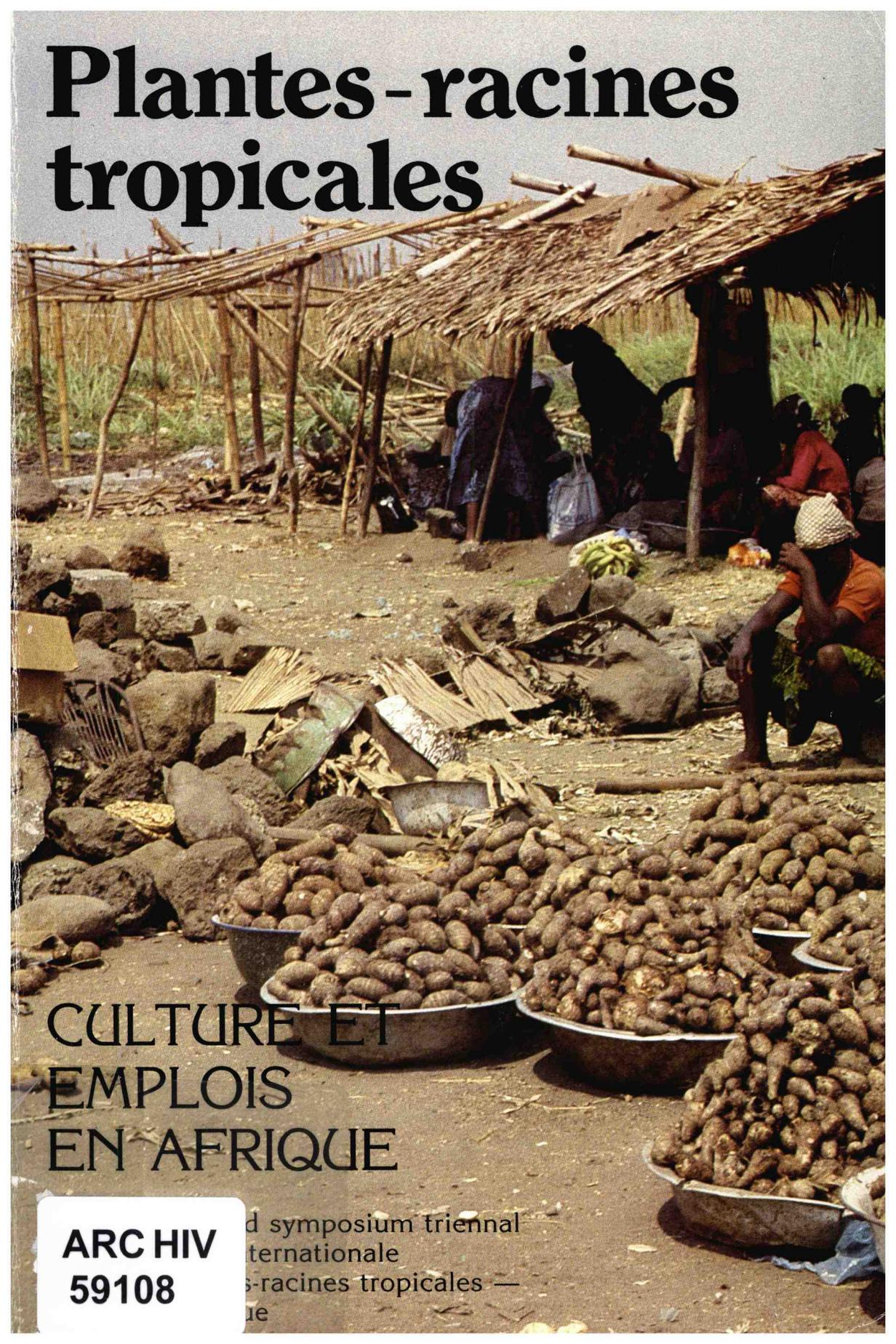


Plantes-racines tropicales



CULTURE ET
EMPLOIS
EN AFRIQUE

ARCHIV
59108

...d symposium triennal
...ternationale
...s-racines tropicales —
...ie

**PLANTES-RACINES TROPICALES :
CULTURE ET EMPLOIS EN AFRIQUE**

Le Centre de recherches pour le développement international, société publique créée en 1970 par une loi du Parlement canadien, a pour mission d'appuyer des recherches visant à adapter la science et la technologie aux besoins des pays en voie de développement; il concentre son activité dans cinq secteurs : agriculture, alimentation et nutrition; information; santé; sciences sociales; et communications. Le CRDI est financé entièrement par le Parlement canadien, mais c'est un Conseil des gouverneurs international qui en détermine l'orientation et les politiques. Établi à Ottawa (Canada), il a des bureaux régionaux en Afrique, en Asie, en Amérique latine et au Moyen-Orient.

La Société internationale pour les plantes-racines tropicales — Direction Afrique (International Society for Tropical Root Crops, Africa Branch) a été fondée en 1978 pour encourager la recherche, la production et l'utilisation des plantes-racines en Afrique et dans les îles voisines. Son action s'étend à la formation et à la vulgarisation, à l'organisation de réunions et de colloques, à l'échange de matériel génétique et à l'établissement d'un réseau des personnes intéressées à ce domaine. Le siège de la Société est à Ibadan (Nigéria), à l'Institut international d'agriculture tropicale; son conseil de direction est formé d'éminents spécialistes des plantes-racines attachés aux programmes nationaux en Afrique.

©Centre de recherches pour le développement international, 1985
Adresse postale : C.P. 8500, Ottawa, Canada K1G 3H9
Siège : 60, rue Queen, Ottawa

Terry, E.R.
Doku, E.V.
Arene, O.B.
Mahungu, N.M.

