

Efficacité de la matière organique minéralisée dans la lutte culturale contre l'antracnose foliaire du sorgho

Blaise K. KABORÉ*, L. COUTURE**,
D. DOSTALER***, L. BERNIER****

Résumé

L'antracnose foliaire, maladie causée par le champignon *Colletotrichum sublineolum* Hen (Syn.: *C. graminicola* Ces. G.W. Wilson) demeure la principale contrainte dans la production du sorgho grain au Burkina Faso. La lutte culturale contre cette maladie a été appliquée dans deux localités, Saria et Gampèla du Burkina Faso, par l'utilisation de différentes formules d'engrais incluant la matière organique et le Burkina phosphate. Le développement de l'antracnose foliaire a été suivi sur la lignée de sorgho ICSV 1049 au cours des deux saisons humides 1993 et 1994. A tous les stades phénologiques de la plante, les niveaux d'antracnose observés dans les parcelles ayant reçu de la matière organique étaient significativement différents de ceux des autres parcelles sans apport de matière organique. Quatre formules d'engrais contenant chacune au moins 5 t / ha de fumier ont contribué à freiner le développement de l'antracnose tout en augmentant le rendement de façon significative. A Saria, la matière organique a permis de réduire l'antracnose de 25,2 % à 16,9 % en 1993 et de 40,8 % à 22,2 % en 1994 respectivement dans les parcelles témoins sans apport de fumier et dans les parcelles ayant reçu la forte dose de 40 t / ha / 2 ans de fumier. Le rendement parcellaire (obtenu sur des parcelles élémentaires de 84 m²) a été augmenté de 2,18 kg à 11,59 kg en 1993 et de 1,2 kg à 12,72 kg en 1994 respectivement dans les mêmes parcelles.

Mots-clés : Sorgho, antracnose, lutte culturale, matière organique, rendement.

Effectiveness of mineralised organic matter in cultural practice for sorghum anthracnose control

Abstract

Leaf anthracnose, fungal disease caused by *Colletotrichum sublineolum* Hen (Syn.: *C. graminicola* Ces. G.W. Wilson) remain the most important constraint to sorghum grain production in Burkina Faso. Leaf anthracnose control by cultural practice was assessed in two locations, Saria and Gampela in Burkina Faso, using different fertilisers formulas including organic matter and Burkina Phosphate. Disease development was evaluated on sorghum line ICSV 1049 during the two consecutive rainy seasons 1993 and 1994. At the different sorghum phenologic stages, leaf anthracnose severities observed in plots which have received organic matter were significantly different from those without organic matter. Four fertiliser formulas containing at least 5 t/ha of organic matter have contributed to reduce anthracnose severity and to increase grain yield significantly. At Saria, organic matter has contributed to reduce anthracnose level from 25.2 % to 16.9 % in 1993 and from 40.8 % to 22.2 % in 1994, respectively in control plot without organic matter and in plot which has received high level of organic matter (40 t/ha/ 2 years). Yields per plot (84 m²) were increased from 2.18 kg to 11.59 kg in 1993 and from 1.2 kg to 12.72 kg in 1994, respectively in the same plots.

Key words: Sorghum, anthracnose, control, cultural practice, organic matter, yield.

* Auteur de contact. CRREA de l'Ouest B.P. 910 Bobo-Dioulasso. E. mail : kaboreb@fasonet.bf

** Centre de recherches. Agriculture et Agroalimentaire Canada 2560 Boul. Hochelaga. Sainte-Foy (Québec).

G1V 2J3 Canada

*** Université Laval. Cité universitaire, Pavillon P. Comtois (Département de Phytologie). Sainte-Foy (Québec). G1V 7P4 Canada

**** Université Laval. Cité universitaire, Pavillon E. Marchand (C.R.B.F) Sainte-Foy (Québec). G1V 7P4 Canada

Introduction

L'antracnose du sorgho causée par *Colletotrichum sublineolum* Henn. (syn. *C. graminicola* G.W. Wilson) demeure la principale maladie du sorgho au Burkina Faso. NEYA et KABORÉ (1987) ont signalé des pertes potentielles de rendement qui variaient de 8 % à 46 % en fonction de la période de démarrage de la maladie sur la culture. Sharma (1978) a enregistré en Inde des pertes causées par l'antracnose qui variaient de 40 % à 60 %. Les travaux de HARRIS *et al.* (1964) et ceux de ALI et WARREN (1987) ont montré que, dans des conditions de fortes attaques sur des cultivars sensibles, les pertes dues à l'antracnose peuvent atteindre 70 % à 80 %, suite au mauvais remplissage des graines. Cette maladie devient très importante quand les conditions optimales de chaleur et d'humidité relative sont réunies (PANDE *et al.* 1991).

