A photograph of a rural market scene. In the foreground, there are large, stacked piles of root vegetables, likely yams or cassava, in various shades of brown and tan. In the background, several people are visible. A young child in a blue shirt stands on the left. A man in a white shirt is in the center, holding a large, colorful bowl. A woman in a patterned orange and black dress is on the right. The setting appears to be an outdoor market with a thatched roof structure in the background.

# Plantes-racines tropicales

STRATÉGIES  
DE RECHERCHES  
POUR LES ANNÉES  
1980

Compte rendu du  
premier symposium triennal  
sur les plantes-racines  
de la Société internationale pour  
les plantes-racines tropicales —  
Direction Afrique

**ARCHIV**  
**50183**

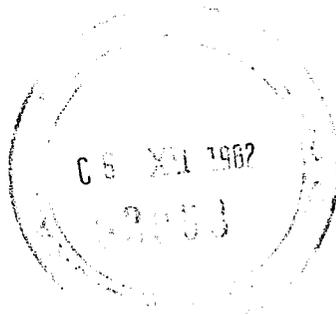
50183

IDRC-163f

# PLANTES-RACINES TROPICALES : STRATÉGIES DE RECHERCHES POUR LES ANNÉES 1980

COMPTE RENDU DU  
PREMIER SYMPOSIUM TRIENNAL  
SUR LES PLANTES-RACINES  
DE LA SOCIÉTÉ INTERNATIONALE  
POUR LES PLANTES-RACINES TROPICALES  
— DIRECTION AFRIQUE,  
8 AU 12 SEPTEMBRE 1980, IBADAN (NIGÉRIA)

RÉDACTEURS : E.R. TERRY, K.A. ODURO, ET F. CAVENESS



Bien que la préparation du procès-verbal de la réunion incombât uniquement aux rédacteurs, la Société internationale pour les plantes-racines tropicales — Direction Afrique possède son propre comité de rédaction permanent formé de MM. E.R. Terry, O.B. Arene, E.V. Doku, K.A. Oduro, W.N. Ezeilo, J. Mabanza, et F. Nweke.

ARC 201  
633.21 212  
A S F  
1980

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, 1982  
Adresse postale: B.P. 8500, Ottawa (Canada) K1G 3H9  
Siège : 60, rue Queen, Ottawa

Terry E.R.  
Oduro, K.A.  
Caveness, F.

International Society for Tropical Root Crops. Africa Branch. Ibadan NG  
IDRC-163f

Plantes-racines tropicales : compte rendu du Premier symposium triennal sur les plantes-racines de la Société internationale pour les plantes-racines tropicales, Direction Afrique. Ottawa, Ont., CRDI, 1982. 294 p. : ill.

/Plantes-racines/ , /recherche agricole/ — /amélioration des plantes/ , /maladies des plantes/ , /manioc/ , /patates douces/ , /ennemis des cultures/ , /production végétale/ , /lutte contre les plantes adventices/ , /culture intercalaire/ , /récolte/ , /rendement des cultures/ , /rapport de réunion/ , /liste des participants/ , /statistiques agricoles/ .

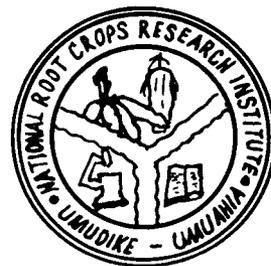
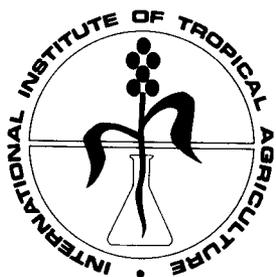
CDU : 663.4 (213)

ISBN: 0-88936-346-3

Édition microfiche sur demande

*This publication is also available in English.*

*Ce colloque a été organisé conjointement par :*



CANADA

## TABLE DES MATIÈRES

<i>Avant-propos</i> E.R. Terry .....	7
<i>Liste des participants</i> .....	9
<i>Discours d'ouverture</i>	
Bede N. Okigbo, président, Société internationale pour les plantes-racines tropicales — Direction Afrique .....	15
Alharji Ibrahim Gusau, ministre de l'Agriculture (Nigéria) .....	17
S. Olajuwon Olayide, vice-chancelier, Université d'Ibadan (Nigéria) .....	19
E. Hartmans, directeur général, Institut international d'agriculture tropicale (Nigéria) .....	22
<i>Le manioc</i>	
Stratégie d'amélioration de la résistance du manioc aux maladies et aux insectes les plus importants sur le plan économique, en Afrique S.K. Hahn, E.R. Terry, K. Leuschner et T.P. Singh .....	27
L'amélioration du manioc dans le Programme national manioc du Zaïre : objectifs et réalisations jusqu'à 1978 H.C. Ezumah .....	31
Évaluation des cultivars de manioc pour les travaux de vulgarisation C. Oyolu .....	37
La sélection du manioc résistant aux maladies et aux insectes, au Zaïre T.P. Singh .....	40
La sélection du manioc pour la résistance à la bactériose au Congo Joseph Mabanza .....	43
Caractères divers du manioc à chair jaune K.A. Oduro .....	45
Le manioc : écologie, maladies et productivité : stratégies de recherches E.R. Terry .....	48
Sélection au champ des clones de manioc résistants à <i>Cercospora henningsii</i> J.B.K. Kasirivu, O.F. Esuruoso et E.R. Terry .....	53
Propriétés d'une variété nocive de virus latent du manioc, isolée sur du tabac cultivé au Nigéria E.C.K. Igwegbe .....	62
La brûlure bactérienne du manioc en Ouganda G.W. Otim-Nape et T. Sengooba .....	66
Propagation de <i>Xanthomonas manihotis</i> transmis au manioc par des insectes, dans la république populaire du Congo J.F. Daniel, B. Boher et N. Nkouka .....	71
Le pourridié du manioc dû à <i>Armillariella tabescens</i> en république populaire du Congo Casimir Makambila .....	75
La sélection en vue de la résistance à la teigne du manioc K. Leuschner .....	81
Lutte biologique contre la cochenille du manioc Hans R. Herren .....	85
Les entomophages associés à la cochenille du manioc en république populaire du Congo G. Fabres .....	87

