1), 0,25 % (B2), 0,5 % (B3), 1 % (B4), 2 % (B5) sur la croissance *in vitro* de *Colletotrichum capsici* (souche 042) après six jours de d'incubation en présence de milieux de culture témoin absolu (T) et témoin de référence (0,1 % de benomyl) (TR)

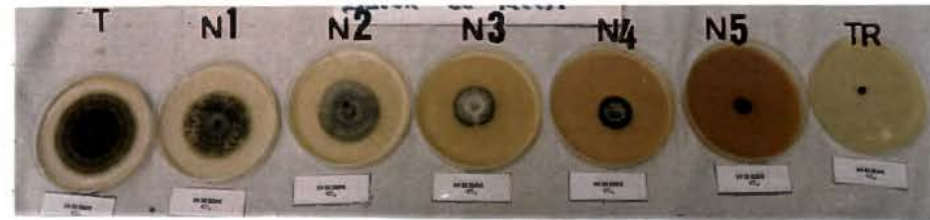


Photo 3 (G.A. DIASSO) : Effet du savon de neem aux concentrations 0,125 % (N1), 0,25 % (N2), 0,5 % (N3), 1 % (N4), 2 % (N5) sur la croissance *in vitro* de *Colletotrichum capsici* (souche 042) après six jours d'incubation en présence de milieux de culture témoin absolu (T) et témoin de référence (0,1 % de benomyl) (TR)

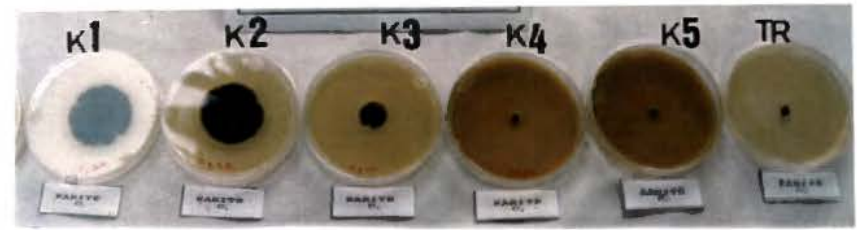


Photo 4 (G.A. DIASSO) : Effet du savon de karité aux concentrations 0,125 % (K1), 0,25 % (K2), 0,5 % (K3), 1 % (K4), 2 % (K5) sur la croissance *in vitro* de *R. solani* après six jours d'incubation en présence d'un témoin de référence (0,1 % de benomyl) (TR)

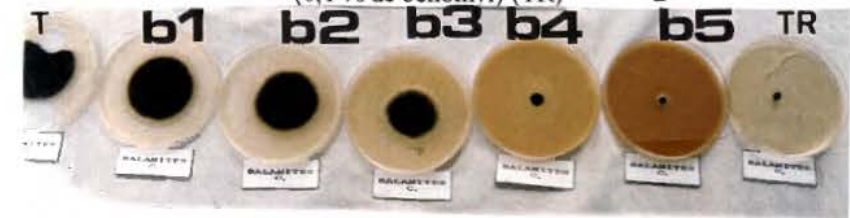


Photo 5 (G.A. DIASSO) : Effet du savon de *Balanites* aux concentrations de 0,125 % (b1), 0,25 % (b2), 0,5 % (b3), 1 % (b4), 2 % (b5) sur la croissance *in vitro* de *R. solani* après six jours d'incubation en présence de milieux de culture témoin absolu (T) et témoin de référence (0,1 % de benomyl) (TR)

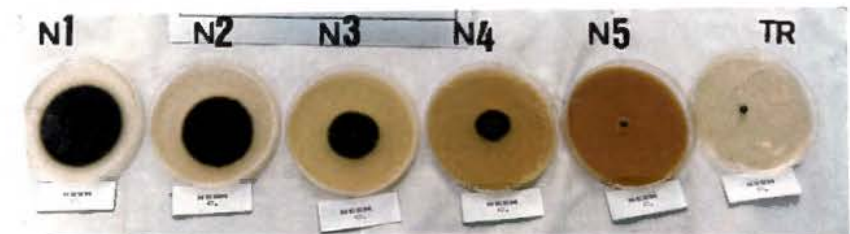


Photo 6 (G.A. DIASSO) : Effet du savon de neem aux concentrations 0,125 % (N1), 0,25 % (N2), 0,5 % (N3), 1 % (N4), 2 % (N5) sur la croissance *in vitro* de *R. solani* après six jours d'incubation en présence d'un témoin de référence (0,1 % de benomyl) (TR)

PLANCHE XVI

ACTIVITES INHIBITRICES DES SAVONS A BASE DE KARITE, DE *BALANITES*, DE NEEM SUR LA CROISSANCE DE *COLLETOTRICHUM CAPSICI* ET DE *RHIZOCTONIA SOLANI* EN CULTURE SUR PDA

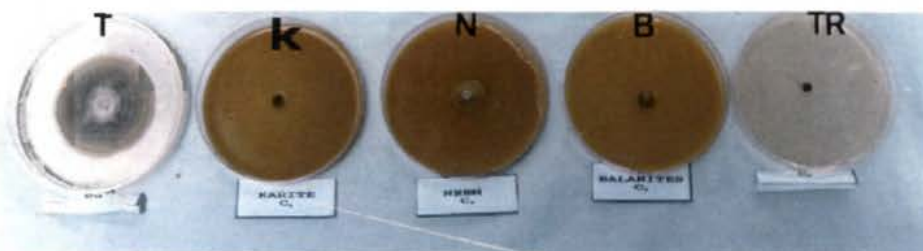


Photo 1 (G.A. DIASSO) : Influence des savons de karité (K), de neem (N), de *Balanites* (B) à la concentration de 2 % sur la croissance *in vitro* d'*Elsinoe phaseoli* après six jours d'incubation en présence de milieux de culture témoin absolu (T) et témoin de référence (0,1 % de benomyl) (TR)



Photo 2 (G.A. DIASSO) : Influence du savon de karité aux concentrations 0,125 % (K1), 0,25 % (K2), 0,5 % (K3), 1 % (K4), 2 % (K5) sur la croissance *in vitro* de *Macrophamina phaseolina* après six jours de culture en présence de milieux de culture témoin absolu (T) et témoin de référence (0,1 % de benomyl) (TR)

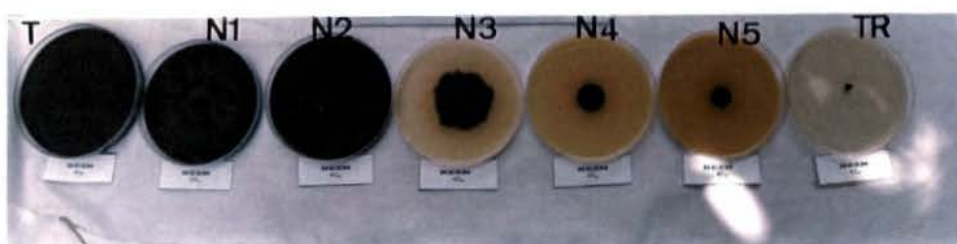


Photo 3 (G.A. DIASSO) : Influence du savon de neem aux concentrations 0,125 % (N1), 0,25 % (N2), 0,5 % (N3), 1 % (N4), 2 % (N5) sur la croissance *in vitro* de *Macrophamina phaseolina* après six jours de culture en présence de milieux de culture témoin absolu (T) et témoin de référence (0,1 % de benomyl) (TR)

PLANCHE XVII

ACTIVITES INHIBITRICES DES SAVONS A BASE DE KARITE, DE *BALANITES*, DE NEEM SUR LA CROISSANCE DE *EISINOE PHASEOLI* ET DE *MACROPHOMINA PHASEOLINA* EN CULTURE SUR PDA

Savon de karité

A partir de la concentration de 1 %, ce produit inhibe la croissance de *Rhizoctonia solani*. A la concentration de 2 %, la solution de savon de karité inhibe la croissance des colonies de *Elsinoe phaseoli* et de celle de *Macrophomina phaseolina*. La croissance de *Colletotrichum capsici* est aussi fortement réduite à cette concentration.

Savon de Balanites

A partir de 1 % de concentration, son activité inhibitrice est notée sur le développement de *C. capsici*. A cette même concentration, son effet inhibiteur est moins important sur la croissance des trois autres champignons. A 2 % de concentration, il inhibe la croissance des colonies de *C. capsici* et de *R. solani*.

Savon de neem

A partir de la concentration de 0,5 %, une réduction de moitié du diamètre de croissance des colonies de *M. phaseolina* est notée avec ce savon, mais son activité inhibitrice reste relativement faible sur le pathogène. Par contre, il a inhibé totalement la croissance de *Rhizoctonia solani* et fortement inhibé celle de *C. capsici*.

Tableau XXV : Effet de différentes concentrations de savons sur la croissance radiale de quatre champignons six jours après incubation

Produits et concentrations	Diamètre (mm)			
	<i>C.c.</i>	<i>E.p.</i>	<i>R.s.</i>	<i>M.p.</i>
PDA normal	67,13 A*	43,50 A*	61,25 AB*	85,00 A*
PDA + SK-0,125 %	55,63 B	34,25 CD	54,00 C	85,00 A
PDA + SK-0,250 %	43,88 C	32,25 D	44,50 D	74,50 B
PDA + SK-0,500 %	29,13 E	22,88 F	27,75 F	19,38 F
PDA + SK-1,000 %	15,13 G	12,75 G	04,00 H	10,50 H
PDA + SK-2,000 %	08,75 H	04,00 H	04,00 H	06,00 I
PDA + SN-0,125 %	53,15 B	40,00 AB	63,25 A	85,00 A
PDA + SN-0,250 %	44,38 C	39,88 AB	53,75 C	85,00 A
PDA + SN-0,500 %	32,38 D	28,38 E	39,00 E	42,00 D
PDA + SN-1,000 %	23,88 F	22,13 F	25,00 F	16,75 FG
PDA + SN-2,000 %	06,25 HI	12,50 G	04,00 H	13,25 GH
PDA + SB-0,125 %	53,88 B	40,50 AB	58,88 B	85,00 A
PDA + SB-0,250 %	47,00 C	36,63 BC	50,88 C	85,00 A
PDA + SB-0,500 %	33,38 D	26,00 E	40,75 E	56,75 C
PDA + SB-1,000 %	04,00 I	20,00 F	09,25 G	27,25 C
PDA + SB-2,000 %	04,50 I	10 G	04,00 H	13,50 GH
PDA + benomyl à 0,1 %	04,00 I	04,00 H	04,00 H	04,00 I
E.T.			2,19	
C.V. (%)			6,5	
Moyenne générale			33,86	

SK : Savon de Karité ; SN : Savon de neem ; SB : Savon de Balanites ; E.T. : Ecart-Type ; C.V. : Coefficient de Variation ; E.P. : *Elsinoe phaseoli* ; R. s. : *Rhizoctonia solani* ; M. p. : *Macrophomina phaseolina*. C.c. : *Colletotrichum capsici*.

Le milieu PDA a été utilisé comme milieu de culture.

Conclusion partielle

Chacun des trois savons a eu un effet inhibiteur sur la croissance d'au moins un des quatre pathogènes du niébé au Burkina Faso lorsqu'il est utilisé à la dose de 1 ou 2 %. A la dose de 2 %, *Colletotrichum capsici* se révèle être plus sensible au savon de *Balanites* qu'aux deux autres savons. *Elsinoe phaseoli* et *Macrophomina phaseolini* sont plus sensibles au savon de karité qu'à ceux de *Balanites* et de neem. Quant à *Rhizoctonia solani*, il a manifesté la même sensibilité aux trois savons.

3.2.1.2. Mise en évidence d'une activité fongistatique des différents savons

Afin de déterminer la nature de l'activité inhibitrice des différents savons sur la croissance mycélienne de *C. capsici*, nous avons transféré sur le milieu PDA normal les explantats gélosés préalablement incubés sur ces différents milieux de savons à différentes concentrations et sur lesquels *C. capsici* n'a pu se développer (Tableau XXVI).

Tableau XXVI : Croissance *in vitro* de *C. capsici* (souche 042) sur différents milieux de culture

Composition des milieux de culture	pH	Diamètre (mm)		
		2 ^e j.a.i.	4 ^e j.a.i.	6 ^e j.a.i.
PDA + Savon de karité à 2 %	7,44	0	0	0
PDA + Savon de karité à 3 %	7,35	0	0	0
PDA + Savon de karité à 4 %	7,72	0	0	0
PDA + Savon de karité à 5 %	7,84	0	0	0
PDA + Savon de neem à 2 %	7,22	0	0	0
PDA + Savon de neem à 3 %	7,45	0	0	0
PDA + Savon de neem à 4 %	7,61	0	0	0
PDA + Savon de neem à 5 %	7,76	0	0	0
PDA + Savon de <i>Balanites</i> à 2 %	7,16	0	0	0
PDA + Savon de <i>Balanites</i> à 3 %	7,39	0	0	0
PDA + Savon de <i>Balanites</i> à 4 %	7,85	0	0	0
PDA + Savon de <i>Balanites</i> à 5 %	7,79	0	0	0
PDA + benomyl à 0,1%	5,60	0	0	0
PDA normal	5,36	19,40 ±1,43	43,7 ± 1,79	63,4 ± 1,85

j.a.i. : nombre de jours après incubation

Le transfert de ces explantats gélosés sur PDA normal permet de noter une reprise de l'activité de croissance mycélienne du champignon dès l'observation du 2^e j.a.i. (Tableau XXVII).

Tableau XXVII : Croissance *in vitro* sur PDA d'explantats gélosés de *C. capsici* provenant de milieux de culture inhibiteurs de croissance

Origine des explantats de <i>C. capsici</i>	%	Croissance mycélienne (mm)		
		2 ^e jour après incubation	4 ^e jour après incubation	6 ^e jour après incubation
Savon de <i>Balanites</i>	2%	22,30±3,16	43,00±1,67	70,70±1,42
	3%	24,30±2,28	46,60±1,36	70,10±1,37
	4%	20,10±1,76	43,60±1,43	66,10±1,37
	5%	20,70±1,42	45,40±1,11	65,70±2,19
Savon de neem	2%	21,70±1,68	47,00±1,26	73,90±2,02
	3%	25,50±2,94	46,00±1,00	71,10±2,30
	4%	29,70±1,55	45,60±1,11	64,60±1,62
	5%	29,70±1,81	45,00±1,81	64,40±1,68
Savon de karité	2%	23,70±2,19	45,40±0,92	67,90±1,58
	3%	25,70±1,89	45,30±0,90	69,80±2,48
	4%	21,30±1,10	45,50±1,02	68,39±1,68
	5%	19,00±1,61	43,00±3,06	66,50±1,69
PDA + benomyl à 0,1 %		0	0	0
PDA normal		31,50±1,02	47,20±2,04	72,00±1,55

La souche 042 de *C. capsici* originaire de Farako-bâ a été utilisée. Il se dégage de ces résultats que l'activité des différents savons sur la croissance de *C. capsici* est une activité fongistatique et non fongicide.

3.2.1.3. Influence des savons sur la croissance de différentes souches de *Colletotrichum* spp.

Compte tenu de la variabilité importante des champignons du genre *Colletotrichum*, nous avons voulu savoir quel pouvait être l'effet de ces savons sur un nombre plus important de souches de *Colletotrichum* spp., agents de la maladie des taches brunes du niébé. Vingt souches dont les souches particulières de Pobé, des souches de *C. capsici* et de *C. truncatum* ont été utilisées. Les milieux PDA sur lesquels les différentes souches de pathogènes ont été

incubées contenaient les différents savons à la concentration de 2 % . La croissance des colonies de chaque souche a été observée sur six jours à un intervalle régulier de deux jours.

La figure 21 illustre les mesures en mm des diamètres de croissance des colonies de chaque souche en fonction du milieu et du temps d'incubation. A l'observation du 2^e jour après incubation, les savons de *Balanites* et de karité ont entraîné une inhibition de la croissance des mêmes souches de pathogènes (fig. 21A). Seule la souche 215 qui est une souche particulière de Pobé et la souche 289 de *C. truncatum* n'ont pas été inhibées à cette concentration par ces deux savons. Le savon de neem n'a permis d'inhiber que 14 des 20 souches utilisées dont la souche particulière 215 de Pobé.

La proportion de souches sensibles à chacun de ces savons a diminué avec le temps (fig. 21B et 21C). L'observation des résultats du 6^e j.a.i. (fig. 21C) permet de voir que la proportion de souches non sensibles est plus importante avec le savon de neem. Le savon de *Balanites* et de karité inhibent en commun 11 souches, mais c'est le savon de karité qui a inhibé le plus de souches. Sept souches dont la souche de référence de *C. capsici*, les souches particulières de Pobé (214 et 215), présentent une résistance commune à ces deux savons. Les souches 295 du Nigeria et particulière 216 de Pobé sont sensibles au savon de karité, alors qu'elles sont résistantes au savon de *Balanites*. Les souches 295 et 223 sont aussi sensibles au savon de neem.

Conclusion partielle

Plusieurs des souches de *Colletotrichum* ont réagi différemment aux trois savons utilisés tout comme chaque savon a eu une activité particulière sur la croissance des différentes souches de *Colletotrichum*. Le savon de karité a entraîné une meilleure activité inhibitrice sur la croissance d'un nombre important de souches de *C. capsici*. Le savon de *Balanites* a aussi permis d'inhiber la croissance d'un nombre élevé de souches de *C. capsici* par rapport au savon de neem.

3.2.1.4. Efficacité des produits en traitement des semences

L'analyse sanitaire des semences après traitement par les différents savons utilisés seuls ou en association à 2 % a permis de recenser *C. capsici* et d'autres pathogènes importants du niébé dont les pourcentages figurent dans le tableau XXVIII.

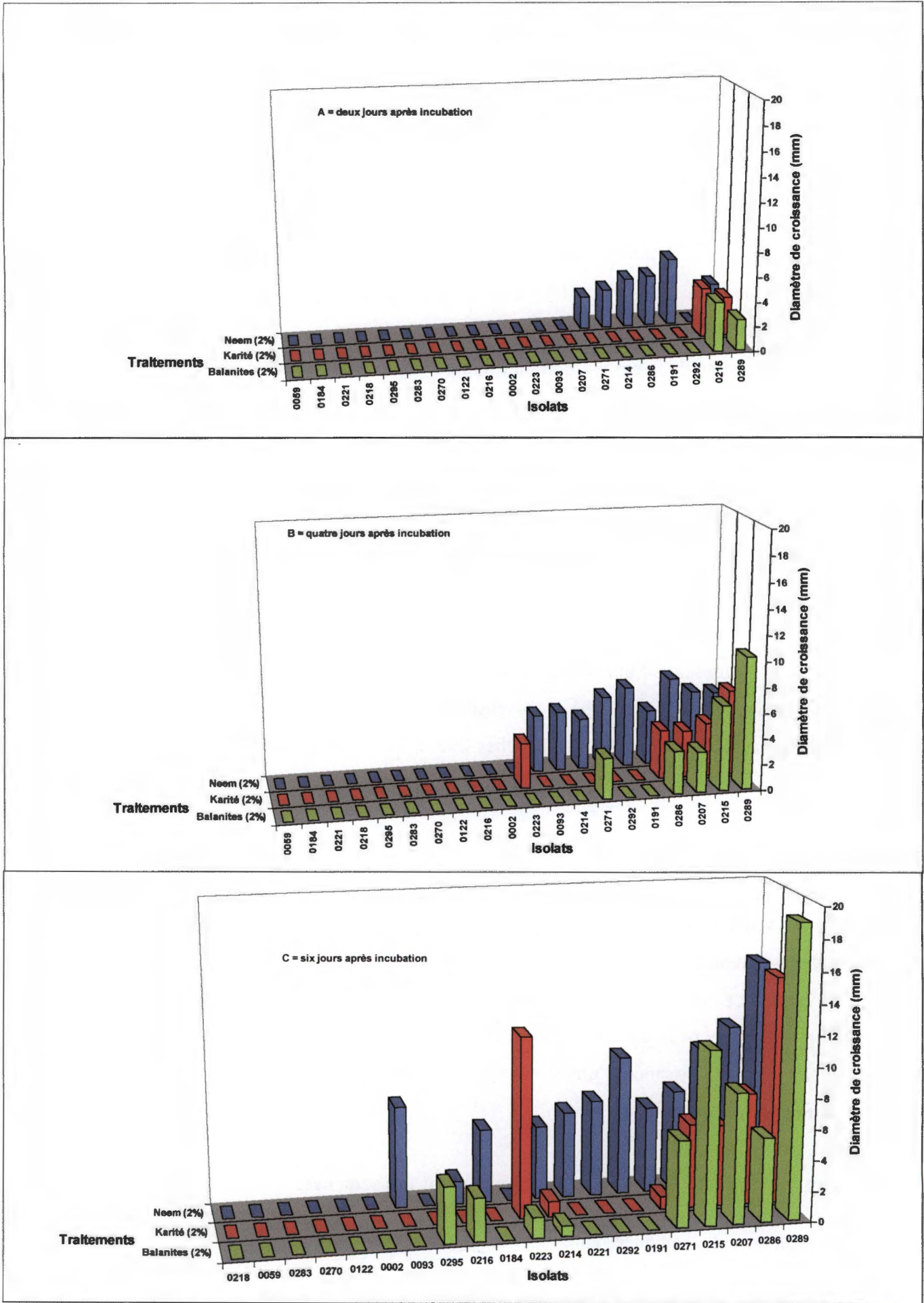


Figure 21 : Croissance (mm) in vitro à différents temps d'incubation de 20 isolats de *Colletotrichum* spp. en fonction de différents traitements de savon

Tableau XXVIII : Effet du traitement par des savons sur la contamination des semences de niébé par différents champignons

Traitements	Taux de contamination (%)			
	<i>C. capsici</i>	<i>M. phaseolina</i>	<i>F. oxysporum</i>	<i>F. solani</i>
Semences non traitées (témoin 1)	34,50	10,25	2,00	0,00
Eau stérile	29,00	11,75	3,25	4,00
Benlate T20 (5 %)	04,75	1,25	0,00	0,00
Savon de karité	18,50	8,00	8,50	2,00
Savon de neem	20,50	5,75	10,00	0,25
Savon de <i>Balanites</i>	22,75	4,75	3,00	0,50
Savons de karité et de <i>Balanites</i>	14,00	9,50	0,00	0,00
Savons de karité et de neem	15,00	10,50	0,00	0,00
Savons de neem et de <i>Balanites</i>	18,50	10,50	0,00	0,00
Savons de karité, de neem et de <i>Balanites</i>	8,50	16,50	0,00	0,00

Tous les savons ont été utilisés à la concentration de 2 %.