Après la récolte, les résidus culturaux infestés qui restent sur le sol constituent de grands réservoirs d'inoculum primaire pour la prochaine saison humide. La capacité de survie de l'agent pathogène sur les résidus culturaux dans le sol d'une année à l'autre est maintenant établie (ALI et WARREN, 1992 ; LIPPS, 1988 ; MISHRA A. et B. S. SIRADHANA, 1979 ; TRAORÉ, 1988). CASELA et FREDERIKSEN (1993) ont ainsi pu suivre la survie dans le sol sur résidus culturaux de sorgho jusqu'à 18 mois. Dans le cas du maïs, LIPPS (1988) a signalé la capacité de survie de l'agent pathogène au-delà de l'année de rotation soja, avec une capacité de réinfection du maïs, alors qu'en absence de résidus, la survie du champignon est seulement de quelques jours (FREDERIKSEN, 1986). Dans ces conditions, des mesures doivent être prises pour réduire la quantité d'inoculum des résidus culturaux au début de chaque campagne agricole. C'est pour cela que de nombreuses investigations sont faites de plus en plus sur la lutte culturale en attendant de trouver des cultivars de sorgho résistants à l'antracnose. Dans Certaines conditions de production, c'est la rotation des cultures et l'enfouissement des résidus culturaux qui ont été suggérés pour réduire la réserve d'inoculum dans le sol comme dans la lutte contre l'antracnose (*C. graminicola*) chez l'avoine, l'orge et le blé en Alberta (MARTENS *et al.*, 1988). Chez le maïs, LIPPS (1988) propose deux années de rotation.

Partant du fait que les facteurs édaphiques, comme l'eau, la température et la nutrition sont universellement reconnus importants dans le développement et la propagation des maladies des plantes cultivées (JORDAN *et al.*, 1983), nous avons utilisé les pratiques culturales comme moyen de lutte en visant la réduction des dégâts causés par la maladie. Dans les conditions de la monoculture du sorgho, comme c'est le cas dans la zone du Plateau Central du Burkina Faso où l'effet de la pression démographique ne permet plus l'application de la jachère (SÉDOGO, 1993), nous avons voulu vérifier si une bonne fertilisation du sorgho à partir d'une matière organique minéralisée pourrait influencer négativement le développement de l'antracnose foliaire tout en augmentant le rendement.

Matériel et méthodes

Le développement de l'antracnose foliaire du sorgho a été suivi sur la lignée ICSV 1049 du Burkina Faso pendant les saisons humides 1993 et 1994. Deux essais agronomiques qui combinent diverses formules de fumure avec ou sans rotation de cultures ont servi à

l'étude. Le premier essai a été implanté dans deux localités (Saria et Gampèla), avec dix formules de fumure dont le Burkina phosphate. Le second est un essai d'entretien de fertilité, implanté et entretenu par l'INERA à la station de recherche agronomique de Saria depuis plus de trente ans. Les semis ont été effectués le 2 juin 1993 et le 12 juillet 1994 dans l'essai d'entretien de fertilité à Saria et les 4 juin 1993 et 14 juillet 1994 pour l'essai multilocal à Gampèla et à Saria. Les écartements ont été de 0,80 m entre les lignes et de 0,40 m entre les poquets. La densité de peuplement retenue est de 64 000 plants / ha soit deux plants par poquet. Les superficies des parcelles élémentaires étaient de 84 m² et de 40 m², respectivement dans l'essai d'entretien de fertilité et dans l'essai multilocal. Les doses de fumure retenues à l'hectare dans l'essai multilocal sont :

- F1 : témoin sans apport d'engrais ;
- F2 : fumure minérale vulgarisée, soit 75 kg de NPK au semis + 50 kg d'urée à la montaison ;
- F3 : 66 kg de Burkina phosphate acidulé (BPA contenant 23 % de P₂O₅) + 74 kg d'urée + 19 kg de KCl ;
- F4 : 200 kg de Burkina phosphate naturel (contenant 30 % de P₂O₅) + 74 kg d'urée + 19 kg de KCl ;
- F5 : 5 tonnes de fumier d'étable de bovins au labour ;
- F6 : F5 + 50 kg d'urée à la montaison ;
- F7 : F2 + F5 ;
- F8 : F3 + F5 ;
- F9 : F4 + F5 ;
- F10 : 5 tonnes de compost de pailles de sorgho au labour.

Les doses de fumure retenues à l'hectare dans l'essai d'entretien de fertilité ont été :

- T1 : témoin sans fumure ;
- T2 (fmr) : faible fumure minérale annuelle (100 kg de NPK au semis + 50 kg d'urée à la montaison, avec restitution de la paille de sorgho tous les deux ans) ;
- T3 (fmo) : faible fumure minérale annuelle + faible fumure organique de 5 tonnes de fumier d'étable de bovins tous les deux ans ;
- T4 (fm) : Faible fumure minérale annuelle ;
- T5 (FMO) : forte fumure organique de 40 tonnes de fumier de bovins tous les deux ans + forte fumure minérale (100 kg de NPK + 50 kg d'urée + 50 kg de KCl au semis + 50 kg d'urée à la montaison) ;
- T6 (FM) : T5 sans la forte fumure organique.