Dynamique des populations de la cochenille du manioc en république populaire du Congo <b>G. Fabres</b> .....	90
Habitudes de consommation et leurs implications pour la recherche et la production en Afrique tropicale <b>Felix I. Nweke</b> .....	94
Les problèmes de production du manioc au Malawi <b>R.R. Nembozanga Sauti</b> .....	101
Une appréciation de certains des principaux sols cultivés en manioc dans le sud du Nigéria. <b>J.E. Okeke et B.T. Kang</b> .....	105
Effets de l'humidité et de la compacité des sols sur le développement et la production de deux cultivars de manioc <b>R. Lal</b> .....	110
Comportement du manioc en fonction des dates de plantation et de récolte <b>F.O.C. Ezedinma, D.G. Ibe et A.I. Onwuchuruba</b> .....	117
Effets des cultures précédentes sur les rendements du manioc, de l'igname et du maïs <b>S.O. Odurukwe et U.I. Oji</b> .....	122
Culture en association du plantanier, des taros et du manioc <b>S.K. Karikari</b>	126
Les mauvaises herbes dans les cultures mixtes de maïs et de manioc <b>I. Okezie Akobundu</b> .....	131
Effets de la densité de plantation du maïs et de l'apport d'azote sur les cultures mixtes de maïs-manioc <b>B.T. Kang et G.F. Wilson</b> .....	137
La récolte des feuilles de manioc au Zaïre <b>N.B. Lutaladio et H.C. Ezumah</b>	142
Effets de l'effeuillage et de l'écimage sur les rendements en feuilles et en racines du manioc et de la patate douce <b>M.T. Dahniya</b> .....	145
Métabolisme, points de synthèse et translocation des glucosides cyanogénétiques du manioc <b>M.K.B. Bediako, B.A. Tapper et G.G. Pritchard</b>	151
Évaporation de l'acide cyanhydrique et de ses dérivés pendant le séchage du manioc au soleil <b>Emmanuel N. Maduagwu et Aderemi F. Adewale</b>	158
Rôle de l'huile de palme dans les aliments à base de manioc <b>Ruby T. Fomunyan, A.A. Adegbola et O.L. Oke</b> .....	161
Comparaison de la pulpe de manioc comprimée et non comprimée pour la préparation du gari <b>M.A.N. Ejiofor et N. Okafor</b> .....	163
La production de gari dépend-elle du rendement en racines du manioc? <b>D.G. Ibe et F.O.C. Ezedinma</b> .....	169

### **L'igname**

Paramètres pour la sélection de parents destinés à l'hybridation de l'igname <b>Obinani O. Okoli</b> .....	173
L'antracnose de l'igname d'eau au Nigéria <b>Okechukwu Alphonso Nwan- kiti et E.U. Okpala</b> .....	177
Stratégies de recherches pour l'amélioration de l'igname en Afrique <b>I.C. Onwueme</b> .....	184
Étude de la variabilité créée par les caractéristiques de l'organe de multiplication végétative chez <i>Dioscorea alata</i> <b>N. Ahoussou et B. Toure</b> .....	188
Mode de développement et analyse de la croissance de l'igname blanche cultivée à partir de semences <b>C.E. Okezie, S.N.C. Okonkwo et F.I. Nweke</b>	191
Fécondation artificielle, viabilité et conservation du pollen de l'igname blanche <b>M.O. Akoroda, J.E. Wilson et H.R. Chheda</b> .....	200
Amélioration du tuteurage des tiges d'igname dans le champ <b>G.F. Wilson et K. Akapa</b> .....	206
Influence des engrais chimiques sur le rendement et la durée de conservation de l'igname blanche <b>K.D. Kpeglo, G.O. Obigbesan et J.E. Wilson</b> ...	209
Influence des plantes adventices sur l'igname blanche <b>R.P.A. Unamma, I.O. Akobundu et A.A.A. Fayemi</b> .....	214

Aspects économiques de la culture de l'igname au Cameroun	<b>S.N. Lyonga</b>	<b>219</b>
Influence des transformations technologiques traditionnelles sur la valeur nutritive de l'igname au Cameroun	<b>Alice Bell et Jean-Claude Favier</b> . . . .	<b>225</b>
<b>Le taro</b>		
Comment faire progresser la recherche sur les taros	<b>E.V. Doku</b> . . . . .	<b>237</b>
Pourridié des racines et pourriture pendant la conservation du taro, au Nigéria	<b>G.C. Okeke</b> . . . . .	<b>242</b>
La pourriture fongique des taros en entreposage, au Nigéria	<b>J.N.C. Madu- wesi et Rose C.I. Onyike</b> . . . . .	<b>246</b>
Une maladie du taro, au Nigéria, causée par le <i>Corticium rolfsii</i>	<b>O.B. Arene et E.U. Okpala</b> . . . . .	<b>250</b>
Les systèmes de culture du taro au Nigéria	<b>H.C. Knipscheer et J.E. Wilson</b>	<b>258</b>
Rendement et absorption de l'azote par le taro d'après la fertilisation en azote et l'espacement des plants	<b>M.C. Igbokwe et J.C. Ogonnaya</b> . . . . .	<b>267</b>
<b>Abrégés</b>		
Programme de recherches sur le manioc au Libéria	<b>Mallik A-As-Saqui</b>	<b>271</b>
Effets de la mosaïque sur les rendements de manioc	<b>Godfrey Chapola</b>	<b>271</b>
Effets des engrais verts sur les rendements de manioc	<b>James S. Squire</b>	<b>272</b>
La suppression du tuteurage et des sarclages comme moyens de réduire les problèmes de main-d'oeuvre	<b>I.C. Onwueme</b> . . . . .	<b>272</b>
<b>Résumé des discussions</b>		
Stratégies de recherches pour les années 1980 . . . . .		<b>275</b>
<b>Bibliographie</b> . . . . .		<b>279</b>