International Society for Tropical Root Crops. Africa Branch. Ibadan, NG
IDRC-221f

Plantes-racines tropicales: culture et emplois en Afrique : actes du Second symposium triennal de la Société internationale pour les plantes-racines tropicales — Direction Afrique, 14-19 août 1983, Douala, Cameroun. Ottawa, Ont., CRDI, 1985. 234 p. : ill.

/Manioc/, /plantes-racines/, /production végétale/, /Afrique—/amélioration des plantes/, /plantation/, /maladies des plantes/, /ennemis des cultures/, /culture intercalaire/, /rendement des cultures/, /engrais/, /patates douces/, /traitement de produits agricoles/, /valeur nutritive/, /enrichissement des aliments/, /aliments pour animaux/, /bananes plantains/, /recherche agricole/, /rapport de réunion/, /liste des participants/.

CDU: 633.68

ISBN: 0-88936-416-0

Édition microfiche sur demande

This publication is also available in English.

PLANTES-RACINES TROPICALES : CULTURE ET EMPLOIS EN AFRIQUE

RÉDACTEURS : E.R. TERRY, E.V. DOKU, O.B. ARENE ET N.M. MAHUNGU

AR 410
633.62
2 5F
1983

RÉSUMÉ

Résultats de recherches récentes, mises à jour sur les méthodes de recherche, revues de publications et rapports de sondages sont contenus dans ce document issu du Deuxième symposium de la Société internationale pour les plantes-racines tropicales — Direction Afrique, qui a réuni 77 participants de 16 pays. Des communications sur le manioc, le taro, le yam et la patate douce ont été présentées par des phytosélectionneurs, des agronomes, des pédologues, des phytopathologistes, des entomologistes et des spécialistes de la nutrition et des aliments, entre autres. Tirant leçon de leurs succès et de leurs échecs, beaucoup de ces chercheurs ont dirigé leurs efforts vers la solution des problèmes qui entravent l'augmentation de la production et de la consommation des plantes-racines et ont tenté de considérer d'un œil réaliste le contexte qui sera celui de l'application de leurs recherches.

ABSTRACT

A mixture of original research, updates on procedures, literature reviews, and survey reports, this document resulted from the second symposium of the International Society for Tropical Root Crops — Africa Branch, with 77 participants from 16 countries. The focus was cassava, yams, cocoyams, and sweet potatoes, from the perspectives of breeders, agronomists, soil specialists, plant pathologists, entomologists, nutritionists, food technologists, etc. Learning from past successes and failures, many of the researchers directed their efforts toward problems obstructing progress in reaching improved production and use of root crops and attempted to view, realistically, the context in which their results would be applied.

RESUMEN

Una mezcla de investigaciones originales, actualizaciones de procedimientos, reseñas de literatura e informes de encuestas, este documento es el resultado del segundo simposio de la Sociedad Internacional de Raíces Tropicales, Filial Africana, que contó con 77 participantes de 16 países. El simposio se centró en la yuca, el ñame, el cocoñame y las batatas, desde la perspectiva de los fitomejoradores, los agrónomos, los especialistas en suelos, los patólogos vegetales, los entomólogos, los nutricionistas, los tecnólogos alimenticios, etc. A partir de los éxitos y fracasos anteriores, muchos de los investigadores encaminaron sus esfuerzos hacia los problemas que obstaculizan el avance para lograr una producción y un uso mejorados de las raíces y trataron de obtener una visión realista del contexto en que los resultados pueden ser aplicados.

TABLE DES MATIÈRES

<i>Avant-propos</i>	9
<i>Participants</i>	11
<i>Allocutions</i>	
Allocution d'ouverture Nkaifon Perfura	15
Allocution du président Bede N. Okigbo	17
Allocution de clôture Nkaifon Perfura	19
<i>Introduction</i>	
Production potentielle des principales plantes tropicales à racines et à tubercules E.V. Doku	21
Ressources des principales plantes-racines — leurs possibilités d'utilisation par l'homme, l'animal, l'industrie D.G. Coursey	27
<i>Manioc</i>	
Paramètres génétiques du manioc N.M. Mahungu, H.R. Chheda, S.K. Hahn et C.A. Fatokun	39
Évaluation des clones de manioc pour la production des feuilles «pondu» au Zaïre N.B. Lutaladio	43
Sélection du manioc au Rwanda J. Mulindangabo	47
Incidence des variétés utilisées et de l'époque de plantation sur le rendement de la culture du manioc au Malawi R.F. Nembonga Sauti	51
Effets de l'épandage d'engrais et de compost municipal sur du manioc en culture ininterrompue S.O. Odurukwe et U.I. Oji	53
Multiplication rapide du manioc par plantation directe N.T. Dahniya et S.N. Kallon	56
Effets de l'ombrage, de l'azote et du potassium sur le manioc I.N. Kasele, S.K. Hahn, C.O. Oputa et P.N. Vine	58
Évaluation de la nocivité des mauvaises herbes dans la culture du manioc — culture intercalaire du maïs dans la forêt humide du Nigéria Ray P.A. Unamma et L.S.O. Ene	62
Rendement d'associations complexes de cultures: le melon et l'okra avec une culture mixte de manioc et de maïs J.E.G. Ikeorgu, T.A.T. Wahua et H.C. Ezumah	65
Procédés de conservation du sol dans la production du manioc et de l'igname P.N. Vine, O.B. Ajayi, D.M. Mitchozounou, E.J. Hounkpatin et T. Hounkpevi	69