Les sols des essais dans les deux localités retenues (Gampèla et Saria) sont comme la plupart des sols du Plateau Central du Burkina Faso, des sols ferrugineux tropicaux lessivés ou non, issus d'une roche mère granitique (SÉDOGO, 1993 ; SEGDA, 1991).

Dans l'essai d'entretien de fertilité, les observations ont été faites sur les parcelles affectées à la monoculture du sorgho pour avoir des conditions comparables à celles de l'essai multilocal. Le dispositif expérimental retenu dans les deux essais est le bloc Fischer, à 3 et 6 répétitions respectivement dans l'essai multilocal et dans l'essai d'entretien de fertilité.

La principale variable mesurée dans les deux essais est la sévérité de l'antracnose foliaire. Au cours du développement du sorgho, les symptômes d'antracnose sont notés sur les cinq

dernières feuilles, toutes les deux semaines à partir de trois semaines après semis, jusqu'à 15 semaines après semis, à l'aide d'une échelle visuelle à six classes (NEYA et KABORÉ, 1987). Le rendement grains a été également évalué à la récolte. Les données ont été analysées selon la procédure GLM (General Linear Model) de SAS (Statistical Analysis System).

Résultats

Développement de l'antracnose dans l'essai multilocal

L'antracnose s'est développée dans toutes les parcelles implantées dans les deux localités. L'effet des fumures commence à se manifester dès la 3^e semaine après semis. En 1993 les surfaces foliaires malades sont passées de 5 % à cinq semaines après semis à 24 % à neuf semaines après semis (figure 1), alors qu'en 1994 elles sont passées de 15 % à près de 40 % pour la même période (figure 2). Après la 11^e semaine, l'épidémie progresse rapidement pour atteindre 67 % de surface foliaire à la 15^e semaine. Au cours des deux saisons humides, l'effet localité a été significatif à toutes les dates d'évaluation de la maladie. C'est à Saria que l'on enregistre le plus haut niveau de maladie à toutes les dates d'observation (figure 3 et 4). Le rendement parcellaire moyen (obtenu sur 40 m²) varie de 346 g dans la parcelle témoin sans fumure, à 1401 g dans la parcelle F7 ayant reçu la fumure de 5 t / ha en 1993 (tableau I) et de 583 g dans la parcelle témoin à 1026 g avec la fumure F8 ayant reçu également 5 t / ha de fumier en 1994 (tableau II). Aussi bien en 1993 qu'en 1994 ce sont les fumures F7, F8, F9 et F2 qui ont permis de freiner le développement de l'épidémie jusqu'à quinze semaines après semis et qui ont donné les meilleurs rendements significativement différents de ceux des autres traitements. Les trois premières fumures (F7, F8 et F9) ont en commun les cinq tonnes de fumier d'étable de bœufs en association avec les doses de fertilisation minérale recommandées.

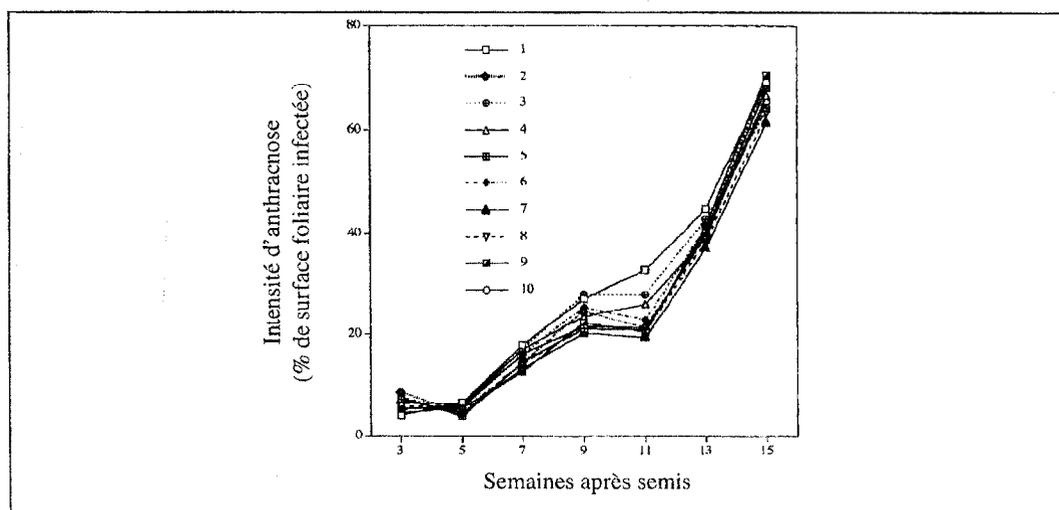


Figure 1. Influence de la fertilisation du sorgho sur le développement de l'antracnose foliaire dans l'essai multilocal en 1993.