---

---

# L'ANTHRACNOSE DE L'IGNAME D'EAU AU NIGÉRIA

OKECHUKWU ALPHONSO NWANKITI ET E.U. OKPALA

INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE POUR LES PLANTES-RACINES, UMUDIKE, UMUAHIA (NIGÉRIA)  
ET DÉPARTEMENT DES CULTURES VIVRIÈRES, UNIVERSITÉ DU NIGÉRIA, NSUKKA (NIGÉRIA)

---

Description des symptômes d'antracnose, chez l'igname d'eau *Dioscorea alata* L., observés sur le terrain au Nigéria. Des études spécifiques ont révélé que le syndrome de la maladie intéressait plus de sept organismes, notamment : *Colletotrichum* sp., *Botryodiplodia theobromae* Pat., *Fusarium* sp., *Pestalotiopsis* sp., *Syncephalastrum racemosum* Cohn ex Schroet, *Scopulariopsis fusca* Zach ; et *Curvularia* sp. La conidie mesure  $15 - 30 \times 3 - 5 \mu\text{m}$  et elle s'introduit dans l'hôte par les stomates ou la cuticule. Des études par inoculation ont démontré que *Colletotrichum* sp., facile à isoler, ne pouvait provoquer d'infection grave en l'absence d'un deuxième pathogène. L'inoculation de *Colletotrichum* seule a provoqué des lésions mesurant entre 0,1 et 4 mm, en petit nombre sur une même feuille, alors que l'inoculation de *Colletotrichum* associée à *Botryodiplodia* ou à la fois *Botryodiplodia* et *Fusarium* faisait apparaître des lésions mesurant jusqu'à 20 mm et assez nombreuses sur une même feuille. L'infection était plus marquée sur la face inférieure de la feuille que sur la face supérieure, probablement à cause de l'absence de stomates sur la surface supérieure des feuilles de *D. alata*. Des essais réalisés en serre ont confirmé que les pathogènes contenus dans le tubercule, le sol où des débris d'ignames infestées (tige, pétiole et feuille) jouent un rôle important dans le développement de l'antracnose chez les ignames d'eau. Par conséquent, le programme intégré de contrôle de *Dioscorea alata* doit nécessairement comprendre la surveillance des tubercules vecteurs, l'élimination des débris infestés et un soin particulier apporté à la manutention des tubercules récoltés.

Field symptoms of anthracnose of water yam (*Dioscorea alata*) in Nigeria are described. Isolation studies revealed that more than seven organisms, namely : *Colletotrichum* sp., *Botryodiplodia theobromae* ; *Fusarium* sp. ; *Pestalotiopsis* sp. ; *Syncephalastrum racemosum* ; *Scopulariopsis fusca* ; and *Curvularia* sp., are involved in the disease syndrome. *Colletotrichum* sp. is described. The conidia measure  $15 - 30 \times 3 - 5 \mu\text{m}$  and enter the host through stomata and by direct cuticular penetration. Inoculation studies showed that *Colletotrichum* sp., which was commonly isolated, could not produce serious infection in the absence of a second pathogen. *Colletotrichum* inoculated alone produced lesions measuring between 0.1 and 4 mm with few lesions per leaf, whereas *Colletotrichum* inoculated in combination with either *Botryodiplodia* or with both *Botryodiplodia* and *Fusarium* produced lesions measuring up to 20 mm, with many lesions per leaf. Infection was more serious on the lower than on the upper leaf surface, probably because of the absence of stomatal apertures on the upper leaf surfaces of *D. alata*. Greenhouse tests confirmed that tuber-borne, soil-borne, and infected yam debris (vine, petiole, and leaf) inocula of the pathogens were important in the development of the anthracnose disease of water yam. Therefore, control of tuber-borne inoculum, disposal of infected debris, and careful handling of harvested tubers are an essential part of an integrated program for control of the anthracnose disease of *D. alata*.

Le dépérissement de l'igname, communément appelé anthracnose, est une maladie importante du *Dioscorea alata* (igname d'eau) dans le sud du Pacifique (Fa' Annum, 1977), aux Antilles (Ferguson, 1974), en Guyane (Fournet et alii, 1975), en Asie (Prasad et Singh, 1960), en Nouvelle-Zélande (Jackson et Newhoo, 1978) et au Nigéria (Waite, 1963 ; Coursey, 1967b ; IITA, 1974, 1975 ; Nwankiti et Arene, 1978).

La maladie, aux îles Salomon, a été décrite par Jackson et Newhoo (1978) comme étant en réalité deux affections différentes, l'une causée par la *Col-*

*letotrichum gloeosporioides* (le stade parfait), *Glomerella cingulata*, qui provoque les lésions typiques de l'antracnose sur les feuilles de certaines plantations, et l'autre causée par le *Rhizoctonia solani*, qui provoque le noircissement des feuilles et des tiges. Jackson et Newhoo (1978) ont rapporté que les deux affections pouvaient se conjuguer, les lésions causées par *C. gloeosporioides* se superposant au noircissement de l'épiderme des feuilles et des tiges résultant de l'infection des tubercules par *R. solani*.