Les facteurs limitant la production du manioc chez le paysan de Lukangu au Zaïre Kilumba Ndayi	73
Épidémiologie de l'antracnose du manioc C. Makambila	75
Pertes de rendement chez le manioc par suite de cercosporiose introduite par le <i>Cercosporidium henningsii</i> J.M. Teri, P.W. Mtakwa et D. Mshana	81
Sensibilité du manioc aux atteintes de <i>Colletotrichum manihotis</i> Muimba-Kankolongo A., M.O. Adeniji et E.R. Terry	84
Pourriture de la tige du manioc due à <i>Botryodiplodia theobromae</i> et méthodes de sélection de variétés résistantes G.W. Otim-Nape	88
Distribution et importance de la mosaïque africaine du manioc en République populaire du Congo R. Massala	91
Hypothèse d'un front de la cochenille du manioc : rôle des ennemis naturels indigènes K.M. Lema, R.D. Hennessey et H.R. Herren	93
Bioécologie comparée de deux coccinelles prédatrices de la cochenille du manioc au Congo G. Fabres et A. Kiyindou	96
Effets de l'épandage d'engrais sur le développement post-embryonnaire et la reproduction de la cochenille du manioc K.M. Lema et N.M. Mahungu	100
Réaction fonctionnelle d' <i>Amblyseius fustis</i> , prédateur de <i>Mononychellus tanajoa</i> , lorsque la densité des proies augmente T.O. Ezulike et J.K.U. Emehute	102
Lutte contre <i>Mononychellus tanajoa</i> en Ouganda B. Odongo et G.W. Otim-Nape ...	104
Étude de la valeur nutritive du manioc à pigmentation jaune O. Safo-Kantanka, P. Aboagye, S.A. Amartey et J.H. Oldham	106
Décomposition par les microbes de la linamarine dans de la pulpe de manioc en fermentation M.A.N. Ejiofor et Nduka Okafor	108
Rendement d'une machine à éplucher le manioc P.M. Nwokedi	111
Amélioration de la méthode de préparation du fufu Festus A. Numfor	114
Régime à base de manioc pour des lapins R.T. Fomunyam, A.A. Adegbola et O.L. Oke	117
Effets de l'alimentation à la farine de manioc sur la viabilité des œufs D.A. Ngoka, E.C. Chike, A.B. Awoniyi, T. Enyinnia et S.O. Odurukwe	120
Igname	
Culture <i>in vitro</i> d'embryons de <i>Dioscorea rotundata</i> C.E.A. Okezie, F.I.O. Nwoke et S.N.C. Okonkwo	123
Indices économiques pour la sélection de clones et le croisement d'ignames O.O. Okoli, J.U. Nwokoye et C.C. Udugwu	127
La production d'ignames de semence M.N. Alvarez et S.K. Hahn	131
Composés naturels antifongiques découverts dans la pelure de l'igname S.K. Ogundana, D.T. Coxon et C. Dennis	135
Époque optimale pour la fertilisation de <i>Dioscorea rotundata</i> S.C.O. Nwinyi	138
Effets du tuteurage sur la production de tubercules de trois cultivars d'ignames trifoliées S.N. Lyonga et J.T. Ambe	140
Le temps du tuteurage et ses effets sur le développement de l'antracnose de l'igname d'eau A.O. Nwankiti et I.U. Ahiara	142
Application de la thermodynamique à la conservation des tubercules d'ignames Godson O. Osuji	145
Sensibilité aux nématodes à galles des plantes intercalées avec l'igname au Nigéria U.G. Atu et R.O. Ogbuji	149
Effets des plantes de couverture sur les populations de nématodes à galles U.G. Atu et R.O. Ogbuji	151
Survie de <i>Botryodiplodia theobromae</i> dans les tissus de l'igname B.I. Aderiye et S.K. Ogundana	154
Variabilité de la composition chimique des ignames cultivées au Cameroun T. Agbor Egbe et S. Treche	156

Teneurs en minéraux des tubercules d'igname crus, cuits à l'eau et sous forme de farine A. Bell	160
Introduction de farine de <i>Dioscorea dumetorum</i> dans une région rurale G. Martin, S. Treche, L. Noubi, T. Agbor Egbe et S. Gwangwa'a	164
Taro, patate douce et autres plantes	
Amélioration du taro par des méthodes de culture <i>in vitro</i> E. Acheampong et G.G. Henshaw	169
Production des plantes hybrides et test de résistance du macabo (<i>Xanthosoma</i> spp. <i>sagittifolium</i>) causée par <i>Pythium myriotylum</i> A. Agueguia et S. Nzietchueng ..	173
Croissance et développement de <i>Colocasia</i> et de <i>Xanthosoma</i> spp en région de plateaux M.C. Igbokwe	176
Effets de la profondeur de la nappe aquifère sur la culture du taro B.S. Ghuman et R. Lal	179
Culture associée du taro et du plantain : effets sur le rendement et les maladies du taro M.C. Igbokwe, O.B. Arene, T.C. Ndubuizu et E.E. Umana	186
Une maladie du <i>Xanthosoma sagittifolium</i> au Cameroun causée par <i>Pythium myriotylum</i> Samuel Nzietchueng	189
Potentialités de production de la patate douce au Rwanda G. Ndamage	193
Étude du comportement de la patate douce sur les hauts plateaux du Cameroun S.N. Lyonga et J.A. Ayuk-Takem	197
Effets de la mycorhize à vésicules et arbuscules, de la température et du phosphore sur la fusariose de la patate douce J.M. Ngeve et R.W. Roncadori	201
Essais chez le fermier — un lien entre la recherche et la communication de la technologie H.J. Pfeiffer	207
Le plantain dans la culture des plantes-racines S.K. Karikari	211
Bibliographie	214
Résumés	
Nouvelle incursion dans le domaine du manioc à pigmentation jaune K.A. Oduro ...	232
Répartition et consommation du manioc au Malawi R.F. Nembozanga Sauti	233
Peut-on augmenter la productivité du manioc en Zambie ? N. Hrishi	233
Perspectives de développement de nouvelles variétés d'igname blanche M.O. Akoroda	233
Vulgarisation de la technologie des plantes-racines auprès des cultivateurs africains T. Enyinnia, H.E. Okereke et D.A. Ngoka	234