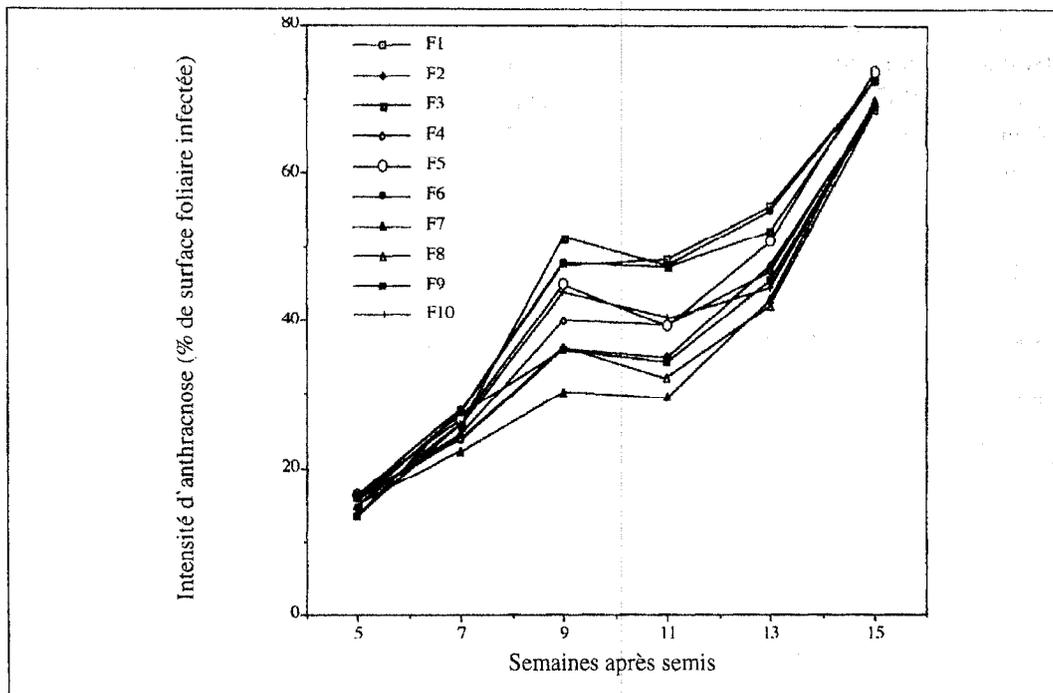


Figure 2. Influence de la fertilisation du sorgho sur le développement de l'antracose foliaire dans l'essai multilocal en 1994.

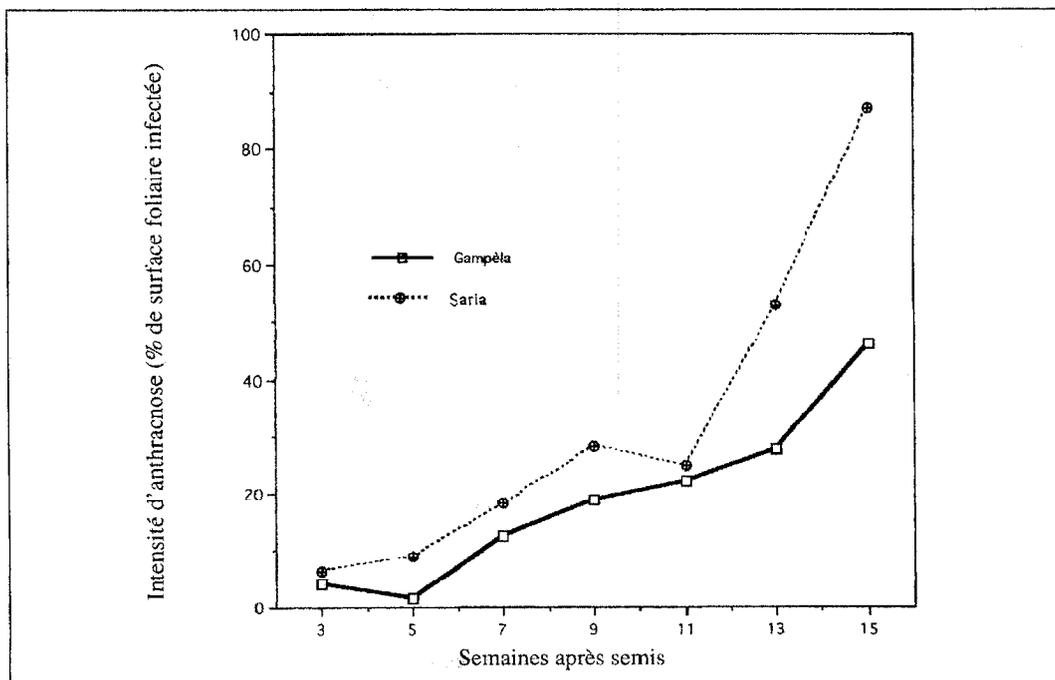


Figure 3. Développement de l'antracose foliaire du sorgho en 1993 dans les différentes localités (ensemble des traitements pour chacune des dates).