Généralement, on s'est servi de symptômes tels

que les lésions d'antracnose et le noircissement épidermique pour établir une distinction entre l'antracnose et le noircissement localisé ou généralisé des surfaces supérieures exposées, supposément causé par *R. solani*. Les organismes les plus fréquemment isolés sont sp. *Colletotrichum*, sp. *Botryodiplodia* et sp. *Fusarium*. *B. theobromae* a été régulièrement accusé d'être l'un des agents responsables du pourridié des plantes-racines au Nigéria (Ogundana et alii, 1970; Okafor, 1966a), notamment de sp. *Dioscorea*. Sp. *Fusarium*, et en particulier *F. solani* ont été associés à *B. theobromae* comme étant les deux organismes causes du pourridié, tandis qu'on a décrit *F. equiseti* comme un saprophyte des feuilles de *D. rotundata* (Nwankiti, 1978). L'isolement des sp. *Colletotrichum*, *Botryodiplodia* et *Fusarium* sur les feuilles malades de *D. alata* (IITA 1974, 1975; Jackson et Newhoo, 1978) et le fait que ces organismes sont apparentés de près aux *Tuberculariaceae* *hyphomycetes* (Bassey, 1950) soulignent la nécessité de rechercher l'interaction de ces divers organismes dans les manifestations de la maladie. Nous nous attacherons spécialement à la description de l'infection dans les champs, à l'isolement des divers organismes qui peuvent en être la cause, au potentiel pathogène de chaque isolat, seul et en combinaison, et à la transmission des agents causatifs.

## MATÉRIELS ET MÉTHODES

### SCHEMA ADOPTE DANS LE CHAMP

Une expérience portant sur les symptômes de l'antracnose a été conduite à l'aide de la méthode des blocs, avec six répétitions. Comme cultivar témoin nous nous sommes servis d'Obunaenyi. Deux autres cultivars, Um 680 et Ominaelu ont été plantés séparément.

### EXPERIENCES D'ISOLEMENT

Sp. *Colletotrichum* se développe facilement en milieu de culture artificiel (Ou et Walker, 1945). Nous avons obtenu des cultures en plaçant des fragments de tissus malades dans le Chlorox (hypochlorite de sodium) à 2 % pendant une minute, les rinçant à l'eau distillée et les étendant sur quatre plaques de culture, soit : agar de dextrose de pomme de terre, agar dox Czapek, agar de farine de maïs et préparation de Martin (Okpala, 1975) composée de 23 g d'agar, 0,5 g de sulfate de magnésium hydraté, 10 g de dextrose, 1 g de phosphate de potassium d'hydrogène, 5 g de peptone, 11 l d'eau et 2 ml de Rose Bengol à 1 %. Au début de la période de plantation, aux environs de mai, nous avons commencé à isoler les organismes des organes végé-

taux (feuilles, pétioles et tiges) présentant des lésions de différentes formes et couleurs (brun à brun foncé jusqu'à noir). Nous avons ainsi recueilli à la ferme expérimentale plus de quatre cents de ces lésions et les avons utilisées durant les mois suivant l'apparition de la maladie dans les champs.

### EXPERIENCES D'INOCULATION

Sp. *Colletotrichum*, tel que nous l'avons isolé de plants d'igname infectés naturellement, n'a produit que peu ou pas de spores sur agar de dextrose de pomme de terre (ADP) mais une grande quantité sur agar dox Czapek et préparation de Martin. Sauf indications contraires, on a utilisé pour les inoculations des cultures âgées de 15 à 20 jours.

Les inoculations ont été effectuées en serre, généralement sur Obunacnyi, un cultivar très sensible. Des semenceaux d'igname pesant chacun 50 g, après avoir été stérilisés dans du Chlorox à 40 %, ont été mis en terre dans des pots de plastique de 20 × 20 cm, contenant 1 739 g de sol superficiel autoclavé. Chaque pot contenait un semenceau. Pour chaque expérience d'inoculation, on a choisi les pots dont les pousses étaient au même stade de végétation. L'inoculation a eu lieu deux mois après la plantation afin d'éviter toute végétation excessive.

Pour chaque traitement, nous avons utilisé cinq pots, chacun contenant un plant porteur d'au moins 15 à 18 feuilles et nous en avons inoculé les 10 feuilles inférieures. Les traitements comportaient l'inoculation des surfaces supérieure et inférieure des feuilles ; inoculation suivie d'une piqûre d'épingle sur la surface inférieure, et la même chose pour la face supérieure. On s'est servi d'un atomiseur pour inoculer les spores en suspension de  $5,3 \times 10^6$  spores/ml. L'humidité à l'intérieur de la serre était entretenue par des arrosages fréquents des films de polyéthylène recouvrant les murs, et des copeaux étalés sur le plancher sans cependant laisser d'eau s'accumuler naturellement sur les plants. L'humidité se maintenait ainsi entre 97 et 100 %, et la température entre 20 et 26 °C. Toutes les 4 semaines suivant l'inoculation, on effectuait un relevé du pourcentage de feuilles infectées de chaque traitement, pour mesurer la sensibilité des plants.

### INTERACTION DES ISOLATS

Attendu que sp. *Colletotrichum* a été constamment isolé en même temps que sp. *Botryodiplodia*, et parfois avec d'autres organismes, nous avons pu étudier dans la serre les caractères pathogènes et les interactions des organismes. Nous avons cultivé sp. *Colletotrichum*, *Botryodiplodia theobromae* et sp. *Fusarium* sur 20 ml d'agar dox Czapek et sur préparation de Martin, dans des plats à petri en verre, stériles, de 20 × 100 mm. Les conidies des orga-

nismes à inoculer ont été prélevées dans des cultures âgées de 14 à 22 jours. Ces conidies de sp. *Colletotrichum* ont été considérées comme mûres lorsque l'on constatait un exsudat huileux à l'extrémité des acervules. Ces dernières ont été recueillies à l'aide d'une pince et broyées de façon à libérer les spores. La même opération a eu lieu pour sp. *Botryodiplodia* qui a également produit des acervules. Chaque isolat a été suspendu dans de l'eau distillée et filtré dans des couches de gaze stérilisée pour enlever tout fragment de mycélium. Nous avons ajusté chaque suspension à  $4,7 \times 10^5$  spores/ml pour les essais de pathogénicité individuelle, à l'aide d'un hémostomètre. Pour préparer les combinaisons de conidies, nous avons mélangé, en volumes égaux, des suspensions de chaque organisme.