EFFETS DE LA MYCORHIZE À VÉSICULES ET ARBUSCULES, DE LA TEMPÉRATURE ET DU PHOSPHORE SUR LA FUSARIOSE DE LA PATATE DOUCE

J.M. NGEVE¹ ET R.W. RONCADORI²

Trois cultivars de patate douce furent inoculés avec *Fusarium oxysporum* f. sp. *batatas* (FOB) seul, avec la mycorhize à vésicules et arbuscules (MVA) seule ou une combinaison des deux, et cultivés à deux températures et dans un sol renfermant différents niveaux de phosphore. À 32 °C, la fusariose présentait une incidence et une sévérité plus élevées lorsque les plants avaient été inoculés avec FOB seul, mais, à 21 °C, elles étaient plus élevées lorsque les plants avaient été inoculés avec FOB et MVA conjointement. La présence et la sévérité du flétrissement connaissaient une augmentation parallèle à celle de la fertilisation au P, et la MVA conférait une protection aux plantes à une fertilité P de bas niveau 5 : 10 : 15 (N, P et K ppm/g étant de 10, 4,4 et 8,3, respectivement). Le présent rapport est le premier sur l'interaction du champignon MVA, de la fertilisation au P et de la température sur la fusariose de la patate douce. On y parlera du rôle du champignon MVA dans la protection des plantes contre le flétrissement et on y donnera des explications possibles pour les résultats observés.

On ne manque pas de connaissances sur l'étiologie et l'épidémiologie de la fusariose, de même que sur la lutte contre cette maladie. On sait toutefois peu de chose sur les facteurs environnementaux qui agissent sur son développement. Cette étude est donc conduite pour déterminer les effets — combinés et séparés — sur l'incidence et la sévérité de la fusariose de la température ambiante, du phosphore contenu dans le sol et de la mycorhize MVA.

MATÉRIEL D'EXPÉRIENCE ET MÉTHODES

Nous avons utilisé trois cultivars de patate douce, le W160, le Centennial et le Sunnyside, que nous avons obtenus du Southern Region Vegetable Laboratory de Charleston, Caroline du Sud (É.-U.) et notés, respectivement, comme très résistant, moyennement résistant et très peu résistant à la fusariose.

Les variétés furent cultivées dans un mélange de limon et de sable (1 : 1, v/v) et fertilisées tous les 21 jours au moyen d'un engrais NPK 10-4, 4-8,3 au taux de 400 µg/g de sol. Des boutures de tête, de 15-20 cm de longueur, furent prélevées sur chaque

cultivar et utilisées dans les expériences. À l'exception de quatre ou cinq, les feuilles entièrement développées furent enlevées ; les boutures charnues ou ligneuses furent rejetées.

On utilisa un mélange de sable limoneux Dothan, brisé et tamisé, du sable de rivière lavé et de la vermiculite (4 : 1 : 1, v/v/v). Le sol brut fut analysé par le Soil Testing and Plant Analysis Laboratory, de l'Université de Géorgie (É.-U.) et les résultats furent les suivants : pH 5,2, NO₃-N 9 µg/g, p 3,5 µg/g, K 50 µg/g, Ca 599 µg/g, Mg 119 µg/g, Zn 2 µg/g, Mn 97 µg/g, B 0,2 µg/g, 2,5% de matière organique et 10 × 10⁻¹ mhos de sels solubles. Le pH du sol fut ajusté à 5,5-6,0 avec de la chaux. Le sol fut amendé avec du NPK (5 : 10 : 15), 700 µg/g et supplémenté avec diverses concentrations de CaHPO₄ pour fournir du P additionnel à 0, 50, 100, 400 et 800 µg/g. Le sol fut désinfecté avec du bromure de méthyle (Dowfume MC-2) à une concentration minimale de 1,4 kg/800 L de mixture de sol pendant au moins 48 h sous polyéthylène et exposé à l'air pendant un minimum de 5 jours. Dans tous les tests, les prélèvements de sol furent placés dans des pots de plastique de 15 cm de diamètre et conservés sur un banc de serre ou dans un bâtiment abritant des plants. Après avoir examiné des isolats de *Fusarium oxysporum* f. sp. *batatas* (FOB) en provenance de la Caroline du Sud et de la Louisiane, nous en avons choisi deux, l'un FOB 6 (très virulent) et l'autre FOB 5 (moyennement virulent), pour toutes les expériences. Les isolats étaient censés être exempts de bactéries, et le