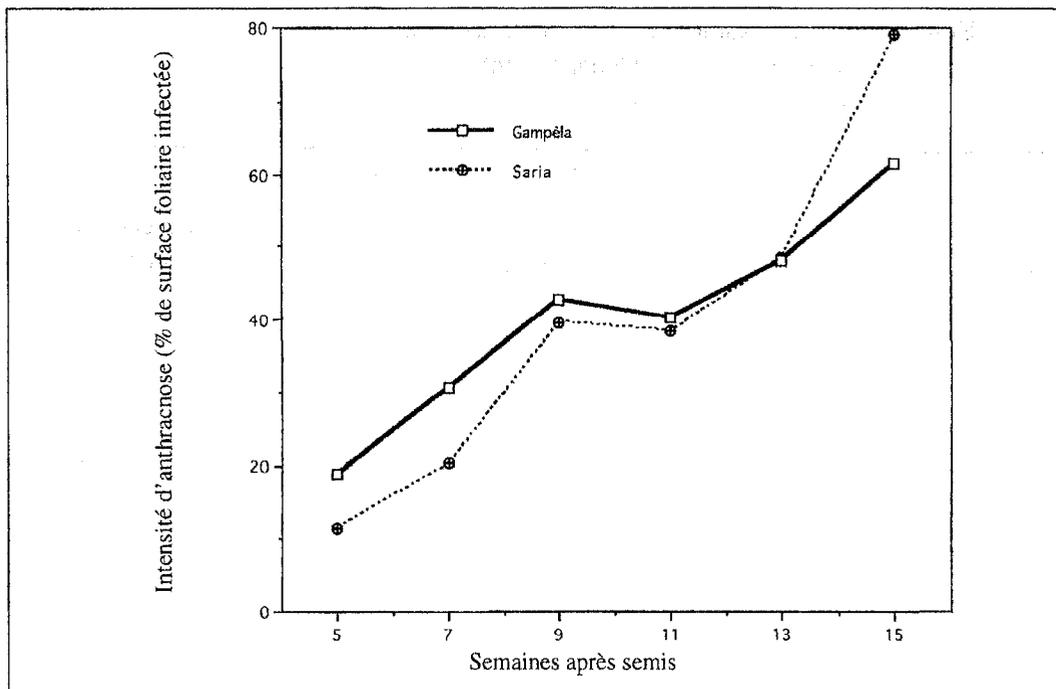


Figure 4. Développement de l'antracnose foliaire du sorgho en 1994 dans les différentes localités (ensemble des traitements pour chacune des dates).

Tableau I. Effet de la fumure sur le développement de l'antracnose foliaire et sur le rendement du sorgho dans l'essai multilocal en 1993. Comparaisons faites par le test de Fisher.

Fumures	Intensité d'antracnose foliaire							Rendement (g/40 m ²)
	3 sem.	5 sem.	7 sem.	9 sem.	11 sem.	13 sem.	15 sem.	
1 (Témoin)	3,7	6,6	18,2	27,3	32,9	44,9	69,2	346
2	7,8	4,5	14,2	24,7	21,3	39,2	68,4	1 163
3	6,3	5,9	17,1	28,2	28,3	42,8	64,3	726
4	5,6	6,4	17,2	23,4	26,3	39,2	66,7	860
5	6,6	3,6	14,6	21,2	20,8	40,3	68,3	998
6	3,7	6,2	16,5	25,6	23,1	41,3	69,3	456
7	6,2	4,5	13,5	20,2	19,4	37,2	61,6	1 401
8	5,4	5,2	14,5	21,1	20,9	38,5	63,2	1 173
9	3,7	5,6	12,9	22,3	20,4	41,2	70,9	1 078
10	4,5	5,8	16,5	21,6	21,2	39,8	65,4	750
PPDS	1,1	2,5	2,4	3,8	4,8	4,5	6,6	400

N.B. Les numéros 1 à 10 de la colonne Fumure correspondent aux formules d'engrais décrites dans la section matériel et méthodes
sem. = semaine

Tableau II. Effet de la fumure sur le développement de l'antracnose foliaire et sur le rendement du sorgho dans l'essai multilocal en 1994. Comparaisons faites par le test de Fisher.