### PÉNÉTRATION DES SPORES

Les feuilles à examiner pour vérifier la germination et la pénétration de sp. *Colletotrichum* ont été excisées, placées dans des plats de petri humidifiés, et incubées à la température de la pièce (de 26 à 28 °C). Nous avons suivi la germination des spores, la formation des appresseurs et la pénétration des fungus, aux 2, 3, 6, 12, 24, 36 et 72 h après l'inoculation, en pelant et en fixant l'épiderme dans le lactophénol, dans du bleu de coton.

### ÉTUDES SUR LA TRANSMISSION

On n'a pu démontrer si la transmission de sp. *Colletotrichum* s'effectuait à l'igname d'eau par le sol ou par les tubercules. Plus de 100 semenceaux d'Obunaenyi ont été lavés à l'eau distillée, et les lavures filtrées et mises sur plaques de culture Martin préparées de la façon habituelle mais avec 30 ppm de sulfate de streptomycine ( $C_{21}H_{39}N_7O_{12}$ )<sub>2</sub>  $3H_2SO_4$  pour empêcher le développement de bactéries.

Les expériences en serre se sont déroulées en 1980 à Umudike. On a placé dans 72 pots (30 × 25 cm) de la terre des champs infestés par la maladie des plantations de l'année précédente. Trente-six des pots ont été autoclavés, 72 tubercules du cultivar sensible Obunaenyi utilisés comme semenceaux et pesant chacun 80 à 100 g ont été choisis parmi les tubercules de la récolte 1979 et plantés séparément dans chaque pot. Trente-six d'entre eux ont été stérilisés pendant une demi-heure dans le Chlorox à 40 % avant d'être plantés. On a compté trois pots de plantés pour chacun des quatre traitements, avec six reproductions. Les quatre traitements comportaient respectivement : des semenceaux de tubercules désinfectés (traités au Chlorox 40 %) et terre autoclavée ; des semenceaux de tubercules désinfectés et terre infectée ; des semenceaux infectés et terre autoclavée ; et d'autres infectés et terre infec-

tée. Chaque parcelle était recouverte d'un film de polyéthylène désinfecté jusqu'à 90 cm de hauteur afin d'éviter la contamination et de maintenir une humidité élevée autour des plantations. Les fréquences et la gravité ont été relevées aux 30, 40 et 65 jours.

Des semenceaux du cultivar sensible, Obunaenyi, pesant chacun de 25 à 40 g, ont été placés pendant une demi-heure dans le Chlorox à 40 % et plantés en terre autoclavée dans des pots en plastique de 10 × 10 cm. Vingt-quatre d'entre eux ont été trempés dans une solution de spores de sp. *Colletotrichum*, à raison de  $4,2 \times 10^6$  spores/ml avant d'être plantés et des spores ont été inoculées dans la terre de 24 autres pots. Les 24 pots restants ont reçu de l'eau distillée. Les traitements ont été reproduits en 6 exemplaires, chacune des parcelles fournissant quatre pots.

Les parties végétales malades, tiges, feuilles et pétioles, conservées dans des pots contenant de la terre stérilisée ont été soumises à différentes conditions atmosphériques ordinaires, d'août 1979 jusqu'à avril 1980. Soixante pots en plastique de 10 × 10 cm contenant chacun 400 g de terre autoclavée ont reçu des semenceaux d'igname stérilisés (au Chlorox à 40 %) et pesant de 20 à 30 g chacun. On a effectué trois traitements, chacun reproduit au quadruple, à raison de 5 pots par parcelle. Ces traitements portaient, l'un sur des tiges et des pétioles d'igname infectés, un autre sur des feuilles infectées seules, et le dernier sur des copeaux non infectés (témoins) : ces derniers utilisés comme paillis sur les pots qui étaient arrosés quatre fois par semaine.

## RÉSULTATS

### SYMPTÔMES RELEVÉS DANS LE CHAMP

Dans le champ, nous avons constaté que les feuilles, pétioles et tiges de *D. alata* ont contracté l'antracnose. L'apparition à la fin d'avril et en mai de petites taches brunes, rondes ou irrégulières sur les feuilles, a coïncidé avec les premières pluies. Dans ces taches brunes nous avons souvent pu isoler sp. *Colletotrichum*. Les taches, la plupart du temps entourées d'un halo jaunâtre, s'aggloméraient pour former des zones nécrotiques. La face inférieure des feuilles était généralement envahie la première, en particulier chez les feuilles les plus près du sol. Plus tard, l'infection s'est aggravée dans les plantations qui n'avaient pas été tuteurées tôt. Les feuilles, mûres ou immatures, se sont montrées sensibles, mais l'infection partait du bas et remontait vers le haut des plants (Tableau 1). Le pourcentage des feuilles infectées dans les 2 premiers cm était nettement ( $P=0,01$ ) plus élevé qu'entre 20 et 40 cm et 40 et 60 cm de hauteur sur les tiges.

Tableau 1. Pourcentage de feuilles d'igname infectées à trois hauteurs à partir du sol, 80 jours après la plantation (moyenne de 5 peuplements).<sup>a</sup>

	0-0,2 m	0,2-0,4 m	0,4-0,6 m
	29	26,9	16,17
	15,7	4,9	0,0
	43,20	10,20	10,30
	19,70	5,0	6,50
	32,70	16,0	9,40
	26,70	12,10	9,10
Moyenne	27,83	12,52	8,67

a) Erreur normalisée = 5.4998. DMS (0.01) = 10.06.

Les taches, brun foncé à noir, sur les tiges se sont étendues et agglomérées, tournant au noir brillant dans la plupart des cas. Sur les pétioles, l'infection prenait naissance sous forme de minuscules taches brun noirâtre, à la base du limbe et au point d'attache du pétiole à la tige. En s'agglomérant, ces taches provoquaient le racornissement des feuilles et leur abscission prématurée. L'infection des tiges débutait par les membranes alifères et s'étendait à la tige même. Le plus souvent, la partie supérieure de la pousse se dégageait de la section nécrosée, conservant quelques feuilles saines à son extrémité.