Utilisé seul, chaque savon a entraîné une réduction assez faible de la contamination des semences par *C. capsici*. Leur association deux à deux, notamment le karité et le *Balanites* ou le karité et le neem, a entraîné une réduction de moitié de la contamination des semences par *C. capsici*. L'association des trois savons a même entraîné une réduction de deux tiers de cette contamination. Chaque savon a eu un effet réducteur sur la contamination des semences par *Macrophomina phaseolina*. Cette réduction est de moitié par le savon de *Balanites* et le savon neem. Par contre, l'association de ces savons deux à deux n'a pas amélioré l'état sanitaire de ces semences. Elle a même entraîné une augmentation de leur contamination par ce champignon, lorsque les trois produits ont été associés. Quant à *Fusarium oxysporum* et *Fusarium solani*, on remarque qu'avec l'association des savons, ils n'ont pas été recensés au cours de l'analyse sanitaire.

Au vu de ces résultats préliminaires, nous avons augmenté les concentrations des savons dans l'espoir de déceler une meilleure activité protectrice de leur effet.

Les savons de karité et de neem utilisés à 5% ont entraîné chacun une réduction de deux tiers de la contamination des semences par *C. capsici*.

Tableau XXIX : Effet du traitement par des savons à différentes concentrations sur la contamination des semences de niébé par deux champignons

Pathogènes	Taux de contamination (%)							
	Témoin (eau)	Benlate T20 (5 %)	Savon de karité		Savon de neem		Savon de <i>Balanites</i>	
			5 %	10 %	5 %	10 %	5 %	10 %
<i>C. capsici</i>	22,25	1,00	6,50	6,00	6,50	6,00	9,25	5,25
<i>M. phaseolina</i>	9,00	0,75	7,75	17,25	10,25	4,75	7,75	9,00

Avec le savon de *Balanites*, c'est la concentration de 10 % qui permet d'obtenir cette réduction de deux tiers de la contamination des semences par *C. capsici*. Par contre, cette concentration de 10 % utilisée avec les savons de neem et de karité n'entraîne aucune amélioration de l'état sanitaire des semences par rapport à la concentration de 5 % de ces mêmes savons.

Les résultats du tableau XXIX montrent aussi que les solutions de savons à ces concentrations semblent sans effet sur le taux de contamination des semences par *M. phaseolina*. Seule la solution de savon de neem à 10 % a permis de réduire de moitié la contamination par ce pathogène.

Conclusion partielle

L'utilisation en association des solutions de savons de karité, de neem et de *Balanites* à 2 % ou des solutions seules de neem ou de karité à 5 % ou de *Balanites* à 10 % permet de réduire d'au moins de deux tiers la contamination des semences par *C. capsici*. Ces produits, d'un accès plus abordables par les producteurs, présentent donc un intérêt comme méthodes permettant d'abaisser le niveau de contamination des semences par *C. capsici*, agent de la maladie des taches brunes du niébé. Quant à *M. phaseolina*, les différentes solutions de savons seules à 2 % réduisent de moitié sa présence dans les graines ; une augmentation des concentrations à 5 % et 10 % est sans effet sur le taux de contamination.

3.2.1.5. Efficacité des produits en application foliaire sur plantules contaminées par *C. capsici*

Une différence est observée sur la sévérité de la maladie des taches brunes selon le moment d'application des savons. Lorsque l'application des solutions de savons a lieu avant l'apparition des symptômes, soit trois jours après les inoculations des plantes par *C. capsici* (souche 042 de Farako-bâ), la protection de ces plantes par le benomyl se manifeste par un indice d'infection relativement faible de 10 % par rapport aux 57,5 % du témoin non traité (Tableau XXX).

Tableau XXX : Effet des solutions de savon sur les taux et indice d'infection par *C. capsici*

Traitements	Taux d'infection *	Indice d'infection (%)
Eau	20/20	57,50
Benomyl à 0,1 % (témoin de protection)	8/20	10,00
Savon de <i>Balanites</i>	19/20	38,75
Savon de karité	13/20	18,75
Savon de neem	13/20	23,75

* : nombre de plants infectés/nombre de plants inoculés. Les solutions de savons ont été utilisées à la concentration de 2 %. La variété de niébé et la souche de *C. capsici* étaient respectivement K VX 397-9-11 et 042 originaire de Farako-bâ. Les traitements ont été appliqués avant l'apparition des symptômes.

On note aussi une réduction du tiers du nombre de plantes malades suite au traitement par le savon de neem ou le savon de karité. Une réduction de deux tiers de la sévérité de la maladie est même notée, suite au traitement par le karité. Le savon de *Balanites* ne diminue pas le nombre de plantes malades, et la réduction du tiers de la sévérité de la maladie qu'il a entraînée est relativement faible.

Les traitements des plantes après apparition des symptômes ne réduisent pas la sévérité de la maladie pour les savons de *Balanites* et de neem (Tableau XXXI). Seul le savon de karité a réduit du tiers cette sévérité.

Tableau XXXI : Effet des solutions de savon appliquées à différents moments sur les taux et indice d'infection par *C. capsici*

Traitements	Taux d'infection		Indice d'infection (%)	
	AMT*	1.S.APT**	AMT	1.S.APT
Eau stérile	20/20***	20/20	57,50	70,00
Benomyl à 0,1 %	8/20	10/20	10,00	12,50
Savon de <i>Balanites</i>	18/20	20/20	40,00	60,00
Savon de karité	17/20	20/20	40,00	48,75
Savon de neem	18/20	20/20	45,00	75,00

AMT* = au moment du traitement ; 1.S.APT** = une semaine après traitement ; *** : nombre de plants infectés/ nombre de plants inoculés. Les solutions de savons ont été utilisées à la concentration de 2 %. La variété de niébé et la souche de *C. capsici* étaient respectivement K VX 397-9-11 et 042 originaire de Farako-bâ. Les traitements ont été appliqués après apparition des symptômes.

Conclusion partielle

Une protection par les traitements précoces avec les savons de neem ou de karité a été mise en évidence sur les plantes de la variété K VX 397-9-11 infectées par l'isolat 042 de *C. capsici*.

Ces résultats sont conformes à ceux obtenus avec les mêmes savons sur la réduction du taux de contamination de *C. capsici* dans les semences contaminées.

3.2.1.6. Effet des savons à différentes concentrations sur le développement des taches brunes à partir de semences contaminées par *C. capsici*

Les observations ont porté sur les fontes de semis à la levée, les proportions de plantes malades 25, 35 et 45 JAS, et la sévérité de la maladie des taches brunes 70 jours après semis pour les différents savons utilisés et leurs concentrations.

Les effets des savons et leurs concentrations et les principaux résultats des analyses de variance figurent dans le tableau XXXII.

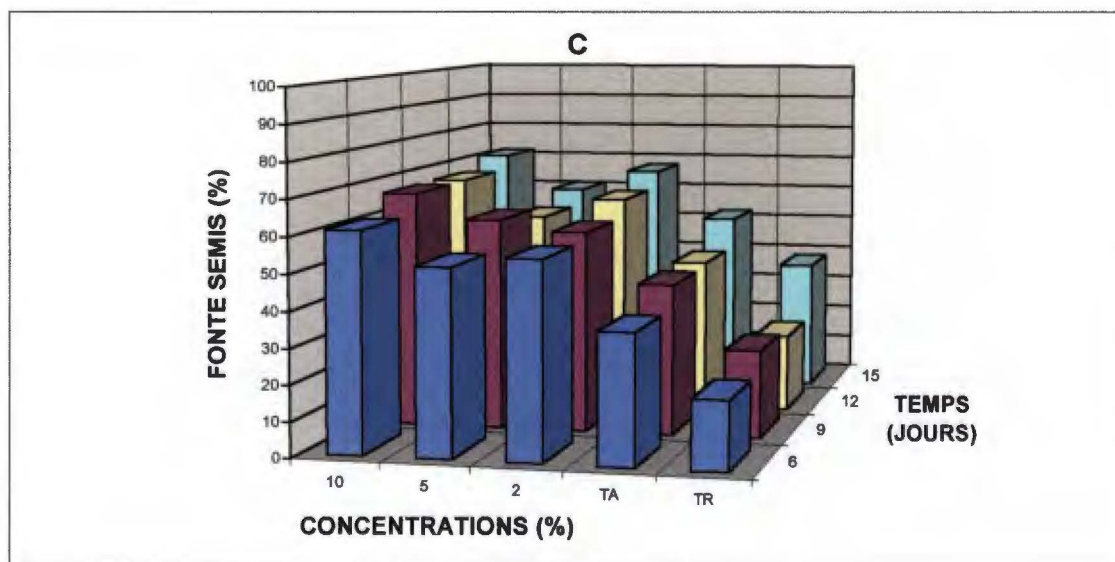
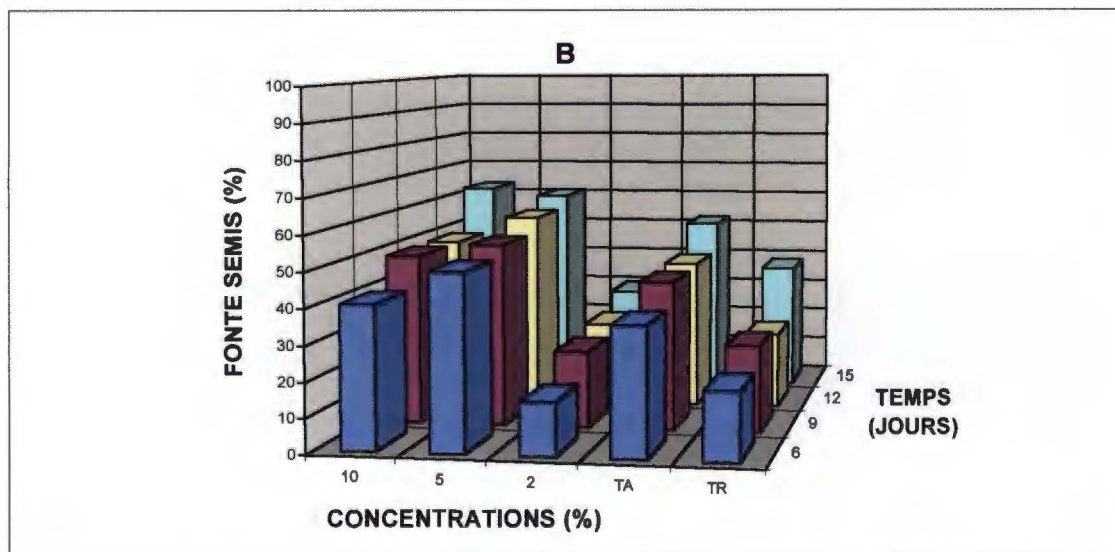
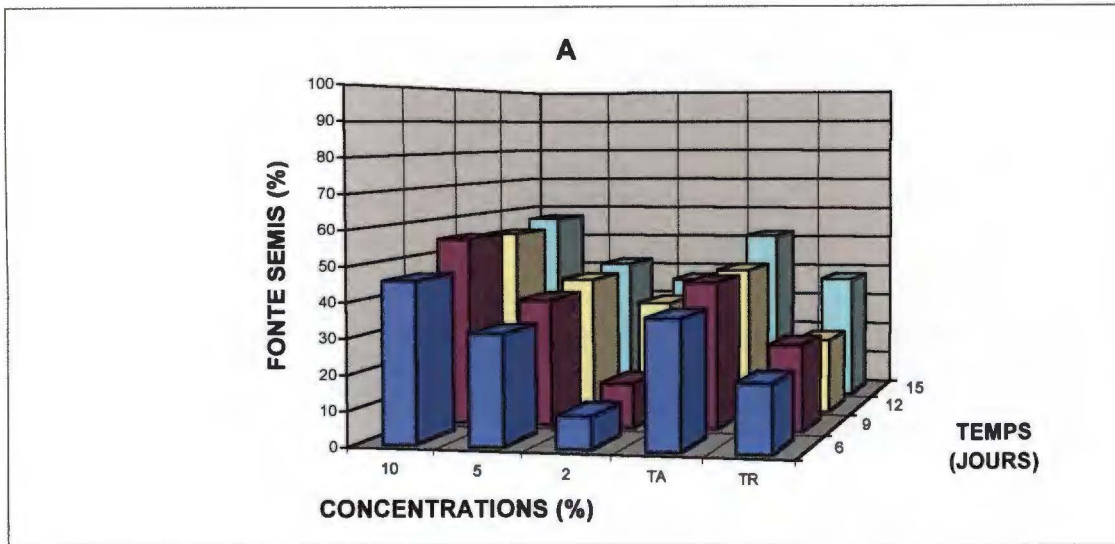
Tableau XXXII : Effet de différentes concentrations de savon sur la levée, l'incidence et la sévérité de la maladie des taches brunes du niébé (variété K VX 397-5-4-2-D)

Concentrations (%)	Fonte de semis (%)		Levée 15 JAS	Plantes malades (%)			Sévérité (%)
	7 J.A.S.*	14 J.A.S.*		25 J.A.S.	35 J.A.S.	45 J.A.S.	
10	49,29 A	63,81A	31,19 B	70,00 A	73,81 A	74,05 A	68,23 B
5	44,52 AB	54,52 AB	40,24 B	61,90 A	68,57 AB	68,31 AB	65,85 B
Eau	36,43 AB	52,14 ABC	41,43 B	58,57 A	64,29 AB	65,00 AB	76,10 A
2	24,53 C	44,52 BC	45,95 B	55,71 A	60,95 AB	62,38 AB	68,06 B
Benlate T20	19,29 C	37,86 C	60,00 A	42,86 B	55,72 B	58,57 B	64,40 B

* J.A.S : nombre de jours après semis ; les moyennes d'une même colonne suivies de la même lettre alphabétique ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 %.

Fontes de semis

La concentration de 2% des savons de neem et de *Balanites* a permis d'enregistrer une réduction de 30 % du taux des fontes de semis par rapport au témoin eau (Tableau XXXII). Par contre, le savon de karité à cette concentration n'a pas eu d'effet. Avec le traitement au Benlate T20, le taux de fonte de semis est de 19 % à 7 j.a.s. Deux semaines après les semis, on constate une augmentation significative du taux des fontes de semis pour les différents savons aux différentes concentrations utilisées (fig. 22 et Tableau XXXII).



TA = Témoin Absolu (eau distillée stérile); TR =Témoin de référence (0,1% de benlate T20)

Figure 22: Influence des traitements de savons sur les fontes de semis

- A = Savon de Neem
- B = Savon de *Balanites*
- C = Savon de Karité

Les savons de neem et de *Balanites* à 2 % ont le même niveau d'efficacité que le traitement au Benlate T20 (Tableau XXXII).

Levée des plantes

Le traitement au Benlate T20 a assuré la meilleure levée des plantes (Tableau XXXII). Les savons utilisés aux trois concentrations, et le traitement témoin, ont entraîné le même niveau de levée, qui est inférieur d'un tiers à 50 % à celui du Benlate T20.

Plantes malades

Au 25^e J.A.S., le traitement au Benlate T20 se différencie des autres traitements avec moins de 50 % de plantes malades (Tableau XXXII). Une progression de la proportion de plantes malades est notée au 35^e J.A.S. A cette date, les plantes issues des graines traitées par la solution de 10 % des différents savons se différencient de celles issues du traitement par le Benlate T20 en montrant une forte proportion de plantes malades. Une faible augmentation de ces proportions de plantes malades est notée à l'observation du 45^e J.A.S., mais les résultats ressemblent à ceux du 35^e J.A.S.

Sévérité de la maladie

La maladie est un peu plus sévère chez le témoin non traité que chez les autres traitements qui ont présenté le même niveau de sévérité (Tableau XXXII).

Conclusion partielle

Cette expérience montre que les trois types de savon, de même que le Benlate T20, sont peu efficaces en traitement de semences pour réduire la maladie, lorsque les taux de contamination de ces semences sont élevés. Cette étude mérite d'être complétée par d'autres expériences dans lesquelles plusieurs niveaux de contamination du pathogène seront utilisés.

3.2.2. Evaluation de l'efficacité de différentes molécules antifongiques

3.2.2.1. Amélioration de l'état sanitaire des semences

Les résultats de l'analyse sanitaire des semences trempées durant 10 minutes dans la solution de Benlate T20 à 5 % sont illustrés par la figure 23. Ces résultats permettent de voir que le Benlate T20 a permis de supprimer la présence de *C. capsici* dans les semences des variétés K VX 396-7-3 et IT 81 D994 produites à Farako-bâ. Ce même constat est fait avec les

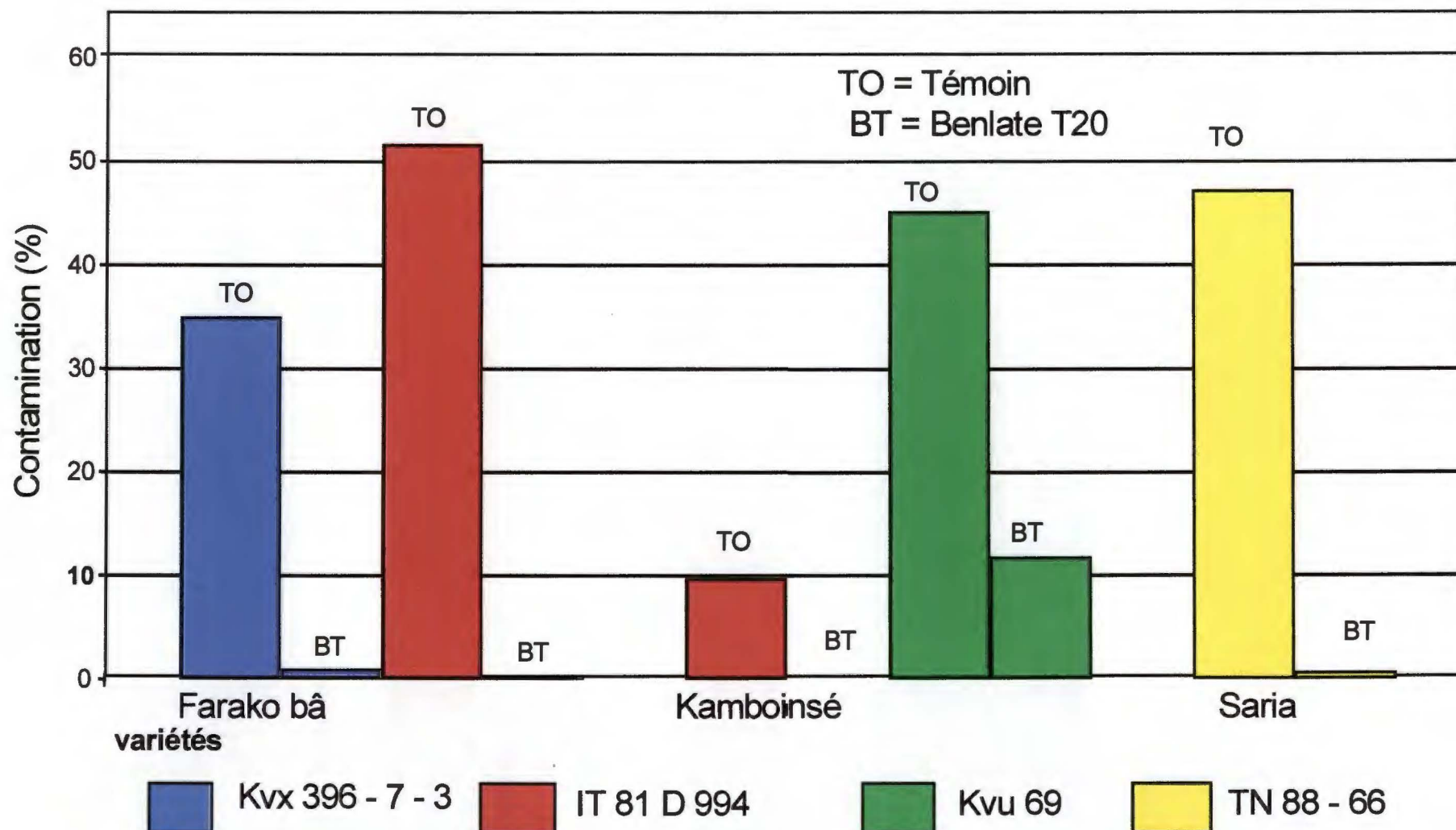


Figure 23: Pourcentages de contamination de *C. capsicidans* des semences de différentes variétés de niébé produites dans trois stations de recherches agricoles du Burkina Faso, après traitement ou non dans une solution de Benlate T20 à 5%

semences de la variété TN 88-63 produites à Saria. Une réduction importante du taux de contamination de *C. capsici* dans les semences de la variété KVVU 69 est aussi notée.

Il paraît donc évident que le trempage durant 10 minutes des semences du niébé contaminées par *C. capsici* dans une solution à 5 % de Benlate T20 réduit de manière importante leur taux de contamination. Son action est efficace lorsque le taux de contamination initial par *C. capsici* n'excède pas 35 % comme le révèlent les résultats de la variété KVVU 69.

A la concentration de 5 %, le Benlate T20 présente également un atout important en traitement des semences puisqu'il permet de supprimer l'ensemble des autres champignons pathogènes portés par ces semences excepté *Macrophomina phaseolina* (Tableau XXXIII). Ce pathogène se retrouve à un niveau relativement élevé (15 %) dans les semences de la variété IT 81D 994 malgré leur traitement par le Benlate T20. L'efficacité du produit pour ce pathogène à cette dose paraît donc limitée.

3.2.2.2. Amélioration de l'état sanitaire du niébé par des traitements de semences suivis d'applications foliaires au champ

La pluviométrie de 1990 à Kamboinsé et celles de 1991 et 1992 à Farako-bâ où cette étude a été menée sont représentées dans la figure 24.

Année 1990

La maladie des taches brunes du niébé est la seule qui s'est manifestée de manière évidente à Kamboinsé en se développant de manière importante sur les tiges des variétés KVVU 69 et KVVX 61-1. Les résultats des analyses de variance des différentes observations figurent dans les tableaux XXXIV et XXXV.

La variété KVVU 69 a présenté un peu plus de fonte de semis que la KVVX 61-1 (fig. 25) lorsqu'elles ne sont pas traitées. Elles ont eu chacune plus de 90 % de pieds attaqués à l'observation du 45e JAS. La variété KVVX 61-1 a été par la suite attaquée plus sévèrement que la KVVU 69 comme le montre la figure 25a. Elle a cependant produit plus de graines que la seconde (fig. 25).