Fumures	Intensité d'antracnose foliaire						Rendement (g/40 m ²)
	5 sem.	7 sem.	9 sem.	11 sem.	13 sem.	15 sem.	
Témoin	13,4	27,5	47,7	48,3	55,6	72,6	583
2	15,8	23,6	36,2	35,1	47,5	68,9	880
3	14,6	25,9	51,3	47,4	52,1	72,8	534
4	15,7	24,4	40,1	39,5	46,7	69,7	730
5	16,3	26,3	44,9	39,4	50,8	73,9	643
6	16,1	27,8	45,9	47,4	54,9	72,5	624
7	14,9	22,1	30,3	29,6	42,9	69,9	1 004
8	16,1	23,9	36,3	32,4	42,1	68,7	1 026
9	15,5	27,4	35,8	34,4	45,3	68,9	990
10	13,4	25,7	43,8	40,5	44,5	69,5	703
PPDS	2,6	3,7	7,4	7,4	6,3	3,9	287

N.B. Les numéros 1 à 10 de la colonne Fumure correspondent aux formules d'engrais décrites dans la section matériel et méthodes.

sem. = semaine

Développement de l'antracnose dans l'essai d'entretien de fertilité

Comme dans l'essai multilocal, les diverses formules de fertilisation du sorgho ont permis de réduire l'intensité de l'antracnose foliaire par rapport au témoin (figures 5 et 6). C'est le traitement T5 contenant la forte fumure organique qui a contribué le plus à freiner le développement de l'antracnose et donné le meilleur rendement au cours des deux saisons humides consécutives (tableau III). Onze semaines après semis (période où la plante a été plus vulnérable à l'attaque), l'intensité d'antracnose a varié de 25,2 % à 16,9 % en 1993 et de 40,8 % à 22,2 % en 1994 respectivement dans les parcelles témoin et dans les parcelles ayant reçu la forte dose de matière organique (T5). Le rendement par parcelle élémentaire (de 84 m²) a varié de 2,18 kg à 11,59 kg et de 1,2 kg à 12,72 kg, correspondant aux mêmes traitements pour les mêmes années (tableau III).

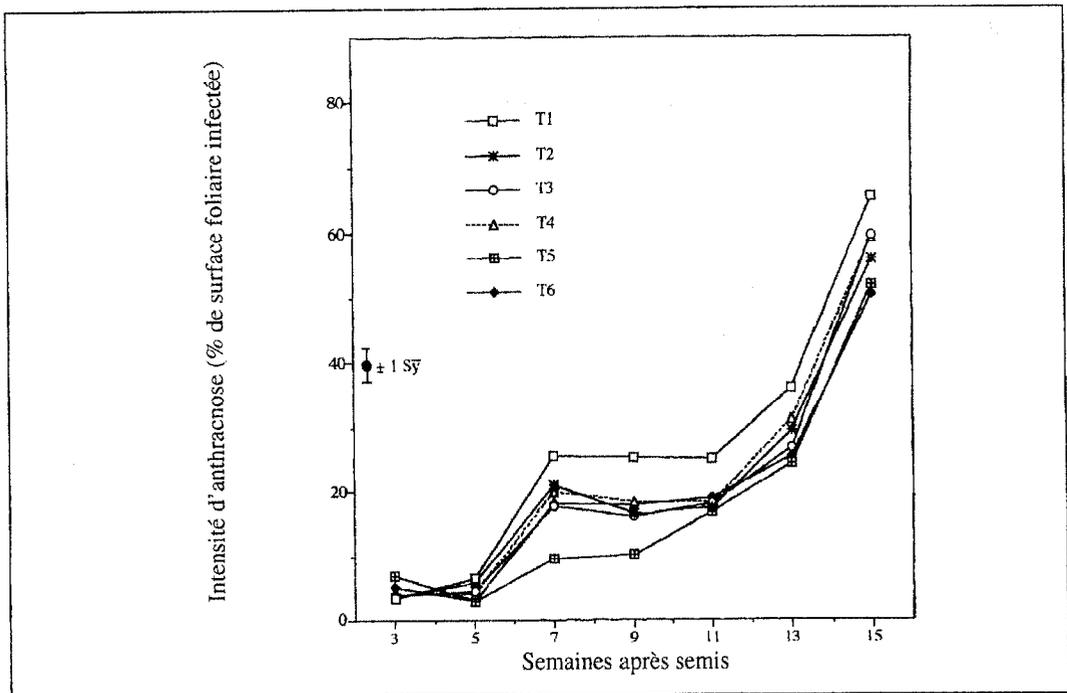


Figure 5. Évolution de l'anthracnose foliaire du sorgho dans l'essai d'entretien de fertilité en 1993.