Dans certains cas très prononcés, la défeuillaison s'est poursuivie jusqu'au bout des pousses, entraînant la mort des plants. Après la mort, de nouvelles pousses sont apparues à la base, mais la plupart sont mortes également. Le processus s'est poursuivi jusque vers le mois d'août et a complètement arrêté la formation des tubercules. Les jeunes plantations se sont montrées plus sensibles lorsque l'humidité était très élevée.

La réaction des différents cultivars à la maladie a quelque peu varié. Chez les plus tolérants, les vieilles feuilles ont été affectées vers la fin de la saison. Pour le cultivar Um 680, l'infection s'est interrompue, tandis que chez Ominaclu, elle a été parfois restreinte à des taches comme des piqûres d'épingle, avec zones malades entourées d'un halo brunâtre bien visible, évoquant une hypersensibilité.

#### EXPÉRIENCES D'ISOLEMENT

À l'époque des premiers isolements, l'examen au microscope des lésions brunâtres mesurant de 0,3 à 3 mm n'a pas révélé d'acervules (soies), mais 80 % des colonies résultantes ont produit seulement sp. *Colletotrichum* (identifié par le Commonwealth Mycological Institute, London), et 20 % ont produit des *Botryodiplodia theobromae* (Tableau 2). Au cours d'expériences ultérieures utilisant des lésions plus importantes (3,5 mm de diamètre) nous avons isolé sp. *Botryodiplodia* plus souvent (60 % des cas) que *Colletotrichum*. Dans les lésions encore plus consi-

dérables, dépassant 5 mm, particulièrement en pleine saison de pluies, nous avons isolé *Botryodiplodia theobromae*, sp. *Colletotrichum*, sp. *Fusarium*, sp. *Curvularia*, sp. *Pestalotiopsis*, sp. *Syncephalastrum racemosum* et *Scopulariopsis fusca*. *Botryodiplodia theobromae* a été plus souvent isolé et la proportion des colonies de sp. *Colletotrichum* est tombée peu à peu à 10 %. Cependant, on a observé une plus grande abondance de soies sur les lésions et un nombre plus élevé d'organismes ont été attirés vers les lésions causées par sp. *Colletotrichum*. Pour les cultivars résistants Um 680 et Ominaclu, très peu de lésions ont livré des *Fusarium* et *Colletotrichum*.

Il s'est donc avéré que ces organismes, à l'état isolé ou en nombre, sont couramment associés à sp. *Colletotrichum*.

Le fongus *Colletotrichum* se développe bien sur agar dox de Czapek et sur la préparation de culture Martin, avec sporulation abondante. Le mycelium est cloisonné, ramifié, diaphane à l'état jeune, les parois s'épaississant, devenant foncées et le cytoplasme plus dense en vieillissant. Par l'entrelacement serré des hyphes à parois épaisses il y a formation de stromas noirs. Les acervules, brunâtres au naturel deviennent brun foncé en culture, se multiplient en forme de sphère ou de soucoupe. Ils se forment sur les stomates, sous la cuticule, par élaboration d'une couche palisadique de conidiophores courts, diaphanes qui rupturent la cuticule. Éparses dans l'acervule se trouvent de nombreuses soies foncées à parois épaisses qui ne portent pas de conidies. Les conidies sont diaphanes, non cloisonnées, à extrémités arrondies certaines d'entre elles avec des globules réfractifs proéminents aux deux bouts. Elles sont acrogènes, bourgeonnant une à la fois à l'extrémité des conidiophores ; elles mesurent  $15-30 \times 3-5 \mu\text{m}$ .

Sp. *Colletotrichum* peut infecter les deux surfaces des feuilles intactes mais la surface inférieure est la plus sensible. Dans nos études nous avons noté que les lésions des feuilles s'infectaient plus aisément ; 10 % des feuilles intactes ont montré des signes d'infection sur leur face supérieure, et 62 % sur la face inférieure. Pour les feuilles porteuses de lésions, les pourcentages correspondants ont été de 32 et 66.

#### INTERACTION DES ISOLATS

*Botryodiplodia theobromae* et sp. *Colletotrichum*, inoculés séparément sont des pathogènes en puissance pour les plantes-hôtes, mais non pas le *Fusarium*. Les *Colletotrichum*, *Botryodiplodia* et *Fusarium* ou *Colletotrichum* et *Botryodiplodia*, dans l'une ou l'autre de ces combinaisons causent de sérieuses infections. Même les pétioles et les tiges

Tableau 2. Organismes isolés des lésions de différentes dimensions.

Cultivar	Diamètre des lésions (mm)	Couleur des lésions	Lésions examinées	Organismes isolés	(%) de chacun
Obuyaenyi	0,3-3	Brun avec ou sans halo jaune	100	<i>Colletotrichum</i>	80
				<i>Botryodiplodia</i>	20
	3-5	Brun avec ou sans halo jaune	100	<i>Colletotrichum</i>	40
				<i>Botryodiplodia</i>	60
	>5	Brun à noir	100	<i>Botryodiplodia</i>	30
				<i>Colletotrichum</i>	15
				<i>Fusarium</i>	20
				<i>Pestalotiopsis</i>	5
				<i>Syncephalastrum</i>	5
				<i>Scopulariopsis</i>	5
UM 680	0,3-5	Brun	50	<i>Colletotrichum</i>	14
				<i>Fusarium</i>	
Ominaclu	0,1-0,5	Brun	50	<i>Colletotrichum</i>	8

peuvent être affectés. Les lésions sont brun foncé. Dans nos études, nous avons isolé à nouveau *Colletotrichum* et *Botryodiplodia* partout où ils avaient été inoculés, mais nous n'avons isolé le *Fusarium* que dans les lésions avancées des plants inoculés avec les trois organismes. Les tableaux 3 et 4 indiquent aussi que le nombre de feuilles et de pétioles affectés ainsi que le nombre de lésions causées sur les feuilles lorsqu'on leur inoculait simultanément *Colletotrichum*, *Botryodiplodia* et *Fusarium* était plus élevé que pour toute autre combinaison, mais que le *Fusarium* ne paraissait pas y contribuer.