Une différence significative entre les traitements est notée au niveau de la sévérité de la maladie (Tableau XXXIV) mais les indices d'infection sont restés forts dans tous les cas de traitements. Le traitement des semences au Benlate T20 (5 g/kg de semences) suivi de deux

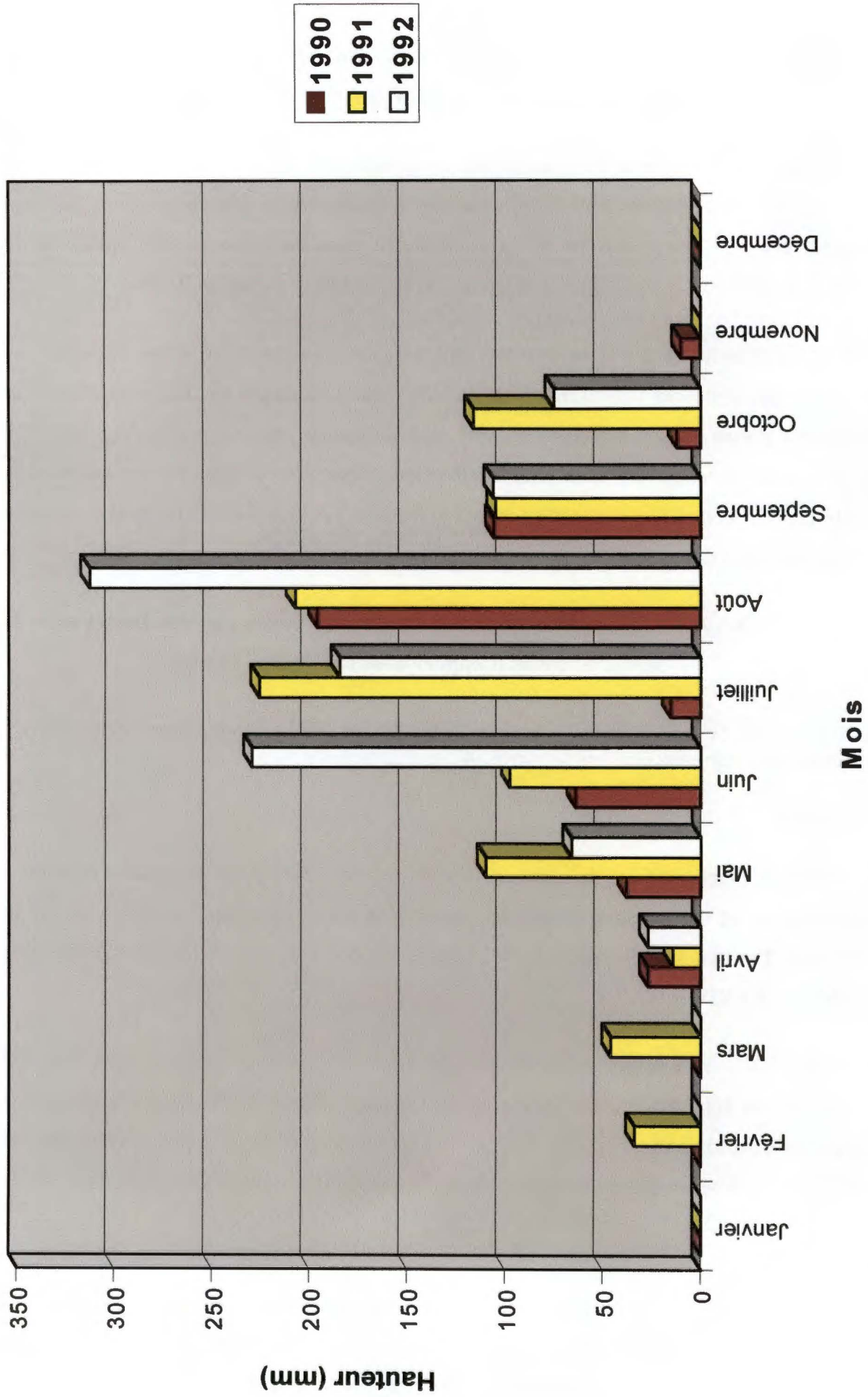


Figure 24: Données pluviométriques de 1990 à Kamboinsé et de 1991 et 1992 à Farako-bâ

Tableau XXXIII : Mycoflore des semences de cinq lots de semences de niébé traitées et non traitées dans une solution de Benlate T20 à 5%

Mycoflore	Pourcentage de contamination des semences									
	KVX 396-7-3		IT 81 D 994		IT 81 D 994		KVU 69		TN 88-66	
	1		1		2		2		3	
	T	BT20	T	BT20	T	BT20	T	BT20	T	BT20
<i>Fusarium solani</i>	0,5	0,0	3,25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Fusarium oxysporum</i>	0,0	0,0	0,5	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Macrophomina phaseolina</i>	17,5	0,0	34,25	1,5	29,5	15,0	11,25	0,5	21,0	0,0
<i>Myrothecium verruca</i>	0,0	0,0	0,25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Phomopsis sojæ</i>	5,75	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Phoma sp</i>	12,5	0,0	0,0	0,0	19,25	0,0	2,0	0,0	28,25	0,0
<i>Fusarium equiseti</i>	1,25	0,0	4,5	0,0	17,5	0,0	34,0	0,0	11,0	0,0
<i>Fusarium semitectum</i>	3,25	0,0	0,5	0,0	11,75	0,0	7,75	0,0	1,75	0,0
<i>Fusarium moniliforme</i>	1,5	0,0	4,25	0,0	2,75	0,0	0,75	0,0	3,75	0,0
<i>Fisarium graminearum</i>	16,25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

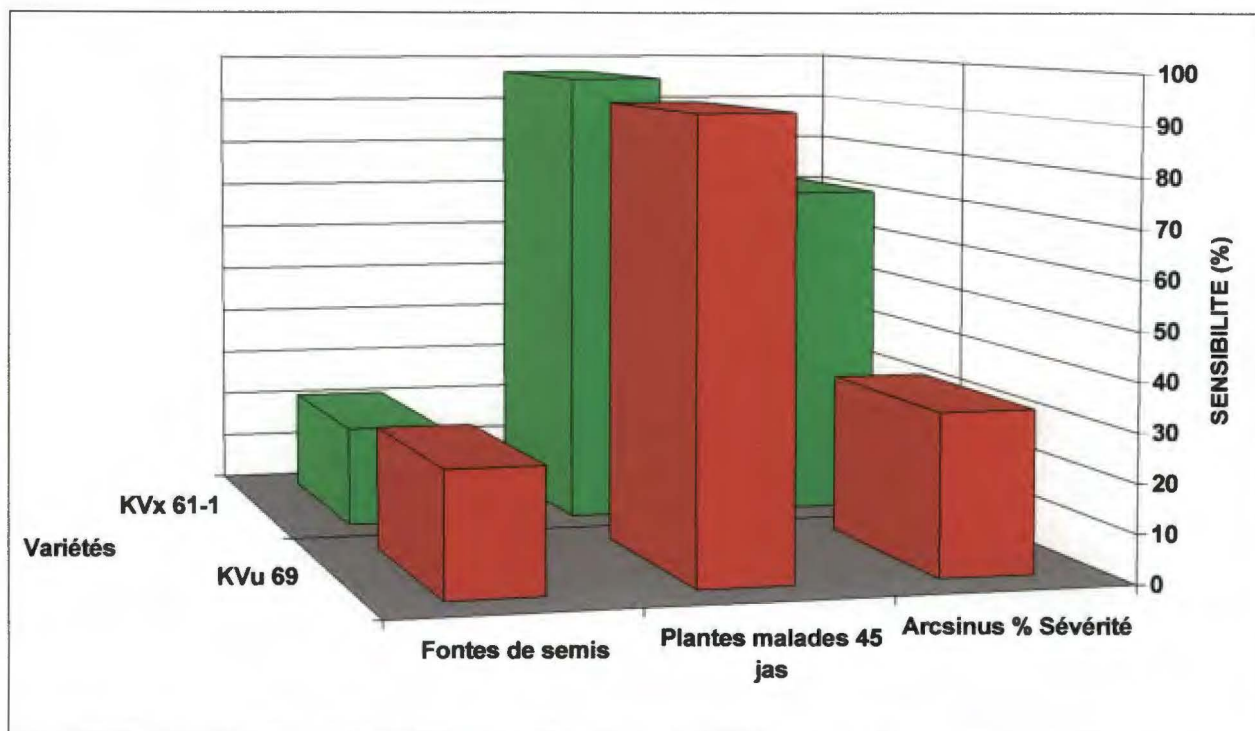
1-Prélèvement fait à Farako-bâ ; 2-Prélèvement fait à Kamboinsé ; 3-Prélèvement fait à Saria ; T = Témoin ; BT20 : Traitement au Benlate T20

Tableau XXXIV : Analyses de variances sur des paramètres d'évaluation de la maladie des taches brunes du niébé en 1990 à Kamboinsé

Source de variation	degrés de liberté	%		% de plantes malades				Aresinus % Sévérité		F théorique	
		Fontes semis		30 JAS		45 JAS		Variance	F(5 %)	1 %	5 %
		Variance	F(5 %)	Variance	F(5 %)	Variance	F(5 %)				
Répétitions	3	242,19	1,99 NS	805,53	4,54 HS	6,77	0,19 N	236,55	0,19 NS	4,38	2,86
Traitements	12	116,86	0,96 NS	127,87	0,72 NS	16,65	0,48 N	197,99	2,15 S	2,72	2,03
Erreur (a)	36	121,31		177,19		34,46		91,81			
Variété	1	797,81	9,86 HS	565,03	3,68 NS	427,92	12,49 HS	37392,15	392,93HS	7,33	4,09
Traitement x variétés	12	133,74	1,65 NS	162,53	1,06 NS	47,91	1,39 N	93,97	0,98 NS	2,67	2,01
Erreur (b)	39	80,89		153,26		34,26		95,16			
CV (a)		60,68 %		15,38 %		6,20 %		18,36 %			
CV (b)		49,55 %		14,30 %		6,18 %		18,70 %			

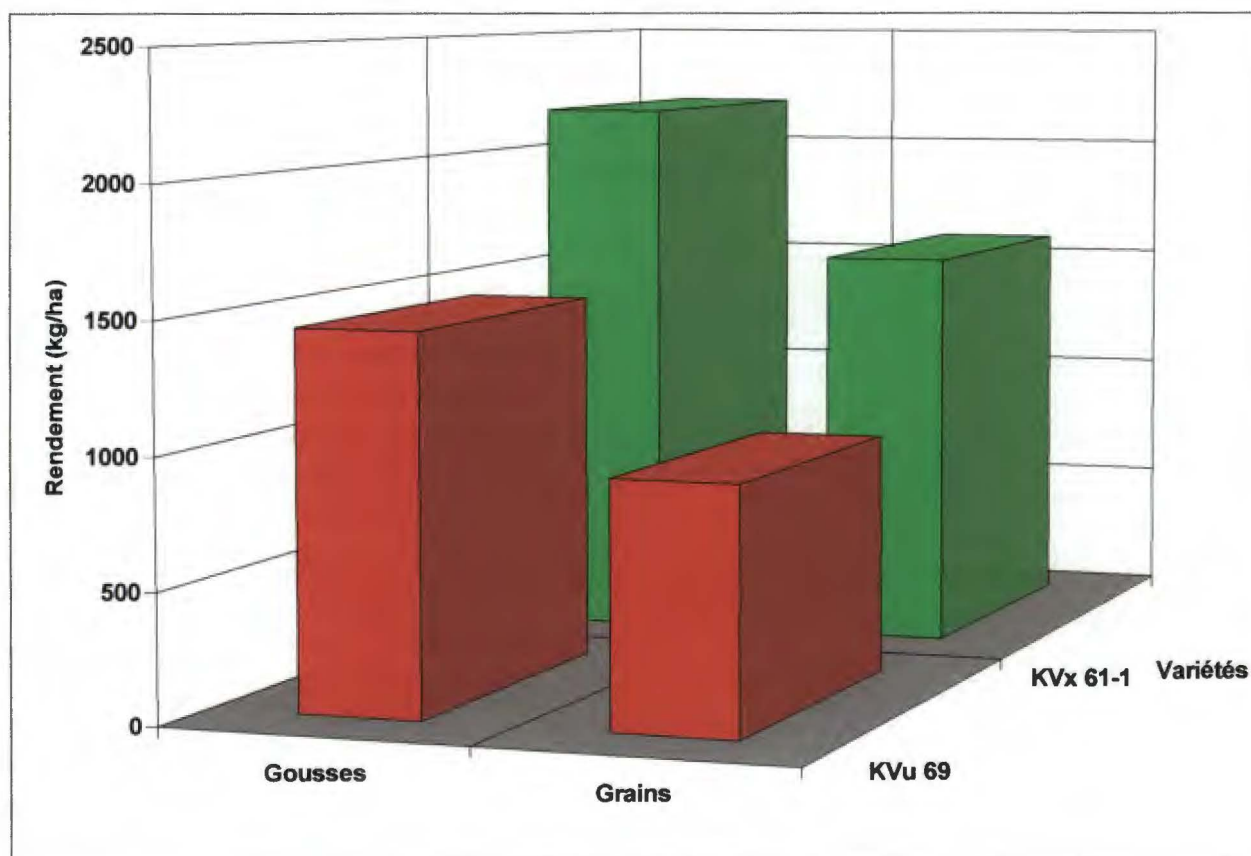
Tableau XXXV : Analyses de variances sur le poids des gousses et des graines de niébé en 1990 à Kamboinsé

Source de variation	degrés de liberté	Rendement en kg/ha				F théorique	
		Poids des gousses		Poids des graines		1 %	5 %
		Variance (gousse)	F(5 %)	Variance (graines)	F(5 %)		
Répétitions	3	344 622,57	4,20 S	184 711,8	4,51 HS	4,38	2,86
Traitements	12	204 402,51	2,49 S	98 442,35	2,40 S	2,72	2,03
Erreur (a)	16	82 023,56		40 909,01			
Variété	1	139 321,56	74,74 HS	10 803 753,8	121,43 HS	7,33	4,09
Traitement x variétés	12	257 674,03	1,38 NS	110 936,97	1,24 NS	2,67	2,01
Erreur (b)	39	186 384,02		88 964,70			
CV (a)			15,73 %				16,08 %
CV (b)			23,72 %				23,71 %



PPDS (5%) : Fontes de semis = 3,59%; Plantes malades 45 JAS = 2,34%; Arcsinus % sevérité = 3,90%

Figure 25a : Evaluation de la sensibilité à la maladie des taches brunes de deux variétés de niébé à Kamboinsé en 1990



PPDS (5%) : Gousses = 173 kg/ha; Graines = 119 kg/ha

Figure 25b : Effet de la maladie des taches brunes sur la production de deux variétés de niébé en 1990 à Kamboinsé

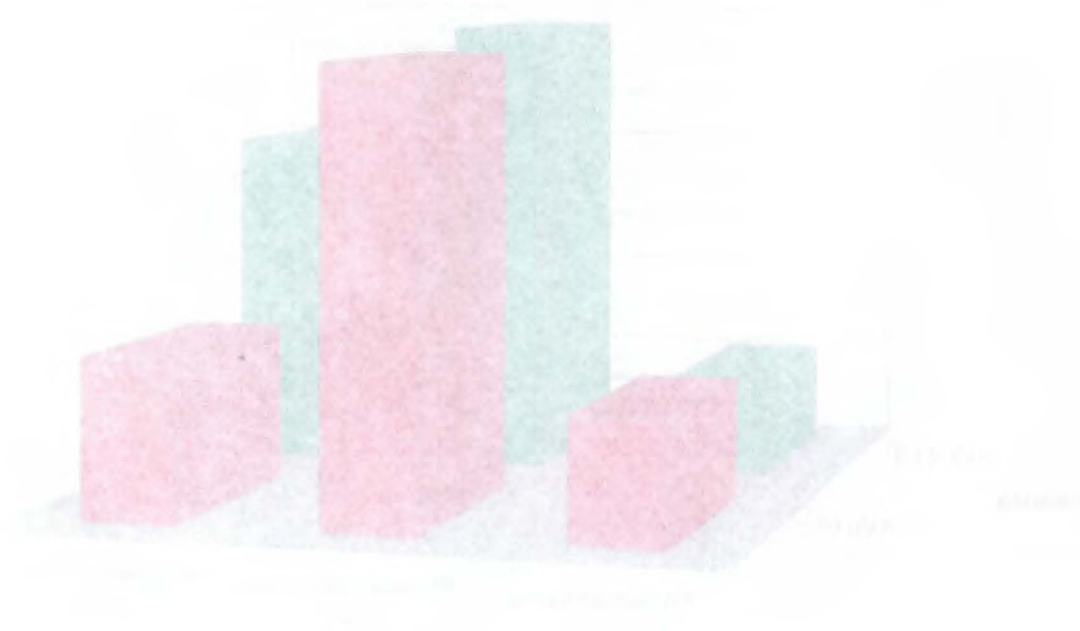


Figure 1: Comparison of two data series across three categories. The red series shows a peak in the middle category, while the green series shows a similar but higher peak.

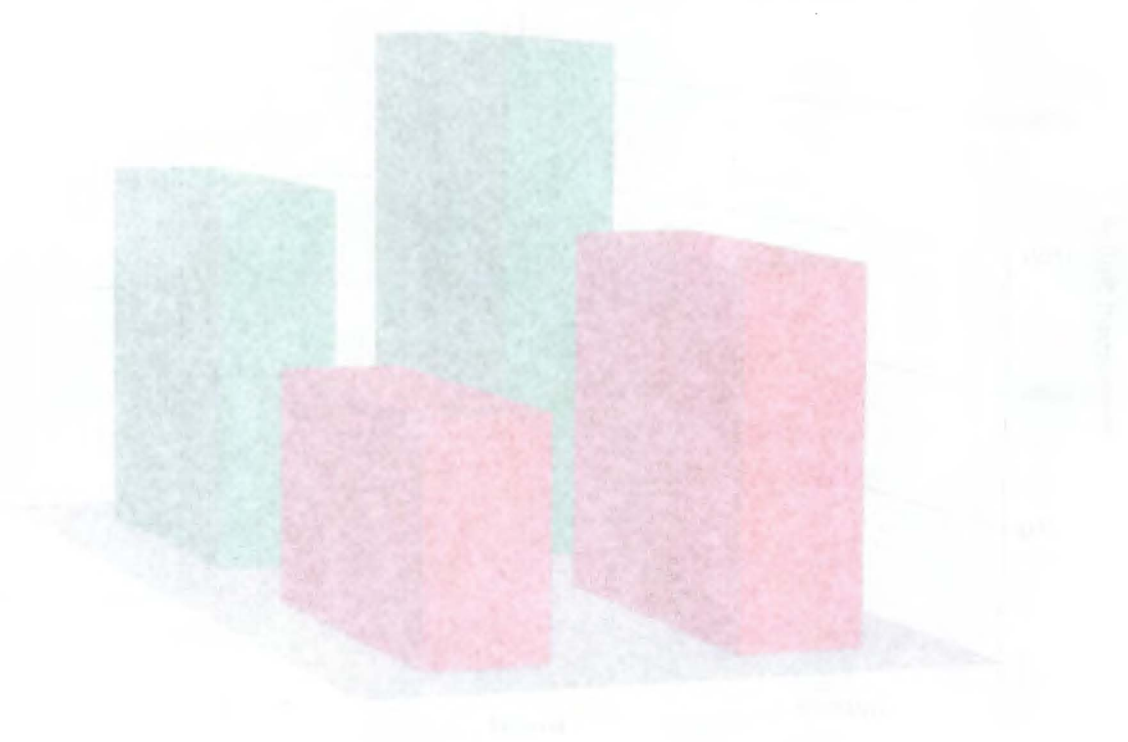


Figure 2: Comparison of two data series across three categories. The green series is consistently higher than the red series, with both peaking in the middle category.

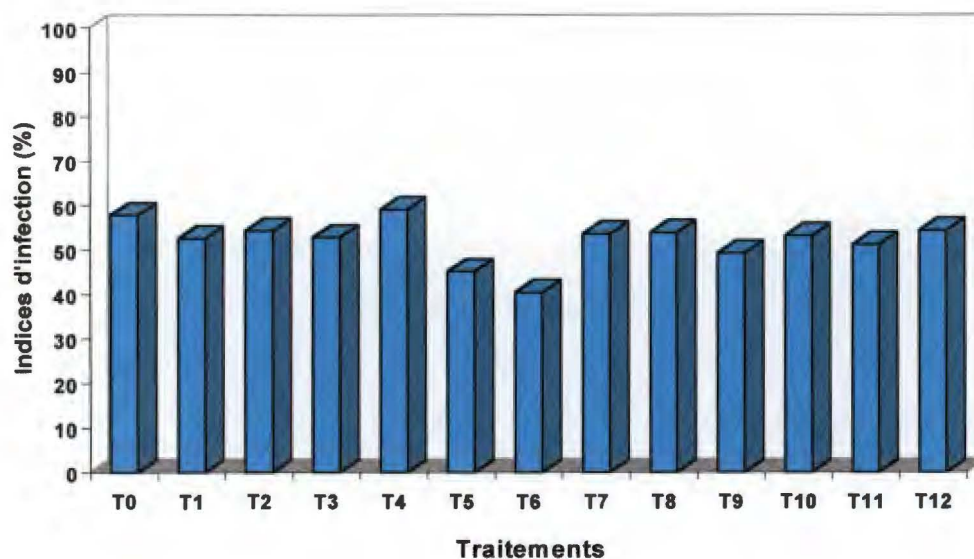
applications foliaires de bénomyl (T6) a néanmoins présenté moins d'intensité d'attaque que le traitement des semences par la combinaison oxinate de cuivre-carbendazime-lindane (3,3 g/kg de semences) (T4) ou le traitement témoin (T0) (fig. 26a). Une différence significative a aussi été notée entre les rendements des deux variétés pour les différents traitements (Tableau XXXIV). Le traitement T4, le traitement des semences au Benlate T20, à raison de 2,5 g/kg de semences, suivi de deux applications foliaires de bénomyl (T9), et le traitement des semences par la combinaison oxinate de cuivre-carbendazine-lindane avec 6,6 g/kg de semences suivi d'une application foliaire du bénomyl (T11), trois semaines après le semis, ont permis d'avoir les productions les plus élevées (fig. 26b). Ces résultats indiquent qu'il n'y a eu aucune corrélation entre la sévérité de la maladie et le rendement en gousses ou graines de niébé.