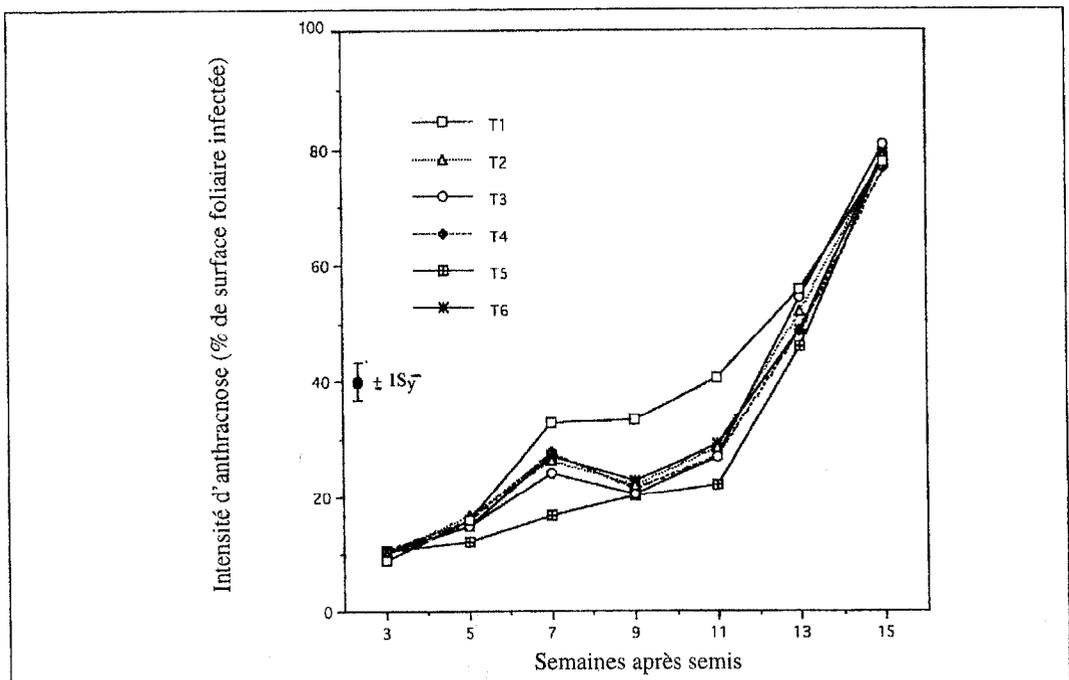


Figure 6. Évolution de l'anthracnose foliaire du sorgho dans l'essai d'entretien de fertilité en 1994.

Tableau III. Effet de la fumure sur le rendement du sorgho dans l'essai.
Entretien de la fertilité en 1993 et en 1994.

Fumures	IAF 11 SAS		Rendement (kg/84 m ²)	
	1993	1994	1993	1994
1 - Témoin	25,2 a	40,8 a	2,18 a	1,2 a
2 - fmr	17,4 b	28,7 b	6,28 b	5,43 b
3 - fmo	18,1 b	27,1 b	7,50 b	7,63 c
4 - fm	18,3 b	27,2 b	6,61 b	4,50 b
5 - FMO	16,9 b	22,2 c	11,59 c	12,72 d
6 - FM	19,1 b	29,2 b	5,95 b	5,54 b

N.B. Les abréviations utilisées dans la colonne Fumures sont les mêmes que celles définies dans la section Matériel et méthodes. IAF = Intensité d'antracnose foliaire. SAS = Semaine après semis.

Les chiffres suivis de la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5 % par le test de Fisher.

Discussion

Ces résultats sont comparables à ceux obtenus par Harder et Skoropad (1968) sur blé, orge, avoine et seigle en Alberta (Canada). Selon les auteurs, l'avoine qui est la céréale la plus attaquée a présenté moins d'antracnose foliaire dans les sols riches en matière organique. Dans les deux types d'expérimentations où le développement de l'épidémie a été suivi, toutes les formules de fertilisation ont permis de freiner le développement de l'antracnose. Les parcelles ayant reçu les doses de matière organique égales ou supérieures à 5 tonnes de fumier ont à la fois permis de réduire la maladie tout en augmentant le rendement de façon significative par rapport aux autres fumures.

Sur le plan localité, la station de Saria est visiblement une localité à haute pression d'antracnose du sorgho par rapport à Gampèla. Cela peut s'expliquer par le fait que la culture du sorgho sur les parcelles de la ferme de l'Université (Gampèla) est très récente, comparativement à la situation de Saria où la monoculture du sorgho est pratiquée sur les parcelles depuis plus de trente ans.

Sur le plan de l'évolution de l'antracnose, le plateau de maladie observé après l'opération de buttage se justifie par le fait que le buttage contribue à l'enfouissement d'une quantité importante d'inoculum que le vent remontait sur le feuillage aussi bien pour l'auto-infection que pour l'allo-infection. L'augmentation de maladie à partir de la 11^e semaine peut s'expliquer d'une part, par la forte production d'inoculum secondaire et, d'autre part, par la fin de la croissance végétative du sorgho qui ne permet plus le renouvellement des cinq dernières feuilles sur lesquelles les taches s'agrandissent et entrent en coalescence.