#### PÉNÉTRATION PAR LE COLLETOTRICHUM

Les spores de sp. *Colletotrichum* sur les feuilles excisées des plants ayant subi les vaporisations ont germé dans les 3 à 5 heures suivant l'inoculation.

Tableau 3. Comparaison des feuilles du cultivar Obuyaenyi après inoculation avec des isolats, seuls ou combinés.<sup>a</sup>

Inoculation	% moyen de feuilles infectées	% moyen de pétioles infectés
<i>Colletotrichum</i>	16b	16de
<i>Colletotrichum</i> , <i>Botryodiplodia</i>	54a	68c
<i>Colletotrichum</i> , <i>Fusarium</i>	18b	36d
<i>Colletotrichum</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Botryodiplodia</i>	58a	60c
<i>Fusarium</i>	0bc	0c
<i>Botryodiplodia</i>	16b	18de
Eau distillée	0bc	0c

a) Les moyennes entre organismes pour chaque inoculation non suivies de la même lettre dans la colonne verticale sont significativement différentes (Test de Duncan à portée multiple (P = 0,01)).

Les spores ont émis des tubes terminaux et latéraux producteurs de germes. Peu d'apresseurs se sont formés dans les 46 h. Les tubes n'ayant pas formé d'apresseurs ont continué à se développer et à se ramifier abondamment.

L'infection de *D. alata* a résulté de la pénétration de l'épiderme par l'intermédiaire d'apresseurs. On a également observé que des hyphes pénétraient les stomates sans formation d'apresseurs. Cependant, la plupart du temps, l'infection résultait de la pénétration directe de pointes infectieuses provenant d'apresseurs. Ces hyphes, sans apresseurs, ne traversaient que les stomates.

#### ÉTUDES SUR LA TRANSMISSION

Nous avons révélé que l'antracnose pouvait se transmettre et par le sol et par les tubercules. Bien

Tableau 4. Nombre et dimensions des lésions produites sur des feuilles inoculées par diverses combinaisons d'isolats.

Inoculation	Lésions/feuille <sup>a</sup>	Dimensions des lésions (mm) <sup>b</sup>
<i>Colletotrichum</i>	5	0,1-4
<i>Colletotrichum</i> , <i>Botryodiplodia</i>	14	0,5-15
<i>Colletotrichum</i> , <i>Fusarium</i>	6	0,2-3
<i>Colletotrichum</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Botryodiplodia</i>	12	0,1-20
<i>Fusarium</i>	0	0
<i>Botryodiplodia</i>	3	0,1-3
Eau distillée	0	0

a) Moyenne de 50 feuilles.

b) Mesure de 100 lésions par traitement. Les lésions produites par les combinaisons mesuraient jusqu'à 15 et 20 mm de diamètre.

que dans le traitement avec tubercules sains en sol infecté (20,73 %) le nombre de cas n'ait pas été très différent de celui des deux autres traitements, soit : tubercules infectés et sol autoclavé (20,51 %) ; et tubercules infectés et sol infecté (24,13), il semble que dans le cas des tubercules infectés en sol infecté, on ait relevé le plus d'infection. Les tubercules sains en sol autoclavé ont exhibé, dans une plantation (0,53 %), des symptômes qui pouvaient provenir d'une infection par croisement.

Dans une autre expérience simultanée, comportant des tubercules et un sol inoculés artificiellement, les symptômes sont apparus plus tôt (45 jours après la plantation) dans les traitements comportant l'inoculation des tubercules, que dans ceux comportant l'inoculation du sol (60 jours), ce qui explique la différence dans le degré d'infection, au terme des expériences (75 jours) (Tableau 5).

L'aptitude des organismes responsables de l'anthracnose à survivre dans les détritiques de l'hôte a été confirmée (Tableau 6). Toutes les parties du plant atteint : feuilles, pétioles, tiges, abritent le pathogène, mais les pétioles et les tiges retiennent plus d'inoculum que les feuilles. Un peuplement a été infecté dans la parcelle-témoin, sans doute par infection croisée.

## DISCUSSION

Les symptômes observés dans le champ indiquent que l'intensité et l'étendue de la maladie sont caractéristiques de l'environnement propre au pathogène et à l'hôte. La tige de l'igname continue de croître pendant toute la saison des pluies même après l'abscission prématurée des premières feuilles attaquées ; le plant entier ne meurt pas immédiatement, de nouvelles feuilles se forment constamment pour le nourrir. Cependant, dans des conditions de milieu défavorables, même les jeunes plants périssent lorsqu'ils sont attaqués.

Certains rapports se contredisent quant aux résultats obtenus en inoculant sp. *Colletotrichum* aux hôtes végétaux. C'est ainsi, par exemple, que Jones et Vaughan (1921) ont eu des résultats positifs en inoculant dans le champ le *Colletotrichum pisi* à des

Tableau 5. Effet de l'inoculation des tubercules et du sol avec sp. *Colletotrichum* sur le pourcentage d'infection.<sup>a</sup>

Jours après plantation	Tubercules inoculés	Sol inoculé	Témoin
30	0	0	0
45	10	0	0
60	25	5	0
75	40	20	0

a) Tous les chiffres d'après six répétitions.