Conclusion à l'application des traitements chimiques en 1990

Le composé oxinate du cuivre-carbendazine-lindane à la dose de 3,3 g/kg de semences a permis d'augmenter la production du niébé de 18 % par rapport au témoin. Le Benlate T20 à 5 g/kg de semences suivi de deux applications de bénomyl ou le composé oxinate de cuivre-carbendazine-lindane à 6,6 g/kg suivi d'une seule application de bénomyl semble aussi favoriser la production du niébé. Une confirmation des résultats de ces combinaisons de traitement a été recherchée au cours de la campagne agricole de 1991 à Farako-bâ où la pression des maladies cryptogamiques est plus importante. Le nombre des combinaisons de traitements a été revu à la baisse, pour prendre en compte la rentabilité économique de celles qui pourraient s'avérer les plus intéressantes.

Année 1991

Il n'y a eu aucune différence entre les pourcentage de fontes de semis des différents traitements par rapport au témoin (tableau XXXVI). Les maladies des gousses (gale et taches brunes) ont été plus importantes que la rhizoctoniose et la cercosporiose, avec une note de sévérité moyenne de 3 (sur notre échelle à 5 classes) au niveau du traitement témoin (T0). La comparaison des notes moyennes des différents traitements révèle que le traitement des semences par le composé oxinate de cuivre-carbendazine-lindane (T1) n'a aucun effet protecteur aussi bien contre la gale que contre les taches brunes en ayant des notes moyennes de sévérité comprises entre 3 et 4. Les traitements des semences par deux doses différentes de Benlate T20, suivis de deux applications foliaires de bénomyl (T2 et T3), ont par contre



Figures 26a : Effet de différents traitements sur la sévérité de la maladie des Tâches brunes du niébé en 1990 à Kamboinsé

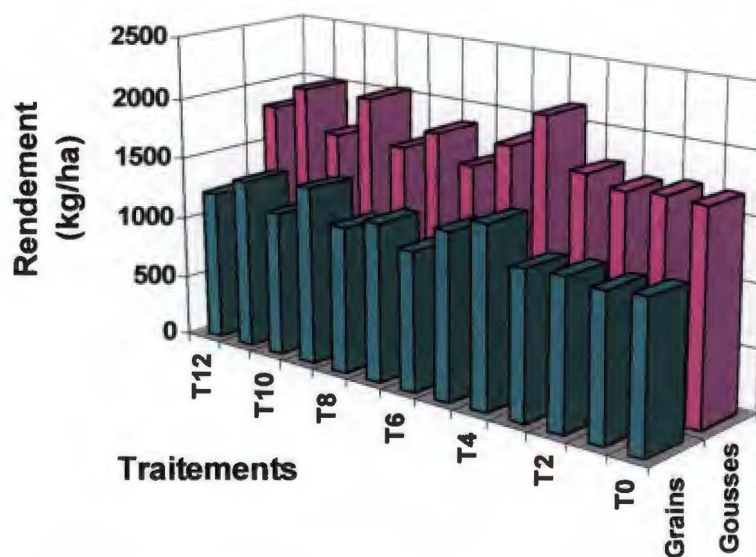


Figure 26b : Effet de différents traitements sur l'amélioration de la production de niébé en 1990 à kamboinsé

Tableau XXXVI : Effet de différents traitements de fongicides sur les fontes de semis, la sévérité de quatre principales maladies du niébé et le rendement en graines en 1991 à Farako-bâ

Traitements	% fonte de semis*	Sévérité des différentes maladies*				Rendement*
	15 jas**	gale	taches brunes	rhizoctoniose	cercosporiose	kg/ha
T ₀	6,24 a	2,93 ab	2,87 a	2,12 a	1,62 a	1108 a
T ₁	5,35 a	3,43 a	3,62 ab	2,5 a	1,37 a	1274 ab
T ₂	3,86 a	1,62 b	1,62 c	1,87 a	1,62 a	1426 b
T ₃	7,73 a	1,50 b	2,12 bc	1,87 a	1,37 a	1234 ab
T ₄	9,22 a	2,12 ab	1,62 c	1,62 a	1,87 a	1290 ab
CV (%)	69,39	42,23	31,50	37,12	33,53	21,25

Toutes les moyennes d'une même colonne suivies de la même lettre alphabétique ne sont pas différentes au seuil.

** : J.A.S : nombre de jours après semis.

considérablement réduit la sévérité de la gale (notes comprises entre 1 et 2). Le traitement des semences à la dose de 2,5 g de Benlate T20/kg de semences, suivi de deux applications foliaires du bénomyl (T2), et celui des semences par la même dose de Benlate T20, suivi de deux applications foliaires du Benlate T20 (5 g dans 4 litres d'eau) (T4), ont permis de réduire la sévérité de la maladie des taches brunes avec des notes comprises entre 1 et 2. Le traitement T2 a permis d'assurer la meilleure production graines avec 1426 kg/ha, soit une différence de 218 kg/ha par rapport au traitement témoin .

Conclusion à l'application des traitements chimiques en 1991

Le Benlate T20 en traitement des semences à la dose de 2,5 g/kg des semences suivi de deux applications foliaires du bénomyl a permis d'avoir la meilleure production en graines de niébé à Farako-bâ, en réduisant de manière significative la sévérité de deux des principales maladies cryptogamiques de la zone que sont la gale et les taches brunes.

Les maladies foliaires (cercosporiose et rhizoctoniose) sont restées à un niveau de sévérité faible au cours de l'étude, traduisant le niveau de résistance acceptable des deux variétés de niébé utilisées.

Au vu de ces résultats de la campagne agricole de 1991, qui confirment ceux de la campagne agricole de 1990 à Kamboinsé, l'utilisation du Benlate T20 pour le traitement de semences combinées à deux applications foliaires du bénomyl pourrait être envisagée en zone de savane soudanienne du pays. Elle permettrait d'envisager la production de certaines variétés de niébé ayant de très bonnes qualités organoleptiques, mais non recommandées dans cette zone, à cause de leur sensibilité aux maladies cryptogamiques. Nous avons cherché à confirmer ces résultats durant la campagne agricole de 1992.

Année 1992

Sans application de produit de traitement, la variété K VX 61-1 a eu beaucoup de plantes malades dès le 15e J.A.S par rapport à la variété K VX 396-4-4 (Tableau XXXVII).

Il n'y a eu aucun effet protecteur du Benlate T20 sur l'incidence de la maladie au 15e J.A.S au niveau de la variété K VX396-4-4 par rapport à la K VX 61-1.

Tableau XXXVII : Effet de différents traitements fongicides sur les manifestations de la maladies des taches brunes (m.t.b.) sur deux variétés de niébé et incidence sur le rendement graines en 1992 à Farko-bâ

Traitements	Incidence 15 j.a.s. de la m.t.b.		Incidence 30 j.a.s. de la m.t.b.		Sévérité de la m.t.b.		Rendement grains (kg/ha)*
	KVX 61-1	KVX 396-4-4	KVX 61-1	KVX 396-4-4	%	Arc sinus %*	
T ₁	42,20	9,53	55,25	19,15	51,0	(30,94) b	796 a
T ₂	8,29	10,57	26,17	19,77	41,0	(24,12) a	1076 b
T ₃	11,07	6,17	23,19	17,97	42,0	(24,64) b	991 a
T ₄	13,14	7,86	30,55	19,47	39,0	(23,16) a	932 a
T ₅	7,60	2,74	20,94	12,20	40,0	(23,63) a	989 a
CV %	68,48		37,75			26,02	20,76
ppds 1	10,03		ns				
ppds 2	12,29		6,22				

PPDS 1 : Plus petite différence entre les traitements pour une même variété ; PPDS 2 : Plus petite différence entre les variétés pour un même traitement

* : Toutes les moyennes d'une même colonne suivies de la même lettre alphabétique ne sont pas différentes au seuil de 5 %.

Au 30e JAS, aucun effet dû aux traitements n'a été noté chez la variété K VX 396-4-4 qui a présenté moins de plantes malades que la variété K VX 61-1 (Tableau XXXVII) Les quatre traitements ont permis de maintenir l'incidence de la maladie à un niveau plus faible par rapport au témoin chez la variété K VX-61-1.

La sévérité de la maladie chez K VX 61-1 a été très élevée soit le double de celle de la variété K VX 396-4-4. Tous les quatre traitements de protection ont entraîné une baisse de la sévérité de la maladie chez les deux variétés, par rapport au traitement témoin (Tableau XXXVII).

La variété K VX 396-4-4 a eu un rendement moyen en graines supérieur à celui de K VX 61-1. Le traitement T2 a permis d'assurer la meilleure production en graines chez les deux variétés, avec un rendement moyen de 1076 kg/ha, par rapport aux autres traitements et au témoin qui n'a produit que 796 kg/ha (Tableau XXXVII).

Les autres maladies

Les traitements des semences par 2,5g et 5g de Benlate T20/kg de semences, suivis des deux applications foliaires de bénomyl (T2 et T3), et le traitement des semences par le Benlate T20, à raison de 5 g/kg de semences, suivi des deux applications foliaires de Benlate T20 (T5), ont entraîné une légère réduction de la sévérité de la gale, par rapport au traitement témoin (tableau XXXVIII). Aucun effet protecteur du produit n'a été décelé au niveau de la rhizoctoniose et de la cercosporiose, pour lesquelles, les notes de sévérité ont été voisines respectivement de 3 et de 1,5.

Tableau XXXVIII : Effet de différents traitements fongicides sur la sévérité de trois maladies du niébé en 1992 à Farako-bâ

Traitements	Notes de sévérité des différentes maladies		
	gale	rhizoctoniose	cercosporiose
T ₁	2,93	2,87 a*	1,25 a
T ₂	1,43	2,81 a	1,37 a
T ₃	1,75	2,87 a	1,87 a
T ₄	2,00	2,75 a	1,25 a
T ₅	1,37	2,81 a	1,12 a
CV %	29,77	18,39	32,52
Ppds (0,05)	1,02	-	-

Toutes les moyennes d'une même colonne suivies de la même lettre alphabétique ne sont pas différentes au seuil de 5 %.

Conclusion à l'application des traitements chimiques en 1992

Le Benlate T20 utilisé à la dose de 2,5 g ou 5 g/kg de semences a confirmé son efficacité contre la maladie des taches brunes au stade plantules, par la réduction importante de l'incidence de la maladie sur la variété sensible K VX 61-1. Bien que tous les traitements aient permis de réduire le taux de sévérité de la maladie des taches brunes par rapport au traitement témoin chez les deux variétés, on constate que le meilleur rendement en graines (1076 kg/ha) a été obtenu avec le traitement de 2,5 g de Benlate T20/kg de semences suivi de deux applications foliaires de Benlate 50 SD, soit une augmentation de 35 % par rapport au témoin.

Ce résultat est une confirmation de celui obtenu en 1991 au cours de laquelle le même traitement avait permis d'assurer le meilleur rendement avec 1426 kg/ha correspondant à un gain de 29 % par rapport au témoin. Cette augmentation du rendement en graines peut être aussi en partie attribuée à l'effet du traitement sur la baisse de la sévérité de la gale.

Comme en 1991, le niveau de sévérité de la cercosporiose est resté assez faible (note comprise entre 1 et 2 sur une échelle à 5 classes). Cette maladie n'a donc pas influencé de manière significative la production du niébé. Par contre avec la rhizoctoniose, les notes sont relativement plus importantes (note de 3) malgré l'utilisation des traitements qui ont été inefficaces dans nos conditions d'utilisation contre cette maladie.

Les résultats de l'année 1992 confirment l'efficacité de l'association Benlate T20 - Benlate 50 SD dans la lutte contre les deux principales maladies des gousses du niébé. Le gain de production en graines qui en résulte est assez incitatif pour la culture en zone de savane soudanienne des variétés K VX 61-1 et K VX 396-4-4, respectivement sensibles à la maladie des taches brunes et à la gale.

3.2.3. Comportement de différentes lignées et variétés prometteuses de niébé vis-à-vis de la maladie des taches brunes

Sur la base des résultats de criblages effectués entre 1988 et 1990, un certain nombre de variétés ont été identifiées pour leur résistance à la maladie des taches brunes et proposées à la vulgarisation. Les tableaux XXXIX, XXXX et XXXXI présentent les résultats des mesures de sensibilité à la maladie des taches brunes de quelques variétés durant cette période.

Tableau XXXIX : Pourcentage de sévérité à la maladie des taches brunes du niébé en 1988 à Farako-bâ de 20 cultivars prometteurs en présence de témoins sensibles

Variété	% moyen de sévérité de la maladie
1 K VX 30-305-56	9
2 K VX 30-309-66	5
3 K VX 61-1	10
4 K VX 61-74	6
5 K VX 65-114	6
6 K VX 183-1	6
7 K VX 250-K27-18	16
8 K VX 257-K21-3	12
9 K VX 268-K-03-3	9
10 K VX 295-2-124-51	21
11 K VX 396-4-2	29
12 K VX 396-4-4	30
13 K VX 396-4-56	19
14 K VX 396-16-10-2	17
15 K VX 396-18-10	13
16 IT 82-D-952	11
17 IT 81-D-994	4
18 TVX 3236	8
19 KN-1	3
20 K VU 150	17
T1 K VU 69	36
T3 IT82E-60	30
T5 K VX 177-K07-2	26

Deux des variétés locales expérimentées ont montré un niveau assez élevé de maladie. Plusieurs des variétés améliorées parmi lesquelles KN1, TVX3236, K VX 396-4-2, K VX 396-18-10, K VX 402-19-1 ont présenté une résistance à la maladie dans les deux zones écologiques, ou dans la même zone écologique, au moins deux années de suite. Ces variétés connaissent actuellement un élan de leur diffusion auprès des producteurs pour les différentes qualités agronomiques qu'elles présentent (CNRST, 1995b). Cependant, une interrogation subsiste quant à la durabilité de leur résistance vis-à-vis de la maladie des taches brunes. En effet, comme l'ont révélé les résultats de l'analyse du pouvoir pathogène des 20 souches de *Colletotrichum* spp. dans le chapitre précédent, les variétés KN1 et TVX 3236 présentent une sensibilité respectivement à la souche 215 de Pobé et aux souches 002 (Farako-bâ), 221, 223 (Pobé) et 286 (souche de référence), lorsqu'elles sont inoculées en conditions contrôlées. Cette observation suggère que des dispositions devraient être prises pour éviter que la variété KN1 ne soit produite dans la zone écologique de Pobé ou semblent se localiser pour le moment les souches particulières de cette localité. Cette disposition fait d'ailleurs partie des recommandations actuelles concernant cette variété à cause de sa non adaptation à l'écologie sahélienne. Quant à la variété TVX 3236 qui a manifesté une sensibilité vis-à-vis des souches de *Colletotrichum* spp. isolées dans ses zones d'adaptation, il serait indiqué dans un premier temps de reconsidérer sa diffusion dans ces zones, et de chercher par la suite à renforcer sa résistance. La création de nouvelles variétés de niébé résistantes à la maladie des taches brunes dans les conditions du Burkina Faso devraient tenir compte de l'existence des différents groupes pathogéniques de *Colletotrichum* spp. qui y ont été mis en évidence.

3.3. Discussion

Une activité inhibitrice des savons de karité, de neem et de *Balanites* a été mise en évidence sur la croissance *in vitro* de quatre pathogènes du niébé dont celui des taches brunes. Les faibles augmentations de pH notées avec les augmentations des concentrations des différents savons, ne sauraient expliquer à elles seules les différences de croissance des champignons, suite à l'utilisation de ces savons. En effet, et si en général les champignons se développent mieux en milieu acide qu'en milieu basique comme le révèlent les résultats issus du tableau XXVI, il faut aussi souligner que nos investigations préliminaires utilisant des concentrations plus faibles de savon ont aussi relevé des inhibitions de croissance de *C. capsici* à des pH acides et neutres.

Tableau XXXX : Sensibilité à la maladie des taches brunes sur une échelle à cinq classes (1 à 5) de 12 variétés de niébé de l'essai d'adaptation à la zone soudano-sahélienne (Kamboinsé) et de 9 variétés du même essai pour la zone de savane soudanienne (Farako-bâ) en 1989

Variétés	Kamboinsé	Variétés	Farako-bâ
KVX 30-309-66	2,7 b	IT 86 D-1056	2,5 a
KVX 396-4-4	2,2 bcd	IT 83 D-123	2,7 a
KVX 396-4-5	2,0 cde	KVX 396-4-4	1,5 c
KVX 396-18-10	1,7 de	KVX 396-18-10	1,7 bc
KVX 396-11-6	1,5 e	KVX 396-4-2	2,2 ab
IT85D-3517-2	2,2 bcd	KVX 396-11-6	2,5 a
IT85D-3516-2	1,7 de	KN1	1,7 bc
IT85D-3577	2,5 bc	KVX 396-4-5	2,7 a
IT83D-219	2,0 cde	Logofrousso-2	2,7 a
TN88-63	1,5 e		
TVX 3236	1,7 de		
Local Kaokin	4,7 e		

* : Toutes les moyennes d'une même colonne suivies de la même lettre alphabétique ne sont pas différentes au seuil de 5 %.

Tableau XXXXI : Sensibilité à la maladie des taches brunes sur une échelle à cinq classes (1 à 5) de variétés de niébé de l'essai préliminaire de rendement en 1990 à Kamboinsé et Farako-bâ

Variétés	Kamboinsé		Farako-bâ	
	D1*	D2*	D1*	D2*
1. KVX 397-6-6	3,58 A	1,25 CD	3,75 ABCD	4,75 A
2. KVX 397-9-11	1,50 CD	1,75 C	4,25 ABC	3,00 DEFG
3. KVX 398-7-1	4,00 A	1,28 CD	4,50 AB	4,50 AB
4. KVX 398-29-2	1,00 D	1,75 C	2,50 EFGH	2,25 FGH
5. KVX 401-31-1	1,00 D	1,00 D	2,00 GH	3,50 BCDE
6. KVX 402-5-2	1,00 D	1,50 CD	1,50 H	2,00 GH
7. KVX 402-17-3	1,00 D	1,00 D	2,25 FGH	2,50 EFGH
8. KVX 402-19-1	1,00 D	1,00 D	1,50 H	1,25 H
9. KVX 402-19-5	1,00 D	1,00 D	2,00 GH	2,28 FGH
10. KVX 402-19-5	1,25 CD	1,00 D	1,75 H	2,50 EFGH
11. KVX 93-80-6	1,50 CD	1,00 D	2,08 GH	3,25 CDEF
12. TN 121-80-7	1,00 D	1,25 CD	2,25 FGH	3,00 DEFG
13. TVX 3236	1,00 D	1,00 D	2,25 FGH	1,50 H
14. Locale	2,50 B	1,00 D	2,25 FGH	2,00 GH
15. KVX 396-18-10	1,00 D	1,00 D	2,25 FGH	3,75 ABCD
Moyenne		1,37		2,66
CV %		27		29
ppds (5 %)		0,72		1,15

* : Toutes les moyennes d'une même colonne suivies de la même lettre alphabétique ne sont pas différentes au seuil de 5 %.

*D1 : semis normal ; D2 : semis tardif

L'utilisation d'un nombre important de souches de *Colletotrichum* spp. permet de mieux apprécier l'efficacité de chacun des trois savons sur l'inhibition de la croissance de ces champignons responsables de la maladie des taches brunes du niébé. Si la différence du comportement des souches peut s'expliquer par la forte variabilité des champignons du genre *Colletotrichum*, les différences liées à l'action des savons pourraient s'expliquer par une composition différente des constituants de ces savons. La meilleure activité inhibitrice décelée avec le savon de karité sur la croissance d'un nombre important de souches de *C. capsici* peut s'expliquer par la quantité et la qualité des éléments constituants insaponifiables du beurre de karité utilisé pour la fabrication de ce savon. En effet, ce beurre renferme 3,5 à 17 % d'insaponifiable composé d'alcools triterpéniques ou résineux, de stérols, de carbures d'hydrogène, d'esters vireux, de latex (Nacoulma/Ouédraogo, 1996). La richesse en stérols, α carotène et stéroïdes de l'huile d'amendes de *Balanites* par rapport à l'huile de neem (Nacoulma/Ouédraogo, 1996), pourrait expliquer la différence d'efficacité de l'activité inhibitrice d'avec le savon de neem.

En permettant de réduire d'au moins de deux tiers la contamination des semences par *C. capsici*, ces différents savons présentent une perspective de substitution des produits chimiques en traitement des semences de niébé. La détermination précise des métabolites de la partie insaponifiable de chacun des savons responsables de ces activités inhibitrices devrait permettre une meilleure valorisation de ces produits locaux. Nous avons mis en évidence en application foliaire, une protection par les traitements précoces avec les savons de neem et de karité.

Compte tenu de la difficulté d'identification des plantes contaminées avant apparition des symptômes de taches brunes, l'application pratique de cette technique nous paraît difficile. Cependant, elle pourrait être envisagée dans les zones à forte pression de la maladie, notamment dans la zone de savane soudanienne du Burkina Faso. Il serait au préalable indiqué d'identifier les principes actifs de ces savons dotés d'une propriété inductrice de la résistance des plantes face à l'infection de *C. capsici* et de déterminer leur mode d'action. Cette piste de recherche devrait être explorée dans la mesure où des travaux récents de recherche, notamment dans le cas du pathosystème chou-fleur-*Peronospora parasitica* ont mis en évidence l'effet de substances inductrices de la résistance des plantes comme le Benzothiadiazole (Godard *et al.*, 1998).

Le Benlate T20 utilisé en traitement des semences à la dose de 5 % est efficace contre *C. capsici* et contre les autres pathogènes du niébé dont *M. phaseolina*. Il paraît cependant

étonnant que son efficacité soit limitée aussi bien pour *C. capsici* que pour *M. phaseolina*, lorsque les taux de contamination par ces pathogènes excèdent 35 % pour le premier pathogène et avoisinent les 30 % pour le second. Nos investigations futures utilisant plusieurs niveaux de contamination des semences par le pathogène, devraient répondre à cette interrogation.

L'utilisation du Benlate T20 en traitement des semences (5 g/kg de semences), suivie de deux applications foliaires du benomyl a permis de réduire la sévérité de la maladie des taches brunes, et de la gale, et de dégager un surplus de production en graines de niébé en zone de savane soudanienne. Le faible impact de la maladie des taches brunes du niébé en zone de savane soudano-sahélienne à la faveur de cette étude pourrait s'expliquer par la différence d'agressivité des souches du pathogène de cette zone par rapport à celle des souches de la zone de savane soudanienne. La manifestation tardive de la maladie sur les gousses suite à la mauvaise répartition de la pluviométrie (fig. 24) pourrait aussi avoir favorisé cette situation.