L'allure des courbes d'antracnose foliaire (figures 1 et 2) montre que le développement de l'épidémie d'antracnose a été plus rapide en 1994 qu'en 1993 pour couvrir deux fois plus de surface foliaire dès la 9^e semaine. La saison humide 1994 a été une saison de forte

pression parasitaire aussi bien à Gampèla qu'à Saria où les deux essais ont été implantés. L'effet bénéfique de la fumure organique sur l'anthracnose et sur le rendement du sorgho est surtout visible en année de forte pression parasitaire comme en 1994 à Saria (tableau III).

Conclusion

L'étude montre pour la première fois que les fumures riches en matière organique minéralisée permettent de freiner le développement de l'anthracnose du sorgho, tout en augmentant les rendements de façon significative. Le buttage contribue à freiner le développement de l'anthracnose et pourrait être recommandé entre la 9^e et la 10^e semaine après semis pour éviter la forte attaque d'anthracnose de la 11^e semaine correspondant au stade floraison. La pratique actuelle de l'opération buttage qui se fait entre 4 et 6 semaines pourrait alors être remplacée par un simple sarclage. En définitive, les fumures à privilégier seraient les fumures F7, F8 et F9 de l'essai multilocal et T5 de l'essai d'entretien de fertilité qui contiennent toutes la matière organique minéralisée apportée par le fumier d'étable. En plus de la fumure minérale classique vulgarisée, l'utilisation de la matière organique minéralisée à raison d'au moins 5 tonnes à l'hectare est fortement recommandée dans les zones sorghicoles, notamment dans les localités à haute pression d'anthracnose comme Saria au Burkina Faso. Nos travaux n'ont pas permis de connaître le rôle précis de la matière organique dans le mécanisme de résistance de la plante ou sur l'inhibition de la production d'inoculum du champignon. De ce fait, les mécanismes d'action de la matière organique demanderaient à être élucidés par d'autres activités de recherches futures. □

Remerciements

Les auteurs adressent leurs sincères remerciements à l'Agence canadienne de développement international (ACDI) pour son soutien financier très appréciable qui a permis la réalisation des travaux de la présente publication. Nous remercions également Dr Michel Sédogo, Dr François Lompo, M. Moussa Bonzi et son équipe qui nous ont facilité le travail dans leur essai d'entretien de fertilité à Saria.

Références bibliographiques

ALI M.E.K. et WARREN H. L. , 1992. Anthracnose of sorghum. in: Sorghum and millet diseases: A second world review. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. (ICRISAT), Hyderabad, India, 203-208

CASELA C. R. et FREDERICKSEN R. A. , 1993. Survival of *Colletotrichum graminicola* sclerotia in sorghum stalk residues. Plant Dis., 77: 825-827.

FREDERICKSEN R.A. , 1986. Compendium of sorghum diseases. American Phytopathological Society, St. Paul, USA, 82p.

HARDER D. E. et SKOROPADW. P., 1968. The occurrence of cereal anthracnose in Alberta. Canadian Plant Dis. Surv., 48: 39-42.

JORDAN W.R., CLARK R. B. et SEETHARAMA N., 1983. The rôle of edaphic factors in disease development. P. 81-97. Tiré de : Sorghum root and stalk rots. A critical review. L.K. Mughogho, éd. ICRISAT, Patancheru, India, 267 p.

LIPPS P.E., 1988. Spread of corn anthracnose from surface residues in continuous and soybean rotation plots. Phytopathology, 78: 756-761.

- MARTENS J.W., SEAMANW. L. et ATKINSON T.G., 1988.** Diseases of field crops in Canada. éd. rév. The Canadian Phytopathological Society, 160 p.
- MISHRA A. et SIRADHANA B. S., 1979.** Studies on the survival of sorghum anthracnose (*Colletotrichum graminicolum*) pathogen. Philipp. Agric., 62: 149-152.
- NEYA A. et KABORÉ K. B. , 1987.** Mesure de l'incidence de l'anthracnose et de la pourriture rouge des tiges causées par le *Colletotrichum graminicola* chez le sorgho. Phytoprotection, 68: 121-126.
- PANDE S., MUGHOGHO L.K. et BANDYOPADHYAY R., 1991.** Variation in pathogenicity and cultural characteristics of sorghum isolates of *Colletotrichum graminicola* in India. Plant Dis., 75: 778-783.
- SÉDOGO P. M., 1993.** Évolution des sols ferrugineux lessivés sous culture: Incidence des modes de gestion sur la fertilité. Thèse de doctorat ès-sciences en pédologie, Université Nationale de Côte d'Ivoire, Abidjan, 334 p.
- SEGDA Z., 1991.** Contribution à la valorisation agricole des résidus de culture dans le Plateau Central du Burkina Faso. Mémoire de fin d'études, Institut Polytechnique Rural de Katibougou, Mali, 100 p.
- TRAORÉ B., 1988.** Étude de la survie du *Colletotrichum graminicola* dans le sol. Mémoire de fin d'étude, option agronomie, Université de Ouagadougou, Burkina Faso, 56 p.