1. Institut de recherche agronomique, Nkolbisson, Yaoundé, Cameroun.

2. Faculté de pathologie des plantes, Université de Géorgie, Athens, Georgia 30602, États-Unis.

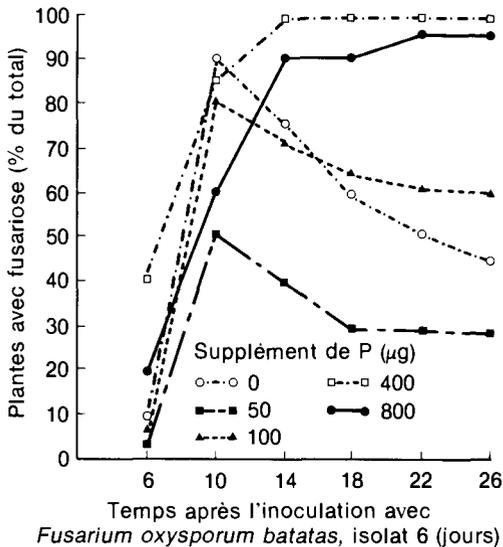


Fig. 1. Influence d'une fertilisation accrue en phosphore sur l'incidence de la fusariose chez le Sunnyside (tous les traitements comprenaient un amendement de sol de base de 700 µg 10-4,4-8,3 NPK/g de sol).

vaccin fut préparé à partir d'une culture unispore maintenue à 5 °C sur de l'agar de dextrose de pomme de terre (ADP). Nous ne nous sommes servis que d'une seule culture sur un seul plateau pour opérer tous les transferts permettant d'augmenter l'inoculum.

L'augmentation du FOB fut réalisée sur de l'ADP ou sur un bouillon de dextrose de pomme de terre (BDP). L'ADP fut préparé à partir d'une infusion de 200 g de pomme de terre (*Solanum tuberosum*), 20 g de glucose, 20 g d'agar agar et de l'eau en quantité suffisante pour faire un litre. Le BDP fut préparé de la même façon, mais sans agar.

L'inoculum de cellule germinative fut préparé par modification de la méthode de French (1965). Les cellules germinatives recueillies sur de la gaze, furent resuspendues dans de l'eau distillée stérile et ajustées à $1,5 \times 10^6$ cellules/ml avec un colorimètre d'une longueur d'ondes de 600 nm.

Les mycorhizes MVA furent maintenues sur *Sorghum bicolor* en culture en pot, et les spores furent extraites par la méthode de la flottation centrifuge (Jenkins, 1964). Parmi les champignons du type MVA étudié, *Glomus fasciculatum* et *G. mosseae*, qui ont bien colonisé les racines des patates douces, furent choisis comme symbiotes-tests.

Nous avons employé deux méthodes d'inoculation. Pour les études du FOB employé seul, nous nous sommes servis de la méthode de McClure (1950) modifiée, en immergeant les extrémités coupées des boutures de sarments dans un vase contenant des cellules germinatives en suspension pen-

dant 5 minutes avant la plantation. Avec cette technique, les symptômes de flétrissement apparurent dans les sept jours suivants. Dans les tests d'interaction FOB-MVA, nous avons procédé à des inoculations simultanées, puis à des inoculations séquentielles, principalement pour voir se confirmer les résultats des inoculations simultanées. Dans ces dernières, 25 mL chacun de FOB, MVA et du filtrat de spore furent placés dans les trous de plantation et la bouture plantée à une profondeur de 6 cm. L'inoculation retardée consistait à ajouter de l'inoculum ou filtrat MVA au moment de la plantation (pour normaliser la mycoflore interne) et le vaccin FOB 21 jours plus tard, moment où l'on examina les racines pour y noter le développement des mycorhizes. Les études sur la fusariose durèrent 28 jours, et tous les tests sur la mycorhize durèrent de 42 à 84 jours.

La température des deux locaux affectés à la croissance des plants a été réglée à 21 °C et 32 °C au cours des études concernant les effets de la température ambiante sur la fusariose.

L'expérience eut lieu dans un bloc aléatoire comportant 10 répétitions. Les moyennes des traitements furent comparées, lorsque approprié, avec le test de Fisher sur la plus petite différence significative ($P < 0,05$).

Le développement de la fusariose fut noté subjectivement : 0 pour l'absence de symptômes ; 1 pour un tiers du feuillage montrant un jaunissement entre les veines ; 2 pour les deux tiers ; 3 pour la totalité des feuilles, y compris un début de flétrissement ; 4 enfin pour le flétrissement total et la mort des plants. La présence de la fusariose était représentée par un

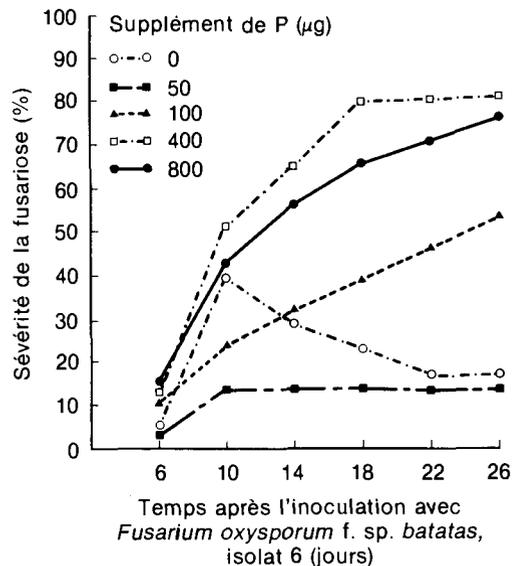


Fig. 2. Influence de la fertilisation en phosphore sur la sévérité de la fusariose chez le Sunnyside.

Tableau 1. Effet de la température ambiante sur la sévérité de la fusariose.