3.4. Conclusion à l'évaluation des méthodes de lutte contre la maladie des taches brunes brunes du niébé

Au regard de l'augmentation sans cesse de la production de niébé au Burkina et de la prévalence de maladies cryptogamiques majeures dont celle des taches brunes qui compromettent la culture, les différentes méthodes de lutte éprouvées dégagent des perspectives pour un contrôle de la maladie des taches brunes du niébé et contribuer à accroître la rentabilité de cette culture.

Elles peuvent se bâtir sur la démarche suivante :

- ⇨ Traitement des semences par le Benlate T20. Son effet sera d'autant plus efficace que les semences auront un faible niveau de contamination.
- ⇨ Application du Benlate SD50 en même temps que les deux traitements insecticides dans le but de réduire le coût des traitements de semence et de faciliter leur adoption par le plus grand nombre de producteurs ; les savons de karité, de *Balanites* et neem pourraient remplacer le Benlate T20 pour le traitement des semences.
- ⇨ Utilisation des savons de karité, de *Balanites* et de neem comme substitut du Benlate T20 en traitement des semences pour les producteurs les moins nantis.
- ⇨ Application foliaire du savon de karité qui s'est montré assez efficace en remplacement du Benlate SD50, si cette efficacité se confirmait .

- ↪ Utilisation des variétés présentant une certaine résistance à la maladie mais cette résistance doit être gérée dans l'espace et le temps, et le programme de création des nouvelles variétés résistantes doit tenir compte de l'existence des différents groupes pathogéniques de *Colletotrichum* dans le pays.

CONCLUSION GENERALE
ET PERSPECTIVES

En entreprenant notre étude, nous nous sommes fixé plusieurs objectifs :

- ↪ faire le point sur l'importance de la maladie des taches brunes du niébé, et étudier l'influence de quelques facteurs susceptibles de favoriser sa propagation dans les conditions du Burkina ;
- ↪ mieux connaître les agents pathogènes impliqués dans son développement ;
- ↪ développer des méthodes de lutte contre elle.

Plusieurs orientations ont ainsi été données à notre étude :

- ↪ La quantification des pertes de rendement en graines par la maladie, et l'influence des conditions de stockage des graines et de l'origine des semences sur la propagation de la maladie ;
- ↪ l'analyse de la diversité de l'agent pathogène dans des zones écologiques différentes ;
- ↪ la limitation de la contamination des semences par l'agent pathogène connu comme source primaire d'inoculum, et l'amélioration de l'état sanitaire des plantes au champ ;
- ↪ la recherche de source de résistance à la maladie.

Un rappel des points importants des résultats de notre approche permet de proposer une stratégie de lutte écologique et durable contre cette maladie, et de dégager les perspectives de recherche qui en découlent.

Evaluation des pertes de rendement en graines et influence des conditions de stockage et de l'origine des semences sur la propagation de la maladie

L'évaluation des pertes de rendement en graines dues à la maladie des taches brunes réalisée dans les conditions du Burkina Faso montre qu'elles peuvent dépasser 42 % en zone de savane soudanienne du pays, propice à son développement. Bien que ces pertes aient été relativement faibles dans les autres régions, il n'en demeure pas moins que le fort taux de contamination des graines des variétés améliorées par *C. capsici*, dans ces zones, constitue une menace importante à la propagation de la maladie dans le pays.

La nécessité d'utiliser des semences de niébé de même génération pour des résultats agronomiques fiables est mise en évidence avec l'effet de mémoire à la maladie des taches brunes qui semble exister chez les semences issues de plantes ayant été en contact avec le pathogène responsable de cette maladie. D'autre part, l'augmentation du taux de contamination de *C. capsici* dans les lots de semences stockées après leur traitement,

notamment par le système du film plastique, suggère que des mesures de protection de telles semences devront être prises avant leur utilisation.

Connaissance des agents pathogènes de la maladie des taches brunes

L'analyse de la diversité des pathogènes impliqués dans la manifestation de la maladie des taches brunes du niébé a permis de mettre en évidence une grande plasticité des caractères biomorphologiques, biométriques et biochimiques des souches de *Colletotrichum* spp. responsables de cette maladie, révélant ainsi la complexité d'une telle étude. Bien que chacun de ces caractères soit insuffisant pour la caractérisation de la diversité des souches présentes dans les trois zones d'étude, il est apparu de manière évidente que la plasticité qui les caractérise semble d'abord être influencée par la localité, puis par la variété d'isolement. Il a été aussi clairement montré que la divergence des souches à partir des caractères biochimiques est indépendante de leur divergence à partir des caractères biomorphologiques et biométriques.

. Le complexe *C. capsici/C. truncatum*

Les premiers travaux de Emeche et Mc Donald (1979) et de Emechebe (1981a) ont permis d'identifier *C. capsici* et *C. truncatum* comme agents responsables de la maladie des taches brunes du niébé au Nigeria et dans d'autres pays de l'Afrique de l'Ouest. Selon ces auteurs, la distinction de ces deux espèces est basée essentiellement sur les dimensions des conidies et leur agressivité sur cette plante. En abordant l'étude de la connaissance des *Colletotrichum* impliqués dans l'étiologie de la maladie des taches brunes dans le contexte du Burkina Faso, nous avons voulu savoir si ces deux espèces constituaient une seule entité ou deux entités différentes. Toutes les souches du Burkina Faso isolées du niébé produisant des acervules typiques et à spores falciformes ont montré une très grande variabilité des caractères biomorphologiques, biométriques et biochimiques et du pouvoir pathogène. Le regroupement de ces souches avec les souches de référence de *C. capsici* et de *C. truncatum*, et le regroupement des souches de référence entre elles diffèrent selon le critère considéré. De cette étude, il ressort que les limites des dimensions indiquées dans la littérature paraissent insuffisantes pour la distinction de ces deux espèces de *Colletotrichum*. Il semble alors plus judicieux de garder toutes ces souches capables d'attaquer le niébé dans le complexe *C. capsici/C. truncatum* et de les identifier par la présence d'acervules typiques et de spores falciformes.

. Mise en évidence d'un nouveau taxon de *Colletotrichum* dans la manifestation des taches brunes

Lors des isollements à partir des symptômes de taches brunes, plusieurs isolats obtenus dans la zone sahélienne ont présenté des caractères culturels très différents de ceux des isolats du complexe *C. capsici/C. truncatum*. Ces souches qualifiées de **particulières** se distinguent de celles de *C. capsici/C. truncatum* par des colonies noires sur milieu PDA et l'absence d'acervules typiques. Elles ont des spores très courtes et très larges, la largeur maximum se situant à la partie médiane. Ces souches ont reproduit les symptômes de la maladie des taches brunes. Il s'agit là d'un nouveau taxon de *Colletotrichum* d'après les informations fournies par CABI-BIOSCIENCE. Pour l'instant ce taxon n'a été trouvé qu'à la Station de Pobé située dans la zone sahélienne du Burkina Faso et une étude s'avère nécessaire pour savoir si elle est confinée ou non à cette zone.

Développement des méthodes de lutte

Nous avons privilégié le développement de méthodes de lutte permettant une gestion durable et efficace contre cette maladie, respectueuse de l'environnement et accessibles aux différentes catégories de producteurs de niébé. Dans l'étude de l'efficacité des solutions de savons du karité, du *Balanites*, du neem, nous avons pu déceler une activité fongistatique *in vitro* des solutions de ces savons sur la germination des spores des souches de *Colletotrichum*, par une inhibition de la croissance de leurs colonies en boîtes de Petri. Cette activité fongistatique est meilleure avec le savon de karité suivi du savon de *Balanites*. Une exploitation de cette propriété est envisagée comme moyen de lutte contre cette maladie du niébé.

. Limitation de la contamination des semences par les agents pathogènes

Les semences contaminées étant la source primaire d'inoculum, des solutions ont été recherchées pour abaisser au maximum le niveau de contamination des graines.

Les solutions de savons utilisées en association à 2 % ou les solutions seules à 5 % pour le savon de karité et le savon de neem et à 10 % pour le savon de *Balanites* se sont montrées les plus efficaces, par la réduction de deux tiers du taux de contamination de *C. capsici* dans les semences fortement contaminées par le pathogène. Ces différentes solutions de savons à partir

de 2 % de concentration permettent aussi une réduction de moitié du taux de contamination de *M. phaseolina*, autre pathogène important du niébé.

Parmi les fongicides étudiés en traitement des semences, le Benlate T20 utilisé à la concentration de 5 % en solution dans l'eau par le trempage des graines durant 10 mn est celui qui montre une efficacité contre *C. capsici* et d'autres pathogènes portés dans les semences de niébé. Nos résultats montrent cependant que sa recommandation est utile et nécessaire lorsque la contamination initiale des lots de semences par le pathogène n'excède pas 35 %.

. Limitation de la maladie sur plantes de niébé

Plusieurs fongicides ont été testés en traitement de semences et en application foliaire. La combinaison Benlate T20 en traitement de semences (2,5 ou 5 g/kg de semences) et Benlate SD50 (400g de benomyl/ha dans 400 litres d'eau) en deux applications foliaires en même temps que les traitements insecticides, a permis trois années consécutives, d'abaisser l'incidence et la sévérité de la maladie, et d'accroître la production à Farako-bâ où les dégâts sont habituellement importants. Par contre, avec les solutions de savons, seule l'application foliaire du savon de karité à 2 % de concentration a permis de réduire d'un tiers l'indice d'infection des plantes inoculées par *C. capsici*.

. Nécessité d'une gestion des sources de résistance à la maladie des taches brunes

Les tests de pathogénicité ont mis en évidence une interaction différentielle entre 20 souches de *Colletotrichum* et sept variétés de niébé. L'existence de groupes pathogéniques tant au sein du complexe *C. capsici/C. truncatum* que du nouveau taxon de *Colletotrichum* est évidente. Mais ces groupes pathogéniques ne peuvent être comparés à ceux décrits par Emechebe (1981a).

Des variétés comme TVX 3236 et KN1 qui ont montré une résistance dans différentes localités du Burkina Faso ou d'autres pays, se sont révélées assez sensibles à certaines souches en conditions de laboratoire. A la faveur de la mise en évidence d'un nombre important des groupes pathogéniques des pathogènes de la maladie des taches brunes, et compte tenu de la difficulté à disposer d'une connaissance des populations existantes dans une localité, l'utilisation des variétés dites résistantes doit s'accompagner d'un suivi de leur comportement dans le temps.

Proposition d'une démarche pour une lutte écologique et durable et perspectives d'amélioration de cette lutte contre la maladie des taches brunes

Sur la base des informations générées au cours de notre étude et de nos investigations antérieures, la stratégie de lutte écologique et durable contre la maladie des taches brunes du niébé au Burkina Faso devrait s'appuyer sur la démarche suivante :

- ⇨ production de semences à faible taux de contamination en contre saison dans les sites où les facilités d'irrigation existent, puisque la multiplication des semences dans ces conditions permet de minimiser leur niveau de contamination par le pathogène, (INERA, 1997)
- ⇨ traitement de ces semences au Benlate T20 (5 g/kg de semences) ou avec les solutions de savons à 5 % ;
- ⇨ applications foliaires (deux) avec le Benlate SD50 en même temps que les applications d'insecticides dans la zone de savane soudanienne en attendant une confirmation de l'efficacité de la solution du savon de karité ;
- ⇨ suivi des variétés dites résistantes pour s'assurer de leur adaptabilité à une région donnée et de la durabilité de leur résistance qui est une connaissance *à posteriori* basée sur les notions de temps et d'espace (Johnson, 1984).

Pour accroître la durabilité de cette lutte, les investigations ultérieures devraient porter sur les points suivants :

- ⇨ meilleure connaissance de la distribution du nouveau taxon de *Colletotrichum* et des populations qui la composent ;
- ⇨ étude de la transmission de ce taxon aux semences et recherche de source de résistance pour éviter sa propagation ;
- ⇨ les savons ayant une action fongistatique, la recherche d'une plus grande efficacité de leur activité devrait être envisagée ;
- ⇨ identifier les principes actifs des savons et élaborer des formulations adéquates de ces principes en vue d'utiliser les produits locaux comme alternative aux fongicides ;
- ⇨ bâtir le nouveau programme de création et d'identification de variétés résistantes en tenant compte de l'existence dans le pays de plusieurs groupes pathogéniques de *Colletotrichum* induisant la maladie des taches brunes.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Adabasi J.A., Singh B.B., Ladein de T.A.O., Shoyinka S.A., Emechebe A.M., 1987. Inheritance of resistance to brown blotch, *Septoria* leaf spot and scab in cowpea (*Vigna unguiculata* [L.] Walp.). *India Journal of Genetics*, **47** : 299-303.

Adam T., 1990. Diseases affecting cowpea (*Vigna unguiculata* (L) Walpers in Niger. *Ambio*, **19** (8) : 358 - 360

Adaskaveg J.E., Hortin R.J., 1997. Characterization of *Colletotrichum acutatum* Isolates causing Anthracnose of Almond and Peach in California. *Phytopathology*, **87** (9) : 979 - 987.

Agostini J. P., 1992. Selective isolation procedures for differentiation of two strains of *Colletotrichum gloeosporioides* from *Citrus*. *Plant Disease*, **76** (11) : 1176-1178.

Alabi O., 1981. Fungicidal control of seed-borne infection of *Colletotrichum capsici* (Syd.) Butler and Bisby, the causal agent of cowpea brown blotch. Paper presented at 11th annual conference of the Nigerian Society for Plant Protection, Feb 1981, University of Nigeria, Nsukka, Nigeria.

Alabi O., 1994. Epidemiology of cowpea brown blotch induced by *Colletotrichum capsici* and assessment of crop losses due to the disease. Ph D thesis, Ahmadu Bello University, Zaria, Nigeria, 95 p.

Alabi O., Emechebe A. M., 1990. Field evaluation of seed treatment and foliar spray for the control of cowpea brown blotch induced by *Colletotrichum capsici*. *Samaru Journal of Agricultural Research*, **7** : 151-158.

Alabi O., Emechebe A. M., Tyagi P. D., 1986. Laboratory and screen-house evaluation of fungicide for the control of brown blotch of cowpea. *Samaru Journal of Agricultural Research*, **4** (1&2) : 25-33.

Allen D. J., 1983. The Pathology of Tropical Food Legumes. Diseases resistance in crop improvement. John Wiley and Sons, Chichester, UK.

Allen D. J., Emechebe A. M., Ndimande B., 1981. Identification of resistance in cowpea to diseases of the African Savannas. *Tropical Agriculture*, **58** (3) : 267-274.

Ali M.E.K., Warren H.L., 1987. Physiological races of *Colletotrichum graminicola* on sorghum. *Plant Disease*, **71** (5) : 402-404.

Arx J.A. von, 1957. Die Arten der Gattung *Colletotrichum* Corda. *Phytopathologische Zeitschrift*, **29**: 413-468.

Arx J.A. von, 1981. The Genera of Fungi sporulating in pure culture. 3rd ed J. Cramer, Vaduz.

Barbara J. S., 1990. Morphological, cultural, and pathogenic variation among *Colletotrichum* species isolated from Strawberry. *Plant Disease*, **74** (1) : 69-76.

- Baudoin J. P., Maréchal R., 1985.** Genetic diversity in *Vigna*. *In* Cowpea Research, Production and Utilization. Singh S. R., Rachie K. O. (Eds) John Wiley and Sons, Chichester, UK : pp 3-9.
- Bertheau Y., Tempé J., 1990a.** Détection des agents phytopathogènes par hybridation moléculaire. *Phytoma*, **423** : 25-32.
- Bertheau Y., Tempé J., 1990b.** L'amplification enzymatique *in vitro* d'ADN, ou PCR. Une technique d'avenir pour la détection des agents phytopathogènes. *Phytoma*, **423** : 39 - 43.
- Bihari L., 1977.** The influence of phosphorus sources on the growth and the sporulation of three isolates of *Colletotrichum capsici* (Syd.) Butler and Bisby. *Proc. of the National Acad. of Sci. India*, **47** (B) III : 169-171.
- Bois D., 1927.** Les plantes alimentaires chez tous les peuples et à travers les âges. Tome I. Paul Lechevalier, Paris (Encyclopédie biologique), 593 p.
- Bonde M.R., Peterson G.L., Emmett R.W., Menge J.A., 1991.** Isozyme comparisons of *Septoria* isolates associated with *Citrus* in Australia and the United States - *Phytopathology*, **81** (5) : 517-521.
- Boyette C.D., 1991.** Host range and virulence of *Colletotrichum truncatum*, a potential mycoherbicide for hemp sesbania (*Sesbania exalta*). *Plant Disease*, **75** : 62-64.
- Bryson R. J., Caten C. E., Hollomon D. W., Bailey J. A., 1992.** Sexuality and Genetics of *Colletotrichum*. *In* *Colletotrichum* : Biology, Pathology and Control. Bailey J. A., Jeger M. J. (Eds). C.A.B. International, Wallingford, England : pp 27-46.
- Burdon J.J., Marshall D.R., 1983.** The use of isozymes in plant disease research. *In* Isozymes in plant genetics and breeding, part A. Tanksley S.D., Orton T.J. (Eds). Elsevier Sciences publishers B.V., Amsterdam : pp 401-413.
- Cardwell K. F., Hepperty P.R., Frederiksen R.A., 1989.** Pathotypes of *Colletotrichum graminicola* and seed transmission of sorghum anthracnose. *Plant Disease*, **73** : 255 - 257.
- Cartwright D.K., 1992.** Preliminary assessment of *Colletotrichum* as a potential mycoherbicide for control of pitted Morningglory. *Plant Disease*, **76** (10) : 995-998.
- Charrier A., Bannerot J., 1970.** Contribution à l'étude des races physiologiques de l'anthracnose du haricot. *Annales de Phytopathologie*, **2** : 489-506.
- Chi-Chang C., Hun-Yung H., 1968.** Studies on the anthracnose of China Fir. *Botanical Bulletin of Academia sinica*, **9** (2) : 89-102.
- Chidambarau P., Mathur S.B., Neergaard P., 1973.** Identification of seed-borne *Drechslera species*. *Friesta*, **X** (3) : 165 - 207.

Chopra B.L., Singh T.H., Parkash R., 1975. Effect of boll rot phase of anthracnose on germination and technological properties of cotton fibre. *J. of res. Punjab. Agric. Univ.*, **12** (1): 1-5.

Chowdhury S., 1957. Studies on the development and control of fruit rot of chillies. *Indian Phytopathology*, **10** (1) : 55-62.

CIMAC, 1996. Rapport préliminaire sur les inventaires des gaz à effet de serre au Burkina Faso, CIMAC/Danmark, 58 p.

Clare B. G., Zentmyer G. A., 1966. Starch gel electrophoresis of proteins from species of *Phytophthora*. *Phytopathology*, **56** : 1334-1335.

CNRST, 1994. Programme de recherche sur la gestion des ressources naturelles et système de production (GRN/SP). Proposition d'activités de recherche, de moyens humains et de conditions de mise en oeuvre, 63 p.

CNRST, 1995a. Plan stratégique de la recherche scientifique : Recherches Agricoles, Gestion des Ressources Naturelles et Systèmes de Productions, Burkina Faso, 86 p.

CNRST, 1995 b. Plan stratégique de la recherche scientifique : Recherches Agricoles, Productions Végétales : oléagineux annuels et légumineuses à graines, 29 p.

Cook R.T.A., Pereira J.L., 1976. Strains of *Colletotrichum coffeamum*, the causal agent of coffee berry disease tolerant to benzimidazole compounds in Kenya. *Annals of Applied Biology*, **83** : 365-379.

Dabiré C., Suh J. B., 1988. Insectes nuisibles du niébé et lutte contre leurs dégâts au Burkina Faso. *In* Etat de la recherche sur la culture du niébé en Afrique centrale et occidentale semi-aride. Muleba N., Emechebe A. M. (Eds). RENACO et IITA/SAFGRAD, Ouagadougou : pp 29-31.

Dahal G. P., Amatya P., Manandhar H. K., 1992. Plant diseases in Nepal. *Review of Plant Pathology*, **71** (1) : 797-807.

Dang J.K., Thakur D.F., Grover R.K., 1983. Control of pearl millet downy mildew caused by *Sclerospora graminicola* with systemic fungicides in an artificially contaminated plot. *Annals of Applied Biology*, **102** : 99-106.

Davis R. D., Boland R. M., Howitt C. J., 1992. Colony descriptions, conidium morphology, and the effect of temperature on colony growth of *Colletotrichum gloeosporioides* isolated from *Stylosanthes* spp. growing in several countries. *Mycological Research*, **96** (2) : 128-134.

Denoyes B., Baudry A., 1995. Species identification and pathogenicity study of French *Colletotrichum* strains isolated from Strawberry using morphological and cultural characteristics. *Phytopathology*, **85** (1) : 53-57.

Drjifhout E., Davis J.H.C., 1987. Selection of a new set of homogeneously reacting bean (*Phaseolus vulgaris*) differentials to differentiate races of *Colletotrichum lindemuthianum*. *Plant Pathology*, **38** : 391-396.

DSAP/MARA, 1995. Enquête nationale de statistiques agricoles (ENSA 1993). Rapport d'analyse. DSAP/MARA, 128 p.

DSAP/MARA, 1997. Production par culture pour l'ensemble du Burkina de 1992 à 1996.

Egley G. H., Hanks J. E., Boyette C. D., 1993. Invert emulsion droplet size and mycoherbicidal activity of *Colletotrichum truncatum*. *Weed Technology*, **7** : 417 - 424.

Emechebe A.M., 1981a. Brown blotch of cowpea in northern Nigeria. *Samaru Journal of Agricultural Research* **1** (1) : 20-26.

Emechebe A.M., 1981b. Control of the three major fungal diseases of cowpea by fungicidal sprays at Samaru. Paper presented at the 11th annual conference of the Nigerian Society for Plant Protection at Nsukka, Feb. 16-18, 1981.

Emechebe A.M., 1986. Cowpea pathology. *In* Grain Legume Improvement Program Annual Report 1985. IITA, Ibadan, Nigeria : pp 69-100.

Emechebe A.M., 1988. Cowpea Pathology in Northern Nigeria, including screening cowpea for resistance to main diseases. *In* State of cowpea research in semi-arid zones of west and Central Africa. Muleba N., Emechebe A.M. (Eds). RENACO and IITA/SAFGRAD, Ouagadougou : pp 48-50.

Emechebe A.M., McDonald D., 1979. Seed-borne pathogenic fungi and bacteria of cowpea in northern Nigeria. *PANS*, **25** (4) : 401-404.