Tableau 6. Infection (% des plants) par transmission par voie des détritiques (tiges, pétioles, feuilles).<sup>a</sup>

Source	% moyen de peuplements infectés	% moyen de pétioles infectés/peuplement	% moyen de feuilles infectées/peuplement
Litière de feuilles	35b	0,35b	1,06
Copeaux	5bc	0b	0,05bc
Humus de pétioles et de tiges	65a	3,1a	3,15a

a) Les moyennes suivies de la même lettre dans la colonne verticale ne sont pas significativement différentes d'après le test à portée multiple de Duncan (P=0.01) pour toutes les valeurs.

feuilles et à des tiges de pois (*pisum sativum*), tandis que, pour Antonova (1940), il lui avait été difficile d'infecter des semis de pois, et il n'y avait réussi qu'en présence de lésions. Depuis longtemps, on considérait le fungus *Colletotrichum phomoides* comme un pathogène des lésions des tomates mûres. Arthur (1885) et Halsted (1892) n'avaient réussi à transmettre le maladie d'une tomate mûre à une autre qu'en provoquant des lésions chez les fruits à inoculer. Doolittle (1943) n'en a pas moins démontré que *C. phomoides* peut infecter les tomates intactes. Nos propres résultats confirment que sp. *Colletotrichum* isolé de lésions sur *D. alata* peut infecter les feuilles intactes, bien que les feuilles blessées soient plus sensibles. L'infection a été plus prononcée sur la face inférieure de la feuille que sur la face supérieure, en raison de la facilité de pénétration que présentent les stomates, qui, chez l'igname d'eau ne se trouvent que sur la surface éloignée de l'axe. Cependant, on a constaté que cet organisme pouvait pénétrer la cuticule intacte.

*C. gloeosporioides* a été mentionné comme l'agent causatif de l'anthracnose de l'igname d'eau, bien que Jackson et Newhoo (1978) aient mis en cause à la fois *C. gloeosporioides* et *R. solani*. Nos propres expériences d'isolement et d'inoculation ont cependant indiqué que, même si sp. *Colletotrichum* peut se rencontrer à l'état de pathogène indépendant sur les feuilles, il ne cause pas d'infection grave sur les pétioles et les tiges (Tableau 3). *B. theobromae*, également, vit en pathogène indépendant sur les feuilles d'igname sans y créer de symptômes d'anthracnose. Le fait qu'on ait rencontré constamment *B. theobromae* associé à *Colletotrichum* dans le champ et lors de graves infections permet de croire que ce dernier est un parasite faible, qui ne devient virulent qu'associé à un ou plusieurs des organismes isolés.

Ainsi donc, sp. *Colletotrichum*, sur l'igname d'eau, n'est pas sans ressemblance avec d'autres

organismes de l'antracnose. Par exemple, on trouve le *C. coffeanum* sur les rameaux vivants ou moribonds du caféier, mais le facteur prédisposant primaire du dépérissement est la défoliation prématurée des plants, imputable à l'*Hemileia vastatrix* (Mayne 1935). Roberts (1918) a couramment isolé *G. cingulata* des chancres de tiges de pommiers ayant pour cause d'autres pathogènes ; l'organisme cause de l'antracnose du coton (*G. gossypii*) produit des lésions plus nombreuses et plus typiques lorsqu'il est associé à *Phytophthora malvacearum*, responsable de la tache angulaire des feuilles (Weindling et Miller 1941) ; et on rencontre fréquemment *C. gloeosporioides* sur les agrumes sans qu'il ne devienne un parasite actif (Clausen 1912).

Pour combattre l'antracnose de l'igname d'eau, on doit tenir compte de l'origine de l'inoculum. D'après nos propres résultats, il semble bien que l'inoculation par l'entremise du sol comme par celle du tubercule soit étiologiquement importante. Bien que chacune des deux sources contribue à la phase initiale du syndrome pathologique, les informations dont nous disposons sur l'infection, naturelle ou artificielle, par les tubercules ou par le sol, permettent de croire que la transmission de l'inoculum par les tubercules pourrait être la plus importante (Tableau 4). L'explication pourrait être que, dans le tubercule inoculé, l'organisme est sans doute établi dès le début même de la germination, alors que dans l'inoculation par le sol ce dernier agit comme une barrière et retarde ainsi l'infection. Une autre source importante d'inoculum est les détritiques de l'igname (tiges, pétioles et feuilles infectées). Les résultats de

cette étude indiquent que les parties infectées de l'igname peuvent être autant de sources d'inoculum (Tableau 6). Les organismes intervenant dans le syndrome de la maladie peuvent survivre aux saisons nigérianes, possiblement à l'état de spores dans les détritiques de la récolte précédente. Les tiges et les pétioles constituent une source plus durable d'inoculum que les feuilles, sans doute parce qu'ils se décomposent moins vite. Il est très vraisemblable que l'infection qui se déclarera dans les champs au cours de la prochaine saison de pluies ait pour origine non seulement les matériels de plantation (semenceaux) mais le sol et les détritiques végétaux.

Les tubercules peuvent s'infecter dans les champs au moment de la récolte, souvent par les détritiques, et se conserver dans cet état jusqu'à la plantation suivante. Il semble qu'on pourrait réduire la fréquence de la maladie en débarrassant le sol des déchets, en stérilisant les tubercules de semence avec un désinfectant approprié, et peut-être par la rotation des récoltes.

Cet exposé a été parrainé par la Fondation internationale pour la science (FIS) dont le siège est à Stockholm. Nos remerciements vont à l'ancien directeur de l'Institut national de recherche pour les plantes-racines, à Umudike, M. B. E. Onochie, qui a pris l'initiative de ce programme, et au directeur actuel, M. L. S. O. Ene qui a autorisé la publication de cet exposé. Nous sommes également reconnaissants à M. E. Terry (IITA, Ibadan) pour le précieux concours qu'il nous a accordé avant de commencer ce travail, ainsi qu'au personnel technique qui y a contribué. Enfin, nous remercions le personnel du Commonwealth Mycological Institute, de Londres, qui a identifié les organismes.