	Inoculum ^a	Sévérité (%)						Mortalité ^b %
		Jours après l'inoculation						
		8	12	16	20	24	28	
21 °C								
Sunnyside	FOB-5	5	15	18	10	18	20	0
	FOB-6	10	30	30	38	38	48	30
Centennial	FOB-5	18	20	23	20	20	20	0
	FOB-6	28	38	28	30	33	30	10
W160	FOB-5	5	3	3	3	0	0	0
	FOB-6	25	25	18	13	10	3	0
32 °C								
Sunnyside	FOB-5	8	30	53	55	55	63	50
	FOB-6	15	38	53	65	70	68	60
Centennial	FOB-5	13	33	33	25	25	20	0
	FOB-6	13	15	23	23	30	25	10
W160	FOB-5	0	0	3	3	3	15	10
	FOB-6	0	13	13	13	18	23	0
LSD (P<0,05)^c		1,9	3,2	4,3	4,5	5,1	4,7	—

a) Isolat 5 (modérément virulent) ou isolat 6 (très virulent) de *Fusarium oxysporum* f. sp.

b) Plantes mortes à la fin de l'expérience exprimée comme un pourcentage du nombre total de plantes soumises au traitement.

c) Plus petite différence significative (Fisher).

pourcentage, soit le quotient du nombre de plants infectés par le nombre des plants soumis au traitement. On calcula également le pourcentage de sévérité : on divisa la somme des notes pour un traitement par le produit de la note maximale et du nombre total de plants soumis au traitement × 100.

RÉSULTATS

La fusariose était généralement influencée par la concentration de phosphore. Sa présence était à son maximum dans tous les traitements 10 à 14 jours après l'inoculation (fig. 1). Toutefois elle déclinait ensuite, tombant à 60 % ou moins chez les plants cultivés dans des sols contenant 100 µg ou moins de P. Plus de 90 % des plants cultivés dans des sols de 400 et 800 µg de phosphore montraient des symptômes de flétrissement 26 jours après l'inoculation.

De fortes concentrations de phosphore dans le sol accroissaient aussi les symptômes de morbidité. Les plants cultivés dans des sols supplémentés de 400 µg ou 800 µg de phosphore ne différaient pas substantiellement des autres dans l'ensemble (P<0,05), mais la sévérité de la maladie progressait chez eux rapidement, passant de 10 à 20 % six jours après l'inoculation à 80 % à la fin de l'étude (fig. 2). Les plants soumis aux autres traitements étaient finalement affectés tout autant : toutefois le coefficient de sévérité était à son maximum 10 jours après l'inoculation et, dans les sols qui, soit n'avaient pas reçu de supplément, soit n'avaient que 50 µg de P additionnel, il était substantiellement moindre (P<0,05)

qu'aux concentrations de P de 400 µg ou 800 µg. Les plants cultivés dans un sol supplémenté de 100 µg de P montraient un niveau moyen de sévérité de symptômes et étaient sensiblement différents des plants cultivés aux autres taux de P.

L'effet de la température ambiante sur la fusariose se révéla variable suivant le plant considéré et l'isolat de FOB. Sur le Sunnyside, la maladie se développa plus rapidement à 32 °C qu'à 21 °C avec n'importe quel isolat pathogène (tableau 1). De même la mortalité, chez le Sunnyside, était plus importante à la plus élevée de ces températures et augmentait aux deux températures durant l'incubation.

Le cultivar W160 réagit de la même façon, et l'incidence de la température était plus évidente à la fin de l'étude (tableau 1). Pendant la première partie de l'étude, les plants résistants inoculés avec n'importe quel isolat étaient affectés plus sévèrement à la haute température que les plants soumis à la basse température. La mortalité chez les plants était de 10 % ou moins aux deux températures.

Le développement de la maladie n'apparaissait pas aussi clairement chez le Centennial, un plant modérément résistant. Le temps n'agissait pas sur l'apparition des symptômes à la basse température (tableau 1), ces derniers devenant irréguliers à la haute température avec FOB 5, mais plus clairement visibles à la fin de l'étude avec FOB 6. De même la sévérité des symptômes ne semblait pas clairement sensible à la température chez les plants inoculés avec FOB 5, mais était plus importante chez les plants inoculés avec FOB 6 à la basse température.

Le phosphore et la mycorhize influençaient l'un et l'autre l'apparition de la fusariose dans les études de

plants à caractère mycorhizal cultivés dans des sols fertilisés au NPK avec un supplément de phosphore (100 µg/g) et sans supplément. Par exemple les plants, quel que fut le cultivar, étaient plus contaminés dans les sols à supplément phosphoreux que dans les sols non supplémentés (tableau 2). Dans ces derniers, la mycorhize atténuait la présence de fusariose chez le Sunnyside, mais tendait à l'augmenter chez le Centennial et chez le W160. *Glomus fasciculatum* supprimait le flétrissement chez le Sunnyside, l'augmentait chez le W160 cultivé dans des sols non supplémentés, mais n'avait aucun effet sur le Centennial. La mortalité par la mycorhize était plus marquée dans les sols riches en phosphore (tableau 2).

Glomus fasciculatum formait mieux de la mycorhize que *G. mosseae* chez tous les cultivars et synthétisait mieux la mycorhize chez Sunnyside (92 %) et W160 (90 %) que chez le Centennial (72 %) dans les plants cultivés en sol pauvre en phosphore.

Le flétrissement était plus sévère selon le cultivar, la température, le développement de la MVA. Les symptômes étaient plus prononcés chez le Sunnyside que chez le W160, sans égard au traitement (tableau 3). La température n'avait pas d'effet notable sur le Sunnyside, cultivar sans mycorhize, mais, chez le W160, la maladie était plus sévère à 21 °C

qu'à 32 °C. Les symptômes continuaient à se développer aux deux températures chez le Sunnyside tandis que les plants de W160 récupéraient généralement.