Emechebe A.M., Shoyinka S.A., 1985. Fungal and bacterial diseases of cowpeas in Africa. *In* Cowpea Research, Production and Utilisation. Singh S.R., Rachie K.O. (Eds). John Wiley and Sons, Chichester, UK : pp 173-192.

Emechebe A.M., Alabi O., Tarfa M., 1994. Field evaluation of seed treatment for the control of cowpea scab, brown blotch and septoria leaf spot in Nigeria's northern Guinea Savanna. *In* Progress in food grain research and production in semi-arid Africa. Menyonga J.M., Bezuneh T., Yayock J.Y., Soumana I. (Eds). OAU/STRC-SAFGRAD, Ouagadougou, Burkina Faso : pp 127-135.

Emechebe A.M., Florini D.A., 1997. Shoot and pod diseases of cowpea induced by fungi and bacteria. *In* Advances in Cowpea Research. Singh B.B., Mohan Raj D.R., Dashiell K.E., Jackai L.E.N. (Eds). Copublication of International Institute of Tropical Agriculture (IITA) and Japan International Research Center for Agricultural Sciences (JIRCAS), IITA, Ibadan, Nigeria: pp 176-192.

Fatima R., Mathur S. B. and Neergeard P., 1974. Importance of *Drechslera maydis* on seed of crops other than maize. *Seed Science and Technology*, **2** : 371-383.

Fairbanks G., Steck T.L., Wallach D.F. H., 1971. Electrophoretic analysis of the major polypeptides of the human erythrocyte membrane. *Biochemistry*, **10** : 2606-2607.

Fontès J., Diallo A., Compaoré J.A., 1994. Carte de la végétation naturelle et de l'occupation du sol. Burkina Faso. Institut de la carte internationale de la végétation, UMR 9964 du CNRS/Université Paul Sabotier de Toulouse (France), IDR/FAST/Université de Ouagadougou. Direction Scientifique de Blasco F. et de Guinko S.

Godard J.F., Ziadi S., Monot C., Le Corre D., Silué D., 1998. CGA 245704, a Benzothiadiazole-derived compound induces resistance in cauliflower (*Brassica oleracea* var Botrytis) to downy mildew of crucifers caused by *Peronospora parasitica*. *In* Modern fungicides and antifungal compounds. 12th International Reinharsbrunn Symposium, Friedrichroda, Allemagne, 24-29 mai, 1998 (sous presse).

Goli A.E., Begeman F., Ng N.Q., 1988. Germplasm diversity in Bambarra groundnut and prospect for its improvement. Genetic Resources Unit, IITA (IBADAN), Nigeria. Paper to be presented at the workshop on genetic resources of selected crops in Africa, Ibadan, 17 - 20 october 1988, 20 p.

Gottlieb D., Hepden P.M., 1966. The electrophoretic movement of proteins from various *Streptomyces* species as taxonomy criterium. *Journal of Genetic Microbiology*, **44** : 95-104.

Geiger J.P., Lourd M., Hugenin B., 1980. Les *Colletotrichum* agents d'antracnose en Côte d'Ivoire. II - Polymorphisme enzymatique dans une collection d'isolats de *Colletotrichum gloeosporioides* Pent. *Annales de Phytopathologie*, **12** (3) : 177-191.

Griffee P.J., 1973. Resistance to benomyl and related fungicides in *Colletotrichum musae*. *Transaction of the Brihish Mycological Society*, **60** : 433-439.

Guerin L., Briard M., Rouxel F., 1994. Biochemical characterization of *Pythium* spp. involved in cavity spot of carrot in France. *Annals of Applied Biology*, **125** : 255 - 265.

Guinko S., 1984. Végétation de la Haute-Volta. Thèse de Doctorat ès Sciences Naturelles. Université de Bordeaux II, tomes I et II, 394 p.

Guinko S., 1989. Contribution à l'étude de la végétation et de la flore du Burkina Faso (ex Haute-Volta). I. Les territoires phytogéographiques. *Bulletin de l'Institut Fondamental d'Afrique Noire*, Tome 46, Série A, n°1-2, 1984-1985 : 129-139.

Gupta J. S., Agrawal M. B., Dixit R. B., Agrawal M. Km., 1981. Effect of metabolites from different host plants on conidial germination of *Colletotrichum graminicola* and *C. capsici*. *Geobios*, **8** (5) : 226 - 227.

Hall A.E., Patel P.N., 1987. Cowpea improvement for Semi-Arid Regions of Sub-Saharan Africa. *In* Food Grain Production in Semi-arid Africa. Menyonga J.M., Bezuneh T., Youdeowei A. (Eds). OAU/SAFGRAD, Ouagadougou, Burkina Faso : pp 279-290.

Hall R., Zentmyer G.A., Erwin D.C., 1969. Approach to taxonomy of *Phytophthora* through acrylamide gel-electrophoresis of proteins. *Phytopathology*, **59** : 770-774.

Hampton R.O., Thottappilly G., Rossel H. W., 1997. Viral diseases of cowpea and their control by resistance-conferring genes. *In* Advances in Cowpea Research. Singh B.B., Mohan Raj D.R., Dashiell K.E., Jackai L.E.N. (Eds). Copublication of International Institute of Tropical Agriculture (IITA) and Japan International Research Center for Agricultural Sciences (JIRCAS) IITA, Ibadan, Nigeria : pp 159-175.

Hedge R.K., Sachchidananda J., Chenulu V.V., Munjal R.L., 1967. Serology in the differentiation of physiologic races of *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magn.) Brix Cav. Determination of varietal resistance to disease. *Indian Phytopathology*, **6** : 166 - 167.

Huguenin B., Lourd M., Geiger J.P., 1982. Comparaison entre isolats de *Colletotrichum falcatum* et *Colletotrichum graminicola* sur la base de leurs caractéristiques morphologiques, physiologiques et pathologiques. *Phytopathologische Zeitschrift*, **105** : 293-304.

INERA, 1989 - Rapport annuel de campagne 1988. Programme oléagineux annuels et légumineuses à graines. Maladie des taches brunes de niébé, 9 p.

INERA, 1990 - Rapport annuel - Programme Protéagineux, 316 p.

INERA, 1991 - Rapport annuel 90 - Programme Protéagineux, 80 p.

INERA, 1997 - Rapport de synthèse des activités 1996 - 1997 de l'Institut de l'Environnement et des Recherches Agricoles, 199 p.

INSD, 1990. Recensement général de la population du Burkina Faso, 1985. Analyse des résultats définitifs, 318 p.

INSD, 1996. Le profil de pauvreté du Burkina Faso. Première édition, 170 p.

INSD, 1997. Recensement général de la population et de l'habitation au Burkina Faso : population résidente des départements et provinces du Burkina Faso (Données provisoires), 12 p.

IITA, 1977. Annual Report. IITA, Ibadan, Nigeria.

IITA, 1979. Annual Report. IITA, Ibadan, Nigeria.

IITA, 1982. Annual Report. IITA, Ibadan, Nigeria.

IITA, 1983. Annual Report. IITA, Ibadan, Nigeria.

IITA, 1984. Research highlights. IITA, Ibadan, Nigeria.

IITA-SAFGRAD, 1981. Rapport annuel 1981 comprenant le projet niébé CRDI Haute-Volta.

IITA - SAFGRAD, 1982. Annual Report. IITA-SAFGRAD, Ouagadougou, Burkina Faso.

IITA - SAFGRAD, 1983. Annual Report. IITA-SAFGRAD, Ouagadougou, Burkina Faso.

IITA - SAFGRAD, 1984. Annual Report. IITA-SAFGRAD, Ouagadougou, Burkina Faso.

Jackai L.E.N., Adalla C.B., 1997. Pest management practices in cowpea : a review. *In* Advances in Cowpea Research. Singh B.B., Mohan Raj D.R., Dashiell K.E., Jackai L.E.N. (Eds). Copublication of International Institute of Tropical Agriculture (IITA) and Japan International Research Center for Agricultural Sciences (JIRCAS), IITA, Ibadan, Nigeria : pp 240 - 258.

Jhamaria S. L., Ghemawat M.S., 1991. Possible correlation between sporulation and virulence in some isolates of *Colletotrichum falcatum*, the red rot pathogen of sugarcane. *Journal of Plant Diseases and Protection*, **98** (1) : 77 - 79.

Johnson R., 1984. A critical analysis of durable resistance. *Annual Review of phytopathology*, **22** : 309 - 330.

Kaboré H., Sawadogo K., Ouali F., Ido B.D., 1997. Diagnostic approfondi du secteur agricole et d'élevage pour l'élaboration d'une stratégie de croissance durable du secteur agricole et de l'élevage - MARA Burkina Faso/Cellule de Coordination du PASA, 182 p.

Kaboré T. S., 1996. Innovations technologiques et efficacité économique dans les systèmes de production du Bulkiemdé et du Sanguié au Burkina Faso. Thèse de Doctorat 3^e cycle, Faculté des Sciences Economiques et de Gestion (Université Nationale de Côte d'Ivoire), Centre Ivoirien de Recherches Economiques et Sociales, 177 p.

Kassam. A. H., 1976. Crops of the West African semi-arid tropics. International Crops Research Institute of the semi-arid tropics, Hyderabad, 154 p.

Khare M.N., Chacko S., 1983. Factors affecting seed infection and transmission of *Colletotrichum dematium* f. sp. *truncatum* in soybean. *Seed Science and Technology*, **11** (3) : 853-858.

Konaté G., 1991. Maladies virales au Burkina Faso. *In* Expérimentation agricole et transfert de technologies avec le niébé comme exemple. Muleba N., Detognon J. (Eds). Book Builders Ltd, Ibadan, Nigeria : pp 65.

Kulhsrestha D.D., Mathur S.B., Neergaard P. 1976 - Identification of seed - borne species of *Colletotrichum*. *Friesta*, **XI** (2) : 116 - 125.

- Laemmli U.K., 1970.** Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature*, **227** : 680-685.
- Lenné J.M., 1992.** *Colletotrichum* Diseases of Legumes. *In Colletotrichum : Biology, Pathology and Control.* Bailey J. A., Jeger M.J. (Eds). C.A.B. International, Wallingford, England : pp 134 - 166.
- Lepoivre P., Kumert J., Colinet D., Duterne O., Anceau C., 1994.** Techniques moléculaires de détection et d'identification des agents phytopathogènes. *Cahiers Agricultures*, **3** : 217 - 225.
- Leroux P., 1991.** Résistance des champignons phytopathogènes aux fongicides. *Phytoma*, **403** : 20-26.
- Leuchtman A., Clay K., 1990.** Isozyme variation in the *Acremonium Epichloe* fungal endophyte complexe. *Phytopathology*, **80** (10) : 1133 - 1139.
- Ling L., Lin L.R., 1946.** On the occurrence of *Colletotrichum capsici* in China. *Indian Journal of Agriculture Science*, **14** : 162 - 167.
- Lourd M., Geiger J.P., Goujon M., 1979.** Les *Colletotrichum* agents d'antracnose en Côte-d'Ivoire. I - Caractéristiques morphologiques et culturales d'isolats de *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. *Annales de Phytopathologie*, **11** (4) : 483 - 495.
- Maholay M. N., Sohi H.S., 1978.** Studies of the seed borne infection of *Colletotrichum capsici* (Syd.) B & B. on cowpea and its control. *Indian Journal of Horticulture*, **35** (1) : 74 - 77.
- MARA, 1996.** Projet de renforcement des services d'appui aux producteurs. Rapport de post évaluation de la phase II (document de référence), 65 p.
- MAE/CILSS, 1990.** Plan céréalier du Burkina Faso. Tome 3. Analyses et propositions, 322 p.
- Maréchal R., Mascherpa J.M., Stainier F., 1978.** Etude taxonomique d'un groupe complexe d'espèces des genres *Phaseolus* et *Vigna* (Papilionaceae) sur la base de données morphologiques et polliniques, traitées par l'analyse informatique. *Boissiera*, **28** : 1-273.
- Maurin N., Rezanoor H.N., Lamkadmi Z., Somé A., Nicholson P., 1995.** A comparison of biological, molecular and enzymatic markers to investigate variability within *Microdochium nivale* (Fries) Samuels and Hallett. *Agronomie*, **15** : 39 - 47.
- McLean S. K., Roy K.W., 1991.** Weeds as a source of *Colletotrichum capsici* causing anthracnose on tomato fruit and cotton seedlings. *Canadian Journal of Plant Pathology*, **13** : 131-134.

Messiaen C. M., 1981. Les champignons phytopathogènes. *In* Traité de phytopathologie, ouvrage collectif sous la direction de J. Semal. Presses Agronomiques de Gembloux : pp 179 - 233.

MFP, 1993. Consultation sectorielle sur le programme d'ajustement du secteur agricole du Burkina Faso. Documents de support, tome 1, 148 p.

Micales J.A., Bonde M.R., Peterson G.L., 1986. The use of isozyme analysis in fungal taxonomy and genetic. *Mycotaxon*, XXVII : 405 - 449.

Mills S.D., Förster H., Coffey M.D., 1991. Taxonomic structure of *Phytophthora cryptogea* and *P. drechsleri* based on isozyme and mitochondrial DNA analyses. *Mycological Research*, 95 (1) : 31-48.

Misra A.P., Dutta K.K., 1963. Studies on anthracnose fungi. A comparative study of two isolates of *Colletotrichum capsici* (Syd.) Butler and Bisby. *Journal of Indian Botanical Society*, 42 (1) : 74 -75.

Mordue J.E.M., 1971. *Colletotrichum capsici* - CMI Description of Pathogenic Fungi and Bacteria N° 317. Commonwealth Mycological Institute, Ferry lane, Kew Surrey, England.

Musselman L.J., Bharathalakshmi S.B., Safa D.A., Knepper K.I., Mohamed K.I., White C.L., 1991. Recent research on the biology of *Striga asiatica*, *S. gesnerioides* and *S. hermonthica*. *In* Combating *Striga* in Africa. Kim S.K. (Edt.). IITA, Ibadan, Nigeria : pp 31 - 41.

Nacoulma/Ouédraogo O. G., 1996. Plantes médicinales et pratiques médicales traditionnelles au Burkina Faso : cas du Plateau Central. Thèse de doctorat d'état, Université de Ouagadougou, 2 tomes, 578 p.

Naik B.H.K., Anihkumar T.B., 1991. Conidial production and germination in carbendazim and thiophanate resistant strains of *Colletotrichum lindemuthianum* from cowpea. *Zentralblatt für Mikrobiologie*, 146 (7-8) : 463-465.

Neergaard P., 1983 - Seed Pathology - Vol I & II. The Mac Millan Press LTD, London, Basingtoke, 1191 p.

Ng N.Q., Maréchal R., 1985. Cowpea taxonomy, origin and germplasm. *In* Cowpea Research, Production and Utilization. Singh S.R., Rachie K.O. (Eds). John Wiley and Sons, Chichester, UK : pp 11-21.

Neya A., 1997. Relations entre *Sorghum bicolor* (L.) Moench et *Colletotrichum grominicola* (Ces.) wilson : variabilité, résistance variétale et pertes de rendement. Thèse de Doctorat de l'E.N.S.A. de Rennes, mention protection des cultures, 63 p.

Norman D.W., 1972. An economic survey of three villages in Zaria Province. Input-output study. *Samaru Miscé Pap*, 37.

Okioaga D.M., 1976. Occurrence of strains of *Colletotrichum coffeanum* resistant to methyl benzimidazol - 2 - yl-carbamate (carbendazim) and chemically-similar compounds. *Annals of Applied Biology*, **84** : 21-30.

Okpala R.O., 1981. Host range and survival of *Colletotrichum capsici* (Syd.) Butler and Bisby and its interaction with cowpea lines in northern Nigeria. MSc thesis, Ahmadu Bello University, Zaria, Nigeria.

Oladiran A.O., 1980. Evaluation of fungicides and insecticides combinaison in the control of cowpea disease and on plant growth. *Tropical Grain Legume Bulletin*, **17** (8) : 13-15.

Oladiran A.O., 1990. The effect of fungicides and insecticides singly and in combinaison on the control of brown blotch and podborer infestation and yields of *Vigna unguiculata* (L.) Walp. *Tropical Pest Management*, **36** (4) : 397-402.

Oladiran A.O., Oso B.A., 1985. Interactions between fungicides/insecticides and spraying regimes in the control of fungal diseases, insects, pests and yield of cowpea *Vigna unguiculata* (L.) Walp. *Journal of Agricultural Science*, **105** : 45-49.

Oladiran A.O., Oso B.A., 1993. Comparative susceptibility of some cowpea lines to brown blotch. *Tropical Grain Legume Bulletin*, **28** : 10 - 17.

Onesirosan P.T., Barker L.N., 1971. Stem anthracnose of cowpea in Nigeria. *Plant Disease Reporter*, **55** (9) : 820 - 822.

Ornstein L., 1964. Disc electrophoresis : I. Background and theory. *Annals of New York Academic Science*, **121** : 321-349.

Oudemans P., Coffey M.D., 1991. Isozyme comparison within and among worldwide sources of three morphologically distinct species of *Phytophthora*. *Mycological Research*, **95** (1) : 19 - 30.

Ouédraogo S., Ky E., Diallo B. 1997. Impact de la dévaluation du franc CFA sur la filière niébé INERA/CEDRES, PRISAS, 40 p.

Ouédraogo S., Diallo B., 1996. Diagnostic de la filière niébé : Contraintes et potentialités, 33 p.

Ouédraogo T., J., 1991 (a). Principales maladies bactériennes et cryptogamiques au Burkina Faso. *In* Experimentation agricole et transfert de technologies avec le niébé comme exemple. Muleba N., Detognon J. (Eds). Book Builder Ltd., Ibadan, Nigeria : pp 63 - 64.

Ouédraogo T. J., 1991 (b). Dégâts du striga au Burkina Faso. *In* Expérimentation agricole et transfert de technologies avec le niébé comme exemple. Muleba N., Detognon J. (Eds). Book Builders Ltd., Ibadan, Nigeria : pp 66 - 68.

Padulosi S., Ng N.G., 1997. Origin, taxonomy, and morphology of *Vigna unguiculata* (L.) Walp. *In* Advances in Cowpea Research. Singh B.B., Mohan Raj D.R., Dashiell K.E., Jackai L.E.N. (Eds). Copublication of International Institute of Tropical Agriculture (IITA) and Japan International Research Center for Agricultural Sciences (JIRCAS), IITA, Ibadan, Nigeria : pp 1 - 12.

Page O.T., 1965. The influence of light and other environmental factors on mycelial growth and sclerotial production of *Botrytis squamosa*. *Canadian Journal of Botany*, **34** : 881 - 890.

Pring R. J., Nash C., Zakaria M., Bailey J.A., 1995. Infection process and host range of *Colletotrichum capsici*. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, **46** : 137 - 152.

Powers H. E. Jr., Snow G., Lin D., Hubbes M., 1991. Isozyme analysis as an indicator of synonymy of the causal agents of gall rust on Sand and Virginia Pine. *Plant Disease*, **75** (12) : 1225 - 1227.

Quin F.M., 1997. Introduction to Advances in Cowpea Research. *In* Advances in Cowpea Research. Singh B.B., Mohan Raj D.R., Dashiell K.E., Jackai L.E.N. (Eds). Copublication of International Institute of Tropical Agriculture (IITA) and Japan International Research Center for Agricultural Sciences (JIRCAS), IITA, Ibadan, Nigeria, 375 p.

Rachie K. O., 1985. Introduction to Cowpea Research, Production and Utilization. *In* Cowpea Research, Production and Utilization. Singh S.R., Rachie K.O.(Eds) John Wiley and Sons, Chichester, UK, pp XXI - XXVIII.

Roberts R.G., Snow J.P., 1990. Morphological and Pathological studies of *Colletotrichum capsici* and *Colletotrichum indicum*. *Mycologia*, **82** : 82-90.

Rodriguez-Marcano A., Sinclair J.B., 1982. Variation among isolates of *Colletotrichum dematium* var. *truncata* from Soybean and three *Colletotrichum* spp. to Benomyl. *J. Agric. Univ. P.R.-P.R.*, **66** (1) : 35-43.

Rodriguez R.J., Redman R.S., 1993. Molecular transformation and genome analysis of *Colletotrichum*. *In* *Colletotrichum* : Biology, Pathology and Control. Bailey J.A., Jeger M.J. (Eds). CAB International, Wallingford, England : pp 47-66.

Roger L., 1953. Phytopathologie des pays chauds. Paul Lechevalier (Ed.) Paris, tome II. 2256 p.

Roy K.W., 1982. Seedling diseases caused in soybean by species of *Colletotrichum* and *Glomeralla*. *Phytopathology*, **72** (8) 1093-1096.

Russel G.E., 1978. Plant Breeding for Pest and Disease Resistance. Butter Worth & Co (Publishers) Ltd, London, 485 p.

Sédogo P.M., 1993. Evolution des sols ferrugineux lessivés sous culture : incidence des modes de gestion sur la fertilité. Thèse de Docteur es-Sciences, Université Nationale de Côte d'Ivoire, 343 p.

Séréme P., 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. Thèse de Docteur-Ingénieur, Université de Rennes I, 87 p.

Séréme P., 1992. La maladie des taches brunes du niébé au Burkina Faso. *In* La lutte intégrée contre les ennemis des cultures vivrières dans le Sahel - Deuxième séminaire sur la lutte intégrée contre les ennemis des cultures vivrières dans le Sahel, Bamako, Mali, 4-9 Janvier 1990 - UCTR/PV Insah, Bamako, Mali : pp 305 - 309.

Séréme P., Le Normand M., 1987. Use of cellular immunology method delayed type hypersensitivity in mouse to detect near identical protein in physiopathology. *Bulletin OEPP EPPO*, 17 : 302.

Séréme P., Mathur S.B., 1996. Occurrence of seed infection by *Colletotrichum capsici* (Syd.) Butler and Bisby in cowpea grown in Burkina Faso : significance and control by benlate - thiram. *African Journal of Plant Protection*, 6 : 90-95.

Séréme P., Kiwallo L., Zida E., 1991. Amélioration de la culture du Voandzou (*Vigna subterranea* [L.] Verdcourt) au Burkina Faso par la lutte contre ses principaux pathogènes. *In* Influence du climat sur la production des cultures tropicales. Compte rendu du séminaire régional organisé par la FIS et le CTA, Ouagadougou, Burkina Faso, 23 - 28 septembre 1991 : pp 357 - 363.

Séréme P., Zida E., Neyra A., 1992. Pertes de rendement chez le niébé par la maladie des taches brunes au Burkina Faso et efficacité comparée de quatre produits chimiques contre la maladie. *Science et Technique*, 20 (1) : 40-52.

Shoyinka S.A., Taiwo M.A., Ansa O., 1988. Legume viruses in Africa. *In* Virus diseases of plants in Africa. Williams A.O., Mbiele A.L., NKouka N. (Eds). OAU/STRC Scientific Publication, Lagos, Nigeria.

Singh B.B., Chambliss O.L., Sharma B., 1997. Recent advances in cowpea breeding. *In* Advances in Cowpea Research. Singh B.B., Mohan Raj D. R., Dashiell K.E., Jackai L.E.N. (Eds). Copublication of International Institute of Tropical Agriculture (IITA) and Japan International Research Center for Agricultural Sciences (JIRCAS), IITA, Ibadan, Nigeria : pp 30 - 49.

Singh K., Srivastava S.N., Sen C., Agnihotri V.P., 1974. New diseases of sugarbeet from Indian. *Science and Culture*, 40 (50) : 196-198.

Singh S.R., Allen D.J., 1979. Cowpea pests and diseases. Manuel series 2. IITA, Ibadan, Nigeria.

Singh S.R., Allen D.J., 1980. Pests, diseases, resistance and protection in cowpeas. *In* Advances in Legume Science. Summerfield R. J., Bunting A.H. (Eds). Her Majesty's Stationery Office, London, UK : pp 419 - 443.

Smith R.W.D.F., Crossan D.F., 1958. The taxonomy, etiology and control of *Colletotrichum piperatum* (E. & E.) E. & H. and *Colletotrichum capsici* (Syd.) B. & B. *Plant Disease Reporter*, **42** (10) : 1099-1103.

Sohi H.S., Rawal L.D., 1984. Studies on the efficacy of various fungicides for the control of anthracnose of cowpea caused by *Colletotrichum lindemuthianum*. *Pesticides*, **18** (5) : 33-34.

Somani R.B., Wangikar P.D., Shukla V.N., 1976. Stem canker and die back disease of Pigeon pea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.). A new report. *Journal of Mau*, **1** (Addi) : 317-318.

Somda I., 1996. La nécrose du collet des crucifères due à *Leptosphaeria maculans*. Polymorphisme de l'agent pathogène et conséquences sur l'efficacité et la durabilité potentielle de la résistance des lignées de recombinaison Colza - Moutarde brune. Thèse de Doctorat de l'ENSA de Rennes, mention Protection des cultures, 137 p.

Somé A., 1988. Variabilité de la composition en systèmes isoenzymatiques de deux champignons phytopathogènes : *Colletotrichum capsici* (Syd.) Butler & Bisby et *Fusarium* spp. Thèse de Doctorat de l'Université de Rennes I, 113 p.

Somé A., Samson R., 1991. Critères protéiques et enzymatiques pour la caractérisation des *Pseudomonas* fluorescents phytopathogènes. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Paris*, t. 312, série III : 203 - 208.

Somé A., Samson R., 1996. Isoenzyme diversity in *Xanthomonas campestris* pv. *mangiferaeindicae*. *Plant Pathology*, **45** : 426 - 431.

Somé A., Tivoli B., 1993. *Fusarium* spp. from potato : polymorphism of esterase phenotypes on polyacrylamide gel electrophoresis. *Agronomie* **13** : 637 - 649.

Somsiri J., Pairo J., Phatak H.C., 1978. Serological investigation on *Colletotrichum capsici* and *Colletotrichum piperatum*. *Kasetsart Journal*, **12** (2) : 96 - 102.

Steele M.W., 1972. Cowpeas in Nigeria. Ph. D. Thesis, University of Reading, UK.

Steele W. M., Mehra K. L., 1980. Structure, evolution and adaptation to farming system and environment in *Vigna*. *In* Advances in Legume Science. Summerfield R.J., Bunting A.H. (Eds). Her Majesty's stationery Office, London, UK : pp 393 - 404.

Suseela K., Padmavathy K., Rao P.R., 1984. Effect of environmental factors on the growth of three isolates of *Colletotrichum capsici*. *Geobios*, **11** (2) : 62 - 66.

- Sutton B.C., 1968.** The appressoria of *Colletotrichum graminicola*. *Canadian Journal of Botany*, **44** : 887 - 897.
- Sutton B.C., 1980.** The Coelomycetes. Fungi imperfect with pycnidia, acervuli and stroma. The Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England, 696 p.
- Sutton B.C., 1992.** The Genus *Glomerella* and its anamorph *Colletotrichum*. *In Colletotrichum: Biology, Pathology and Control*. Bailey J.A., Jeger M.J. (Eds). CAB International, Wallingford, England : pp 1 - 26.
- Thottappilly G., Rossel H. W., 1985.** Worldwide occurrence and distribution of virus diseases. *In Cowpea research, production and utilization*. Singh S.R., Rachie K.O. (Eds). John Wiley and Sons, Chichester, UK : pp 155 - 171.
- Thottappilly G., Rossel H.W., 1992.** Virosé diseases of Cowpea in tropical Africa. *Tropical Pest Management*, **38** : 337 - 348.
- Tu J.C., Jarvis W. R., 1979.** Response of *Colletotrichum lindemuthianum* to benomyl. *Canadian Journal of Plant Pathology*, **1** : 12 - 16.
- Tu J.C., Mc Naughton M.E., 1980.** Isolation and characterization of benomyl resistant biotypes of the delta race of *Colletotrichum lindemuthianum*. *Canadian Journal of Plant Science*, **60** : 585-589.
- Twumasi J.K., Hossain M.A., 1994.** Identification of cowpea diseases and evaluation of selected cowpea varieties to brown blight and web-blight diseases in the forest ecology of Ghana. *In Etat d'avancement de la recherche de la production de cultures vivrières en Afrique semi-aride*. Menyonga J.M., Bezuneh T., Yayock J.Y., Soumana I. (Eds). OUA/CSTR-SAFGRAD, Ouagadougou, Burkina Faso : pp 119-126.
- Van der Plank J.E., 1968.** Disease resistance in plants. Academic Press Inc., New York and London, 206 p.
- Verdcourt B., 1970.** Studies in the Leguminosae. Papilionoideae for the flora of tropical East Africa. *Kew Bulletin*, **24** : 507 - 569.
- Ward E.W.B., Stoessl A., 1976.** On the question of elicitors or inducers in incompatible interactions between plants and fungal pathogens. *Phytopathology* : 940 - 941.
- Weber F.G., 1973.** Bacterial and fungal diseases of plants in the tropics. University of Florida Press, Gainesville, USA, 673 p.
- Williams R. J., 1975.** Disease of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) in Nigeria. *PANS*, **21** (3): 253 - 267.

Wilson P., 1992. On inferring hybridity from morphological intermediacy. *Taxon*, *41* : 11 - 23.

Williams R. J., 1977. Identification of multiple disease resistance in cowpea. *Tropical Agriculture*, *54* (1) : 53 - 59.

Wong A. L., Willetts H. J., 1973. Electrophoretic studies of soluble proteins and enzymes of *Sclerotinia* species. *Transaction of the British Mycological Society*, *61* : 167 - 178.

World bank, 1997a. Implementation completion report. Burkina Faso. Agricultural Research Project, 11 p.

World bank, 1997b. Second agricultural services development project. Burkina Faso, volume I & II.

ANNEXES

ANNEXE I : Composition des milieux de culture

PDA (Potato Dextrose Agar) ou Agar glucosé à la pomme de terre

Poudre de PDA commercial (MERCK) 39 g

Eau distillée 1000 ml

Dissolution dans l'eau distillée chaude et stérilisation à l'autoclave (120°C pendant 30 mn)

Bihari	Liquide	Solide
Glucose	10 g	10 g
KN ₃	3,50 g	3,50 g
KH ₂ PO ₄	1,75 g	1,75 g
Mg SO ₃ 7H ₂ O	0,75 g	0,75 g
Agar (SIGMA)	-	15 g
Eau distillée	1000 ml	1000 ml

Dissolution de l'agar dans le Bihari liquide et stérilisation à l'autoclave (120°C pendant 30 mn).

**ANNEXE II : Composition des différents tampons utilisés en électrophorèse
en gel de polyacrylamide**

A - Tampon d'extraction des protéines (Tris 10 mM, pH7)

Tris	1,21 g
EDTA	0,372 g
β -mercaptoéthanol	262 ml
L-Cystéine	200 mg
H ₂ O déionisée qsp	1000 ml

B - Tampon du gel de séparation (Tris HCl 1,5 M ; pH 8,8)

Tris	18,15 g
HCl IM	22 ml
H ₂ O déionisée qsp	100 ml

Filtrer et stocker à 4°C

C - Tampon du gel de concentration (Tris HCl 0,5M ; pH 6,8)

Tris	6,09 g
HCl IM	48 ml
H ₂ O déionisée	40 ml
H ₂ O déionisée qsp	100 ml

Filtrer et stocker à 4°C

D - Tampon de migration (0,025° M Tris ; 0,192M Glycine ; pH 8,3)

Tris	3 g
Glycine	14,4 g
H ₂ O déionisée qsp	1000 ml

Conserver à 4°C

E - Solution d'acrylamide-bisacrylamide

Acrylamide	30 g
Bisacrylamide	0,8 g
Eau déionisée qsp	100 ml

Filtrer et stocker à 4°C à l'abri de la lumière

**ANNEXE III : Préparation des gels de concentration et de séparation en système
d'électrophorèse en gel de polyacrilamide**

Constituants pour deux gels	Gel de concentration 3,75 % d'acrylamide (acry.)	Gel de Séparation		
		9 % acry.	10 % acry.	11 % acry.
Acrylamide-bisacrylamide (30-0,8)	1,25 ml	4,5 ml	5,0 ml	5,5 ml
Tampon/gel de concentration	2,50 ml	-	-	-
Tampon/gel de séparation	-	3,75 ml	3,75 ml	3,75 ml
Persulfate d'ammonium				
à 1,5 % fraîchement préparée	-	0,75 ml	0,75 ml	0,75 ml
à 3 % fraîchement préparée	0,5 ml	-	-	-
H ₂ O déionisée	5,75 ml	6,0 ml	5,5 ml	5 ml
Dégazer le mélange pendant 5 mn (agitation sous vide avant d'ajouter le Temed)				
Temed	10 µl	10 µl	10 µl	10 µl

Annexe IV : Révélation des protéines et des estérases

A - Coloration des protéines totales au bleu de Coomassie

Colorant :

Coomassie blue brillant R	400 mg
Ethanol	400 ml
Acide acétique	50 ml
Eau	100 ml

Décolorant :

Méthanol	200 ml
Acide acétique	50 ml
Glycérol	25 ml
QSP Eau	100 ml

B - Révélation des estérases

Tampon phosphate 0,1 M pH 6,0

Solution A : $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 15,6 g/1000 ml d' H_2O

Ajuster à pH 6,0 avec NaOH 1M

Solution B : $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 3,65 g/1000 ml d' H_2O

Ajuster à pH 6,0 avec HCl 1M

Mode opératoire :

- Mélanger à l'obscurité

Tampon phosphate 50 ml (44 ml A + 6ml B)

Fast Blue RR salt 50 mg

- Dissoudre complètement le colorant et filtrer la solution

- Dissoudre dans 1 ml d'acétone

α -Naphthyl acétate 20 mg

β -Naphthyl acétate 20 mg

- Immerger le gel dans la solution de colorant additionnée de la solution de substrat

- Incuber à 37 °C à l'obscurité pendant 20 à 40 mn, rincer le gel plusieurs fois à l'eau conserver dans l'acide acétique à 10 %.

ANNEXE VA : Echelle de notation au champ de la maladie des taches brunes du niébé

1. Aucun symptôme
2. Symptômes légers confinés soit à la base soit au sommet des pédoncules
3. Symptômes modérés de taches brunes sur les tiges, les nervures des feuilles et sur les gousses mais sans leur déformation
4. Taches brunes importantes sur plus de 50 % des surfaces des gousses attaquées entraînant souvent leur déformation
5. Plantes mortes par suite d'attaque de taches brunes ou nombreuses taches brunes ayant entraîné la déformation ou la non formation des gousses.

L'indice moyen d'infection (ou pourcentage de sévérité) de la maladie a été calculé par la formule :

$$I = \frac{\sum(X_i - 1) n_i}{[E(X_i) - 1] N}$$

avec X_i = note de la maladie pour chaque plante, n_i = effectif de la catégorie X_i . N = nombre total de plantes observées et $E(X_i)$ = étendue de l'échelle.

ANNEXE VB : Echelle de notation de la maladie des taches brunes sur plantules

- 1 : aucun symptôme sur les tiges
- 2 : petites taches de couleur grise sur les tiges
- 3 : taches coalescentes sur les tiges
- 4 : taches coalescentes avec présence d'acervules sur les tiges mais plantes non mortes
- 5 : tiges flétries, plantes mortes.

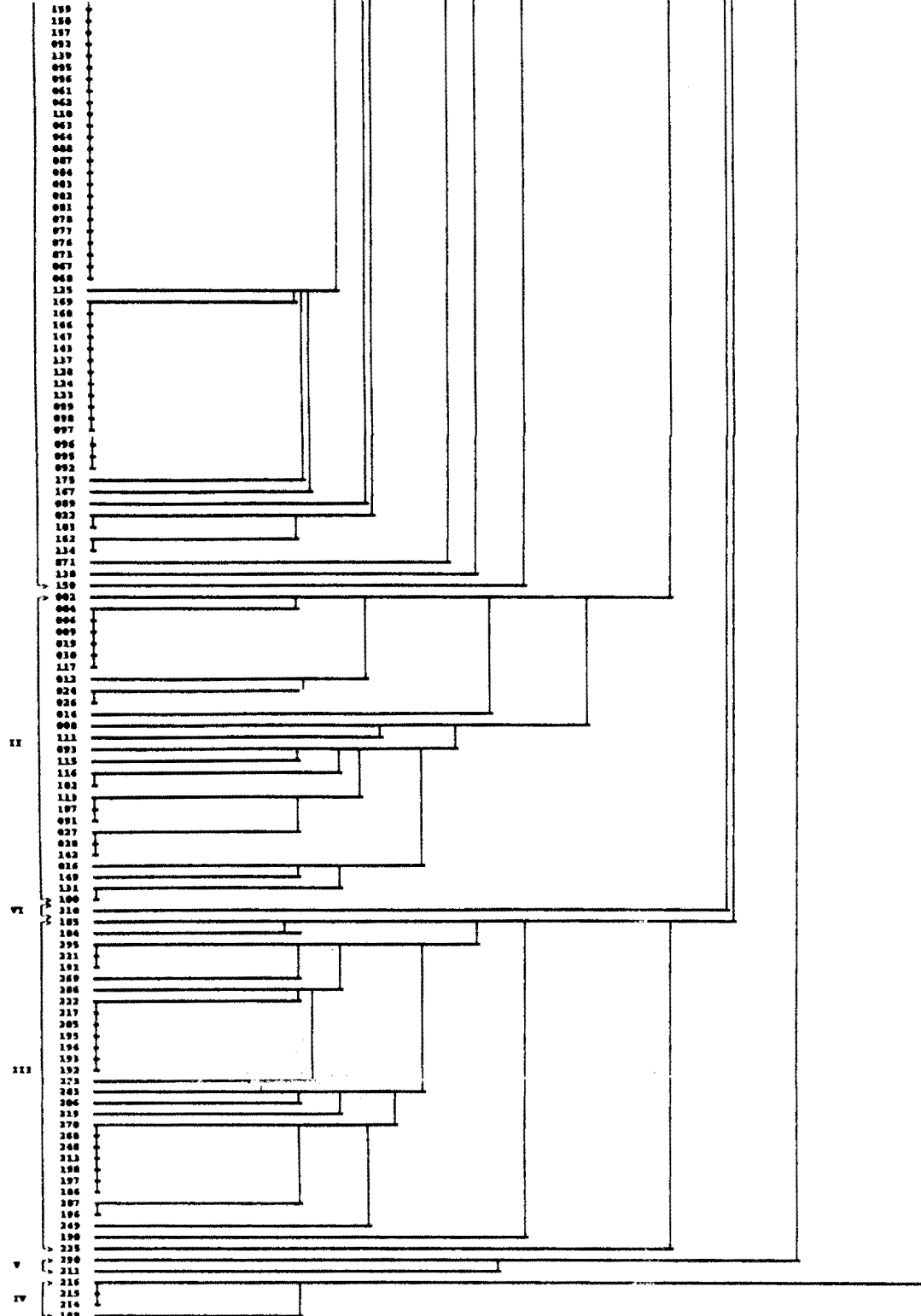
ANNEXE VI : Echelles de notations au champ de la gale et de trois maladies foliaires du niébé (d'après Emechebe, 1986).

A - La gale

- 1 : Aucun symptôme
- 2 : Lésions peu nombreuses et peu développées de la gale
- 3 : Lésions discrètes (non coalescentes) et peu nombreuses de la gale
- 4 : Plusieurs lésions parfois coalescentes de la gale
- 5 : Grandes lésions coalescentes, souvent contiguës sur plus de 50 % de la surface des gousses, du pédoncule et de la tige.

B - Les maladies foliaires (Septoriose, cercosporiose et rhizoctoniose).

- 1 : Aucun symptôme
- 2 : Jusqu'à 25 % des feuilles affectées par la maladie
- 3 : 26 à 50 % de feuilles affectées par la maladie
- 4 : 51 à 75 % des feuilles affectées par la maladie avec souvent une défoliation précoce.
- 5 : Plus de 75 % des feuilles affectées par la maladie avec couramment une défoliation précoce.



Annexe VII : Dendrogramme issu de la classification hiérarchique ascendante de 203 souches du Burkina et de 6 souches étrangères de *Colletotrichum* spp. associées à la maladie des taches brunes à partir de 11 caractères bio-morphologiques des champignons.

ANNEXE VIII : Moyennes des dimensions des conidies des souches de *Colletotricum* spp.
isolées dans trois localités du Burkina Faso sur trois variétés de niébé et des
souches d'origine étrangère

ISOLAT	LOCALITE	VARIETE	N	LON_MOY	LON_STD	LAR_MOY	LAR_STD	DC_MOY
1	FKA	TN 121	30	32,150	2,989	3,492	1,132	40,000
2	FKA	TN 121	30	29,417	2,838	2,650	0,233	43,500
3	FKA	TN 121	30	28,333	2,486	2,633	0,225	45,000
4	FKA	TN 121	30	28,417	1,796	2,617	0,215	47,000
5	FKA	TN 121	30	24,250	2,638	2,617	0,215	29,000
6	FKA	TN 121	30	29,000	2,421	2,617	0,215	47,000
7	FKA	TN 121	30	26,583	2,320	3,292	1,145	31,500
8	FKA	TN 121	30	25,917	2,320	2,633	0,225	33,000
9	FKA	TN 121	30	26,517	3,210	2,517	0,091	30,000
10	FKA	TN 121	30	27,250	1,780	2,550	0,153	30,000
11	FKA	TN 121	30	24,667	2,765	2,540	0,130	32,000
12	FKA	TN 121	31	24,984	1,960	2,661	0,238	34,000
13	FKA	TN 121	29	26,724	2,124	2,681	0,400	37,000
14	FKA	TN 121	30	25,083	1,796	2,683	0,245	30,000
15	FKA	TN 121	30	27,833	2,249	2,617	0,215	40,000
16	FKA	TN 121	30	22,417	2,225	2,683	0,245	39,500
17	FKA	TN 121	30	24,083	2,022	2,650	0,233	38,000
18	FKA	TN 121	30	27,667	2,069	2,600	0,203	40,000
19	FKA	TN 121	30	29,417	2,043	2,567	0,173	48,000
20	FKA	TN 121	31	28,387	2,376	2,710	0,251	47,000
21	FKA	TN 121	30	28,150	2,457	2,633	0,225	44,000
22	FKA	TN 121	30	27,583	2,499	2,700	0,249	45,000
23	FKA	TN 121	30	27,583	2,666	2,717	0,252	47,000
24	FKA	TN 121	30	27,583	2,022	2,533	0,127	48,000
25	FKA	TN 121	30	27,417	2,022	2,633	0,225	42,000
26	FKA	TN 121	30	27,417	1,912	2,633	0,225	39,000
27	FKA	TN 121	30	27,583	2,126	2,567	0,173	45,000
28	FKA	TN 121	30	29,000	2,675	2,583	0,190	47,000
29	FKA	TN 121	29	30,043	2,326	2,724	0,253	46,000
30	FKA	TN 121	30	27,900	2,287	2,583	0,190	42,000
34	FKA	KVX 397	30	28,250	3,226	2,633	0,225	45,000
35	FKA	KVX 397	30	27,167	2,249	2,650	0,233	43,000
37	FKA	KVX 397	30	27,417	2,022	2,533	0,127	38,000
40	FKA	KVX 397	30	26,500	2,754	2,583	0,190	30,000
41	FKA	KVX 397	30	30,167	2,361	2,633	0,225	31,000
42	FKA	KVX 397	30	26,750	2,288	2,867	0,225	30,000
43	FKA	KVX 397	30	28,083	2,913	2,667	0,240	48,000
44	FKA	KVX 397	30	26,083	2,429	2,667	0,240	26,000
45	FKA	KVX 397	30	27,833	2,343	2,683	0,245	15,500
46	FKA	KVX 397	30	26,000	2,330	2,717	0,252	18,500
47	FKA	KVX 397	30	27,250	2,487	2,683	0,245	24,500
48	FKA	KVX 397	30	26,500	2,307	2,667	0,240	26,000
49	FKA	KVX 397	30	26,517	2,024	2,783	0,486	31,000
50	FKA	KVX 397	30	26,333	3,130	2,817	0,353	33,000
51	FKA	KVX 397	30	28,000	2,659	2,633	0,225	36,000
52	FKA	KVX 397	30	26,667	2,006	2,700	0,249	35,000
53	FKA	KVX 397	30	27,625	2,464	2,733	0,254	29,000
54	FKA	KVX 397	30	27,750	1,780	2,550	0,153	30,000
55	FKA	KVX 397	30	26,917	3,057	2,667	0,240	20,000
56	FKA	KVX 397	30	28,250	2,092	2,683	0,245	22,000
57	FKA	KVX 397	30	26,167	2,604	2,717	0,252	30,000
58	FKA	KVX 397	30	28,083	2,338	2,583	0,190	35,500
59	FKA	KVX 397	30	28,417	2,411	2,783	0,252	36,000
60	FKA	KVX 397	30	25,083	2,499	2,667	0,240	32,000
61	FKA	KVX 398	30	30,583	3,454	2,583	0,190	37,000
62	FKA	KVX 398	30	28,500	1,810	2,667	0,240	43,000
63	FKA	KVX 398	31	29,565	3,919	2,629	0,222	44,333
64	FKA	KVX 398	29	30,690	4,113	2,517	0,093	47,000
65	FKA	KVX 398	30	27,833	2,604	2,650	0,233	35,000
66	FKA	KVX 398	30	28,333	2,006	2,667	0,240	45,000
67	FKA	KVX 398	30	28,750	1,574	2,700	0,249	45,000
68	FKA	KVX 398	30	26,917	2,516	2,750	0,254	31,000
69	FKA	KVX 398	30	27,083	2,186	2,667	0,240	34,000
70	FKA	KVX 398	30	30,000	2,434	2,717	0,252	44,000
71	FKA	KVX 398	30	28,208	2,818	2,633	0,225	45,000
72	FKA	KVX 398	30	28,167	2,621	2,600	0,203	44,000