La température avait un effet sur l'interaction MVA-FOB chez le Sunnyside (tableau 3). La sévérité de la maladie tardait quelque peu à apparaître à 21 °C chez les plants à mycorhize, mais était, vers la fin de l'étude, très sensiblement différente de celles des plants sans mycorhize. À 32 °C, les symptômes étaient grandement atténués par les deux endophytes. La sévérité, pour les plants sans mycorhize, était de 67,5 % après 26 jours, mais seulement de 15 % et 20 % pour les plants inoculés avec *G. fasciculatum* et *G. mosseae*, respectivement. La colonisation des racines par *G. fasciculatum* et *G. mosseae* était de 35 % et 30 %, respectivement, à la basse température, et 75 % et 42 % à la haute température. L'interaction FOB-MVA était similaire dans les plants résistants (W160).

DISCUSSION ET CONCLUSIONS

La nutrition de l'hôte et les facteurs environnementaux ont eu un effet marqué sur la réaction des cultivars de patate douce à la fusariose. Certains

Tableau 2. Interaction de la mycorhize à vésicules et à arbuscules (MVA), du phosphore du sol et de la fusariose dans la patate douce.

Fertilisation ^a	Inoculum ^b	Présence (%)	Sévérité (%)	Mortalité (%)	Micorhize (%)
Sunnyside					
Faible	FOB	50	85	60	—
Faible	FOB, <i>G. fasciculatum</i>	40	65	50	92
Faible	FOB, <i>G. mosseae</i>	42	60	40	28
Forte	FOB	60	90	75	—
Forte	FOB, <i>G. fasciculatum</i>	50	70	60	62
Forte	FOB, <i>G. mosseae</i>	48	75	65	22
Centennial					
Faible	FOB	40	60	55	—
Faible	FOB, <i>G. fasciculatum</i>	45	40	40	72
Faible	FOB, <i>G. mosseae</i>	55	35	30	20
Forte	FOB	55	65	62	—
Forte	FOB, <i>G. fasciculatum</i>	45	50	60	42
Forte	FOB, <i>G. mosseae</i>	50	50	85	38
W160					
Faible	FOB	20	40	40	—
Faible	FOB, <i>G. fasciculatum</i>	30	20	25	90
Faible	FOB, <i>G. mosseae</i>	38	25	45	28
Forte	FOB	35	50	45	—
Forte	FOB, <i>G. fasciculatum</i>	20	40	40	30
Forte	FOB, <i>G. mosseae</i>	35	45	45	32
LSD (P<0,05)^c		8	13	14	—

a) Faible = 700 µg 10, 4, 4, 8, 3 ppm NPK/g sol; forte = faible + 100 µg p/g sol; P = CaHPO₄.

b) FOB = *Fusarium oxysporum* f. sp. batatas (isolat 6) toute substance inoculée au moment de la plantation.

c) Plus petite différence significative (Fisher).

Tableau 3. Interaction de la micorhize à vésicules et à arbuscules (MVA) ainsi que de la température ambiante sur la sévérité de la fusariose chez le Sunnyside (sensible) et le W160 (résistant).

		Sévérité (%)					
		Jours après l'inoculation					
		6	10	14	18	22	26
Sunnyside							
21 °C	FOB	12,5	42,5	50,0	55,0	62,5	72,5
	FOB, <i>G. fasciculatum</i>	2,5	37,5	50,0	60,0	67,5	72,5
	FOB, <i>G. mosseae</i>	15,0	27,5	37,5	45,0	45,0	50,0
32 °C	FOB	35,0	47,5	42,5	57,5	57,5	67,5
	FOB, <i>G. fasciculatum</i>	0	2,5	2,5	7,5	7,5	15,0
	FOB, <i>G. mosseae</i>	5,0	17,5	22,5	32,5	27,5	20,0
LSD (P<0,05) ^b		19,2	NS	17,9	21,2	22,8	25,6
W 160							
21 °C	FOB	10,0	7,5	15,0	12,5	15,0	12,5
	FOB, <i>G. fasciculatum</i>	17,5	15,0	22,5	15,0	22,5	17,5
	FOB, <i>G. mosseae</i>	10,0	7,5	12,5	15,0	20,0	20,0
32 °C	FOB	5,0	2,5	2,5	7,5	5,0	2,5
	FOB, <i>G. fasciculatum</i>	15,0	0	0	5,0	5,0	0
	FOB, <i>G. mosseae</i>	20,0	2,5	5,0	2,5	0	0
LSD (P<0,05) ^b		6,4	2,0	3,7	3,7	2,8	2,5

a) Plantes inoculées avec l'isolat 6 de *Fusarium oxysporum* f. sp. *bataas* (FOB) seul, ou simultanément avec soit *Glomus fasciculatum* soit *G. mosseae*.

b) Plus petite différence significative (Fisher).

enquêteurs (Barter et Whitney, 1927; Hemmi et Watanabe, 1933) ont rapporté que FOB est un pathogène aux hautes températures, infectant les plants de patate douce principalement aux températures de 32 °C–35 °C. Les rapports de Hemmi et Watanabe (1933) après des études en serre indiquaient que le champignon avait une courte incubation (6 h) chez l'hôte à 32 °C. Harter et Whitney avaient indiqué (1927) que, pour l'infection en terrain ouvert, le champignon exigeait une température de 30 °C. Dans la présente expérience la température d'infection maximale était influencée par la MVA. La fusariose était hautement manifeste et plus sévère à 32 °C qu'à 21 °C. Toutefois, dans une autre expérience au cours de laquelle des plants à micorhize étaient soumis aux attaques de FOB et cultivés à 21 ° et 32 °C, l'effet de la température était inverse, la présence et la sévérité du flétrissement étant supérieures à 21 °C. Les résultats que nous avons obtenus suggèrent que, à 32 °C, la MVA créait plus rapidement une protection de la plante contre l'infection par FOB. Par contraste, Schenck et Kellam (1978) observèrent chez le soya un arrêt de la croissance causé par la micorhize aux basses températures, celle-ci étant probablement si peu active qu'elle en arrivait à stocker les glucides et aidait ainsi au développement de la maladie.

On connaît mal l'influence d'un sol phosphoreux sur la fusariose. Dubey a rapporté en 1959 une mortalité croissante chez la patate douce causée par le flétrissement, la fertilisation au phosphore et à l'azote ayant été augmentée pendant un essai en terrain

ouvert. Il ne trouva également aucune influence due à l'addition de potassium, ou à l'interaction des trois éléments, le P, le N et le K. Il n'a pas été possible de déterminer le seuil d'augmentation de la mortalité. Nos expériences nous ont montré que la présence, la sévérité du flétrissement et la mortalité étaient plus élevées chez les plantes infectées lorsque la fertilisation au phosphore avait été augmentée. Toutefois, à un certain seuil de P, approximativement à 400 µg/g de sol, la sévérité de flétrissement ne semblait pas augmenter si l'on ajoutait du P. Ainsi, on ne connaît pas exactement le rôle du P dans l'augmentation du flétrissement de cette plante. On peut avancer que l'action accrue du P dans la croissance des pousses rend les plantes plus grasses et ainsi plus exposées à la maladie, ou que cette sensibilité provient d'une plus grande transpiration.

Gerdemann (1968) a rapporté que la MVA accroît le captage du P, principalement dans les sols pauvres en cet élément chimique. Nos expériences nous ont montré que la micorhize réduisait le flétrissement chez les plantes cultivées dans des sols pauvres en phosphore. Ces plantes, selon le rapport de Gerdemann en 1968, étaient censées contenir de fortes concentrations de P obtenues par la présence de micorhize et, conséquemment manifester un flétrissement très sévère, puisque de précédentes études avaient établi que le flétrissement augmente avec de fortes concentrations de phosphore.

Nos constatations, toutefois, ne répondirent pas à cette attente: au contraire, le flétrissement était réduit chez les plantes à micorhize cultivées dans les

sols pauvres en phosphore. Nous pensons donc que d'autres facteurs modifient la physiologie de la plante-hôte et sont la cause de la protection fournie par la mycorhize dans ces sols. Par exemple, Gianinazzi-Pearson et al. ont rapporté (1978) que chaque champignon MVA produit des phosphates spécifiques. Cela peut signifier des différences dans la façon dont ils influencent le métabolisme phosphoreux, ce qui, à son tour, peut être relié à la sévérité du flétrissement. Dehne et Schonbeck ont rapporté (1979) que la mycorhize influençait le métabolisme du phénol et ainsi aidait à la lignification des racines de la tomate et du concombre. Étant donné que les phénols seraient les principales substances responsables de la résistance au flétrissement (Matta et al., 1969), la mycorhize pourrait accroître la quantité de phénols dans la patate douce, augmentant ainsi la résistance au flétrissement des plantes à mycorhize. Baltruschat et Schonbeck ont montré en 1972 que des extraits de racines à mycorhize ajoutés à des cultures de malt agar de *Thielaviopsis basicola* réduisaient la production de chlamydospores de 80 à 100 %. Plus tard (1975), ils ont rapporté que l'arrêt de la production de chlamydospores reflétait le haut contenu d'arginine dans les extraits de racines à mycorhize. Leurs constatations renforcent l'idée que des changements dans la physiologie de l'hôte pourraient causer la réaction opposée de la MVA à FOB.

Des chercheurs ont rapporté que la MVA augmente (Ross, 1972), diminue (Baltruschat et Schonbeck, 1972, 1975 ; Chou et Schmitthenner, 1974 ; Schonbeck et Dehne, 1977 ; Schenck et Kellam, 1978) ou n'a aucun effet (Schenck et Kellam, 1978) sur les

maladies des plantes. Nos enquêtes suggèrent que les conséquences exactes de l'interaction mycorhize-FOB chez la patate douce sont le résultat de facteurs environnementaux tels que la température. D'autres variables telles que le génotype de l'hôte ou le type de MVA jouent un rôle important dans cette interaction.

L'étape suivante commandée par la logique consiste à se transporter depuis les locaux de culture des plantes et les serres jusqu'en terrain ouvert pour mesurer l'importance de la mycorhize dans la lutte commerciale contre la maladie. Il pourrait devenir urgent de faire les études nécessaires à l'utilisation de certaines techniques pour l'augmentation pratique, voire l'introduction de la MVA sur des sols agricoles si l'on veut augmenter les rendements et lutter contre les maladies de la plante, notamment dans les pays en développement. Les effets d'autres facteurs environnementaux tels que le pH, la photopériode, la salinité sur l'interaction MVA-FOB demandent à être étudiés pour que nous puissions mieux connaître les conditions optimales de l'utilisation de la mycorhize dans la lutte biologique.

Cette recherche a été financée en partie par les fonds Hatch alloués aux stations expérimentales de l'Université de Géorgie. Nous sommes reconnaissants à l'Institut international d'agriculture tropicale du Nigéria ainsi qu'à l'Institut de recherche agronomique du Cameroun pour avoir gratifié l'un de nous (J.M.N.) d'une bourse et d'un congé universitaire pour poursuivre des études avancées aux États-Unis.