Annexe VIII (Suite)

73	FKA	KVX 398	30	27,500	2,707	2,533	0,127	43,000
74	FKA	KVX 398	30	27,583	2,411	2,617	0,215	40,000
75	FKA	KVX 398	30	28,583	2,838	2,717	0,252	43,500
76	FKA	KVX 398	30	25,917	2,823	2,700	0,249	29,500
77	FKA	KVX 398	30	27,083	2,868	2,600	0,203	48,000
78	FKA	KVX 398	30	29,458	2,267	2,733	0,254	44,000
79	FKA	KVX 398	30	27,917	2,714	2,617	0,215	39,500
80	FKA	KVX 398	30	27,917	1,747	2,617	0,215	43,500
81	FKA	KVX 398	30	29,267	2,528	2,633	0,225	44,000
82	FKA	KVX 398	30	25,917	2,411	2,750	0,254	33,000
83	FKA	KVX 398	30	28,125	2,876	2,583	0,190	44,000
84	FKA	KVX 398	30	27,500	2,177	2,700	0,249	46,000
87	FKA	KVX 398	30	26,750	2,797	2,550	0,153	40,000
88	FKA	KVX 398	30	28,083	2,338	2,633	0,225	42,000
89	FKA	KVX 398	30	30,000	3,348	2,550	0,153	37,500
91	KBE	TN 121	30	28,000	2,312	2,617	0,215	42,500
92	KBE	TN 121	30	24,500	1,661	2,683	0,245	42,000
93	KBE	TN 121	30	27,792	2,450	2,750	0,254	36,000
94	KBE	TN 121	30			2,600	0,203	
95	KBE	TN 121	30	26,333	2,989	2,667	0,240	45,000
96	KBE	TN 121	30	25,667	2,702	2,667	0,240	47,500
97	KBE	TN 121	31	26,452	2,797	2,661	0,238	41,000
98	KBE	TN 121	29	25,948	2,867	2,638	0,227	48,000
99	KBE	TN 121	30	26,417	2,429	2,650	0,233	46,500
100	KBE	TN 121	30	26,667	1,778	2,667	0,240	47,000
101	KBE	TN 121	30	28,167	1,962	2,717	0,252	55,000
102	KBE	TN 121	30	27,350	2,154	2,667	0,240	48,000
103	KBE	TN 121	30	27,833	2,151	2,617	0,215	60,000
104	KBE	TN 121	31	27,984	2,451	2,613	0,213	53,333
105	KBE	TN 121	29	28,103	2,281	2,621	0,218	54,000
106	KBE	TN 121	30	25,833	2,006	2,650	0,233	47,000
107	KBE	TN 121	30	29,167	2,887	2,750	0,254	47,000
108	KBE	TN 121	30	26,167	2,048	2,717	0,252	48,000
109	KBE	TN 121	30	26,167	1,940	2,683	0,245	48,500
110	KBE	TN 121	30	27,000	1,786	2,600	0,203	46,500
111	KBE	TN 121	30	28,283	2,926	2,700	0,249	47,000
112	KBE	TN 121	30	27,167	2,842	2,683	0,245	40,000
113	KBE	TN 121	30	26,083	2,043	2,717	0,252	39,000
114	KBE	TN 121	30	28,750	2,434	2,700	0,249	42,000
115	KBE	TN 121	30	24,500	1,903	2,683	0,245	45,000
116	KBE	TN 121	30	25,833	2,006	2,683	0,245	45,000
117	KBE	TN 121	30	26,333	2,433	2,617	0,215	43,000
118	KBE	TN 121	30	28,333	2,571	2,650	0,233	45,000
119	KBE	TN 121	30	28,750	2,606	2,617	0,215	47,500
120	KBE	TN 121	30	26,917	3,127	2,600	0,203	44,000
121	KBE	KVX 397	30	27,583	2,126	2,567	0,173	40,000
122	KBE	KVX 397	30	27,833	2,520	2,600	0,203	47,000
123	KBE	KVX 397	30	26,167	2,249	2,650	0,267	50,000
124	KBE	KVX 397	30	27,000	2,312	2,650	0,233	47,000
125	KBE	KVX 397	30	28,000	2,403	2,617	0,215	55,000
126	KBE	KVX 397	30	26,750	2,192	2,583	0,190	42,000
127	KBE	KVX 397	30	26,750	2,638	2,667	0,240	45,000
128	KBE	KVX 397	30	27,250	2,307	2,783	0,252	41,000
129	KBE	KVX 397	30	28,417	2,411	2,617	0,215	50,000
130	KBE	KVX 397	30	26,250	2,687	2,583	0,190	50,000
131	KBE	KVX 397	30	25,750	1,874	2,500	0,000	50,000
132	KBE	KVX 397	30	27,750	1,897	2,650	0,233	50,000
133	KBE	KVX 397	30	27,167	2,433	2,533	0,127	49,000
134	KBE	KVX 397	30	21,833	2,069	2,500	0,000	38,000
135	KBE	KVX 397	30	22,417	2,320	2,600	0,203	36,000
136	KBE	KVX 397	30	24,667	1,704	2,717	0,252	36,000
137	KBE	KVX 397	30	27,667	2,451	2,617	0,215	47,000
138	KBE	KVX 397	30	27,250	2,008	2,733	0,254	47,000
139	KBE	KVX 397	30	22,083	2,085	2,533	0,127	36,000
140	KBE	KVX 397	30	24,250	2,288	2,617	0,215	46,000
141	KBE	KVX 397	30	28,500	2,138	2,667	0,240	49,500
142	KBE	KVX 397	31	27,500	2,236	2,710	0,251	45,667
143	KBE	KVX 397	29	26,983	2,704	2,621	0,218	55,000
144	KBE	KVX 397	30	26,250	2,434	2,617	0,215	47,500
145	KBE	KVX 397	30	26,417	1,935	2,650	0,233	48,000
146	KBE	KVX 397	30	27,750	2,812	2,667	0,240	45,000

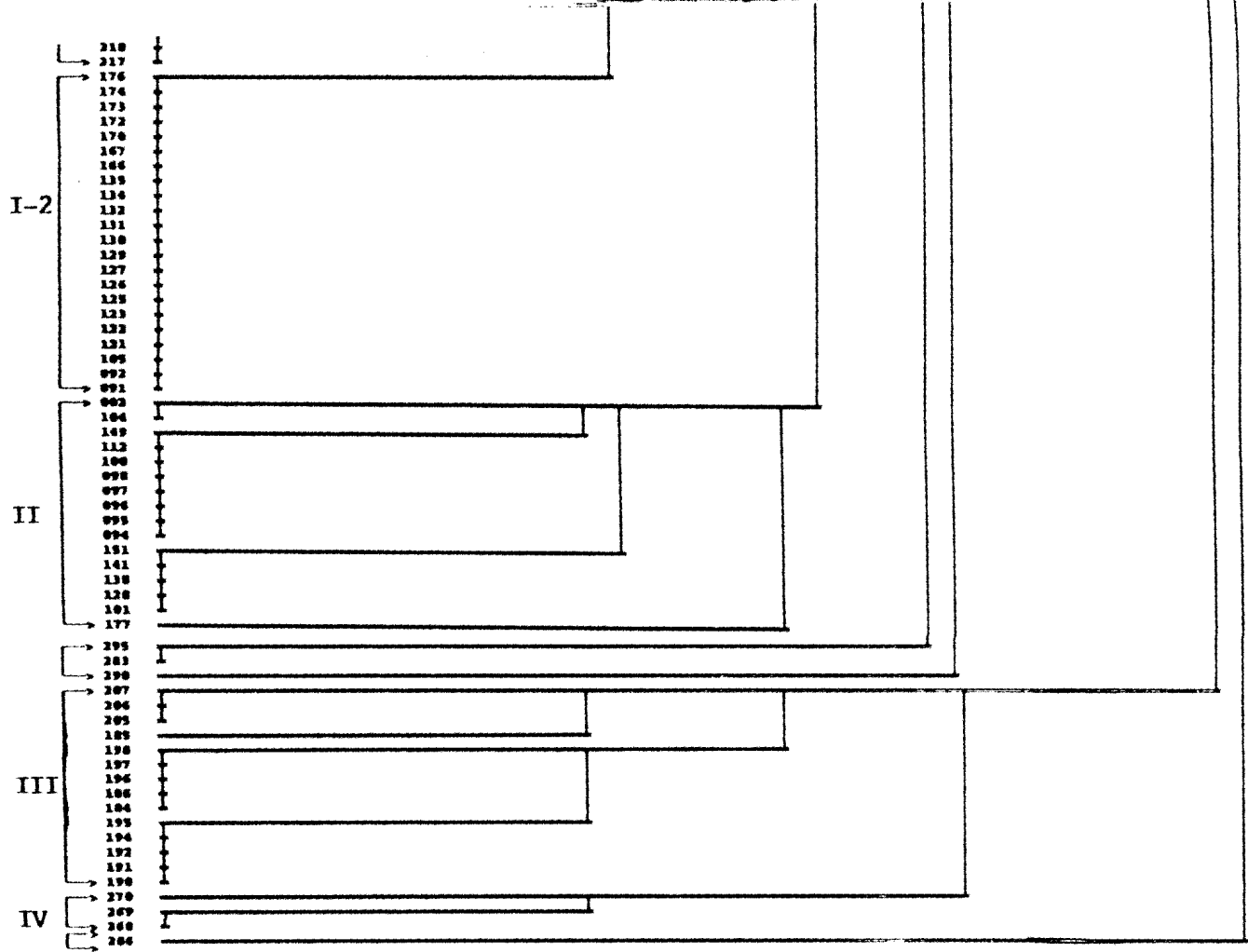
Annexe VIII (Suite)

147	KBE	KVX 397	30	27,083	1,747	2,717	0,252	48,000
148	KBE	KVX 397	30	28,500	2,509	2,667	0,240	47,000
149	KBE	KVX 397	30	28,750	2,250	2,583	0,190	57,000
150	KBE	KVX 397	30	28,750	2,606	2,600	0,203	56,000
151	KBE	KVX 398	30	27,292	2,628	2,717	0,252	41,000
152	KBE	KVX 398	30	27,417	1,390	2,767	0,254	38,500
153	KBE	KVX 398	30	28,250	2,288	2,533	0,127	50,000
154	KBE	KVX 398	30	28,333	2,306	2,600	0,203	59,000
155	KBE	KVX 398	30	26,000	3,189	2,633	0,225	45,000
156	KBE	KVX 398	30	25,917	2,971	2,650	0,233	45,000
157	KBE	KVX 398	30	26,083	2,838	2,600	0,203	40,000
158	KBE	KVX 398	30	26,750	2,638	2,617	0,215	44,500
159	KBE	KVX 398	30	27,000	2,965	2,650	0,233	46,500
160	KBE	KVX 398	30	28,500	2,421	2,700	0,249	47,000
161	KBE	KVX 398	30	27,167	2,249	2,583	0,190	52,500
162	KBE	KVX 398	30	28,667	1,940	2,617	0,215	45,000
163	KBE	KVX 398	30	26,833	2,069	2,550	0,153	42,500
164	KBE	KVX 398	30	26,833	1,124	2,567	0,173	42,500
165	KBE	KVX 398	30	26,833	1,599	2,600	0,203	44,500
166	KBE	KVX 398	30	26,000	2,236	2,650	0,233	43,000
167	KBE	KVX 398	30	26,617	2,391	2,700	0,249	40,000
168	KBE	KVX 398	30	27,167	1,826	2,600	0,203	40,000
169	KBE	KVX 398	30	26,750	1,628	2,550	0,153	46,000
170	KBE	KVX 398	30	28,667	2,343	2,600	0,203	50,000
171	KBE	KVX 398	30	29,983	2,611	2,550	0,153	45,000
172	KBE	KVX 398	30	28,583	2,244	2,567	0,173	48,000
173	KBE	KVX 398	30	28,417	1,912	2,500	0,000	40,000
174	KBE	KVX 398	30	28,667	2,916	2,733	0,254	45,000
175	KBE	KVX 398	30	27,083	2,375	2,683	0,245	51,500
176	KBE	KVX 398	30	26,667	1,778	2,550	0,153	49,000
177	KBE	KVX 398	30	27,583	2,022	2,633	0,225	42,000
184	PBE	TN 121	30	24,000	1,408	3,250	1,165	42,000
185	PBE	TN 121	30	26,167	2,048	3,917	1,260	45,000
186	PBE	TN 121	30	24,833	1,458	4,667	0,864	32,000
190	PBE	TN 121	30	26,083	2,043	4,583	0,948	51,000
191	PBE	TN 121	30	27,083	2,085	3,583	1,260	47,000
192	PBE	TN 121	30	27,667	2,069	4,417	1,075	46,250
193	PBE	TN 121	30	25,750	2,288	3,917	1,260	45,000
194	PBE	TN 121	30	27,250	2,572	4,500	1,017	47,000
195	PBE	TN 121	30	25,667	1,729	3,083	1,075	67,500
196	PBE	TN 121	30	26,167	1,269	2,917	0,948	57,000
197	PBE	TN 121	30	25,500	1,526	2,583	0,456	66,500
198	PBE	TN 121	30	25,750	1,874	3,000	1,017	61,250
205	PBE	TN 121	30	26,917	1,820	3,333	1,199	41,500
206	PBE	TN 121	30	27,417	2,022	4,000	1,246	36,500
207	PBE	TN 121	30	27,750	2,212	3,500	1,246	34,500
211	PBE	KVX 397	30	26,917	1,935	4,333	1,124	37,000
212	PBE	KVX 397	30	27,250	2,487	4,083	1,225	35,000
213	PBE	KVX 397	30	26,250	1,574	2,917	0,948	47,000
214	PBE	KVX 397	30	18,667	1,572	4,833	0,634	32,500
215	PBE	KVX 397	29	19,914	1,565	4,397	1,089	38,500
216	PBE	KVX 397	30	19,500	1,526	5,000	0,000	32,500
217	PBE	KVX 397	30	28,083	2,761	3,083	1,075	20,500
218	PBE	KVX 397	30	26,250	2,153	3,333	1,199	16,000
219	PBE	KVX 397	30	27,500	2,076	3,083	1,075	11,500
221	PBE	KVX 397	30	25,083	1,912	4,500	1,017	61,500
222	PBE	KVX 397	30	24,083	1,796	4,417	1,075	57,000
223	PBE	KVX 397	30	21,417	2,429	2,500	0,000	58,750
224	PBE	KVX 397	30	27,600	2,650	4,250	1,165	46,500
225	PBE	KVX 397	30	20,000	2,177	2,500	0,000	61,750
248	PBE	KVX 398	30	26,583	2,126	3,417	1,225	43,000
249	PBE	KVX 398	30	26,833	2,171	2,750	0,763	41,500
251	PBE	KVX 397	1	15,000		5,000		
268	PBE	KVX 398	30	27,667	1,962	2,833	0,864	45,500
269	PBE	KVX 398	30	27,817	2,437	2,750	0,763	47,500
270	PBE	KVX 398	30	28,833	2,249	2,917	0,948	44,500
272	NIG	niébé 1	30	25,333	1,826	3,250	1,165	52,500
277	NIG	niébé 2	30	25,417	1,747	3,167	1,124	38,000
283	C. t	Soja 1	30	27,583	2,320	2,750	0,763	30,500
286	C. c	C. c. Réf	30	28,917	2,146	3,167	1,124	41,000
290	C. t	Mucana	30	27,417	2,126	2,917	0,948	43,500
295	NGA	niébé	30	25,583	2,429	3,000	1,017	52,500

Class Number

001				
004				
008				
007				
008				
277				
272				
010				
011				
013				
248				
225				
224				
223				
014				
213				
211				
016				
017				
020				
020				
022				
021				
160				
025				
026				
028				
133				
107				
105				
005				
005				
004				
001				
002				
000				
070				
077				
075				
076				
073				
071				
078				
066				
067				
065				
064				
056				
053				
052				
051				
050				
049				
047				
046				
044				
043				
041				
040				
037				
035				
034				
033				
032				
029				
148				
144				
142				
139				
137				
134				
000				
223				

I-1



Annexe IX: Dendrogramme issu de la classification hiérarchique ascendante de 136 souches de *Colletotrichum* spp. associées à la maladie des taches brunes du niébé à partir de l'analyse électrophorétique de leurs estérases mycéliennes.

SEREME Paco, INERA, Laboratoire de Phytopathologie
CREAF de Kamboinsé, 01 BP 476 Ouagadougou 01 Burkina Faso
Thèse de Docteur ès-Sciences, spécialité : Phytopathologie
UFR Biosciences, Université de Cocody (Côte d'Ivoire)

Title : Brown blotch disease of cowpea (*Vigna unguiculata* [L.] WALP.) in Burkina Faso : identification of the pathogens involved and development of measures for its control.

Summary : Cowpea is the first source of dietary proteins for rural and poor urban people of Burkina Faso. However, its production is affected by many constraints specially fungal diseases among which blotch is one of the most important. For our research, we were interested in the importance of the disease in the country, in the identification of the pathogens involved in the disease and their variability, and in the development of ecological and sustainable control measures.

Results indicate that the disease is present in the sahelian and sudano-sahelian zone, as well as in the sudanian zone where yield losses may reach 42 % of the actual production. Transmission of the pathogens through the seeds, and the origin of the seeds were found to be two important factors in the propagation of the disease.

The study of biomorphological, biometrical and biochemistical characters helped to demonstrate that three taxons of *Colletotrichum* are involved in the brown blotch disease of cowpea in Burkina Faso. Strains of *C. capsici* (Syd.) Butler & Bisby and *C. truncatum* (Schein) Andrus & Moore showed great variability through these characters, but a clear distinction was not possible between these two species. Moreover, those characters are more influenced by localities than by varieties from which the strains were isolated. A third taxon of *Colletotrichum* described for the first time as a new causal pathogen for brown blotch disease of cowpea in the sahelian zone of Burkina Faso showed characteristics quite distinct from those of the two others taxons.

Differential reactions between genotypes of cowpea and strains of *Colletotrichum* spp. revealed the existence of pathogenic groups in *C. capsici*/*C. truncatum* as well as in the new taxon of *Colletotrichum*.

Regarding to the control measures of the disease, we found some efficient fungicides and we identified three local soaps obtained from local products (*Vitellaria paradoxa* [C. F. Gaertn.], *Balanites aegyptiaca* [L.] Del., *Azadirachta indica* [A. Juss.]) with fungistatic effects on the pathogens. Those products could be used as a substitute of the fungicides. Based on this improved understanding of the brown blotch disease of cowpea, we proposed different methods for the control of the disease with minimum incidence on the environment.

Key words : *Colletotrichum* spp., cowpea, brown blotch, variability, electrophoresis, pathogenicity, control measure.

SEREME Paco, INERA, Laboratoire de Phytopathologie
CREAF de Kamboinsé, 01 BP 476 Ouagadougou 01 Burkina Faso
Thèse de Docteur ès-Sciences, spécialité : Phytopathologie
UFR Biosciences, Université de Cocody (Côte d'Ivoire)

Titre : La maladie des taches brunes du niébé [*Vigna unguiculata* (L.) walp.] au Burkina Faso : connaissance des agents pathogènes impliqués et développement de méthodes de lutte.

Résumé : Le niébé représente la première source de protéines alimentaires pour les populations rurales et urbaines pauvres du Burkina Faso. Sa production est cependant entravée par différentes contraintes dont les maladies cryptogamiques parmi lesquelles la maladie des taches brunes est préoccupante. Le présent travail a porté sur l'évaluation de l'importance de cette maladie et les pertes qu'elle occasionne, sur la connaissance des agents pathogènes impliqués et leur variabilité, et enfin sur la recherche de méthodes de lutte écologiques et durables.

Les résultats obtenus mettent en évidence que la maladie des taches brunes du niébé est aussi bien présente en zone sahélienne et en zone de savane soudano-sahélienne qu'en zone de savane soudanienne du Burkina Faso, et que les pertes de rendement graines peuvent atteindre 42 %. La transmission des agents pathogènes par les semences et l'origine de ces semences sont deux facteurs importants de propagation de la maladie.

Par l'étude des caractères biomorphologiques, biométriques et biochimiques, il est démontré que trois taxons de *Colletotrichum* sont impliqués dans la manifestation de la maladie des taches brunes au Burkina Faso. Les différents caractères ont permis de montrer l'existence d'une grande variabilité des souches de *C. capsici* (Syd.) Butler & Bisby et de *C. truncatum* (Schein) Andrus & Moore, mais une distinction nette n'a pas été possible entre ces deux taxons. Ces caractères sont plus influencés par la localité que par la variété d'isolement. Un troisième taxon de *Colletotrichum*, décrit pour la première fois et induisant la maladie des taches brunes dans la zone sahélienne du Burkina Faso a montré des caractères biomorphologiques, biométriques et biochimiques différents de ceux des deux autres taxons.

Pour le pouvoir pathogène, l'utilisation d'une gamme différentielle a révélé l'existence de groupes pathogéniques tant à l'intérieur du complexe *C. capsici* / *C. truncatum* qu'au sein du nouveau taxon de *Colletotrichum*.

Le travail réalisé sur les méthodes de lutte a abouti à l'identification de fongicides efficaces contre les agents de la maladie mais aussi de savons à base de produits locaux (*Vitellaria paradoxa* [C. F. Gaertn.], *Balanites aegyptiaca* [L.] Del., *Azadirachta indica* [A. Juss.]) à effet fongistatique, qui pourraient se substituer aux fongicides.

Cette meilleure connaissance de la maladie des taches brunes du niébé avec ses différents faciès obtenue à l'issue de notre travail, a permis de proposer un ensemble de méthodes pour lutter efficacement contre cette maladie, tout en minimisant les effets néfastes pour l'environnement.

Mots-clés : *Colletotrichum* spp., niébé, taches brunes, variabilité, électrophorèse, pouvoir pathogène, méthodes de lutte.