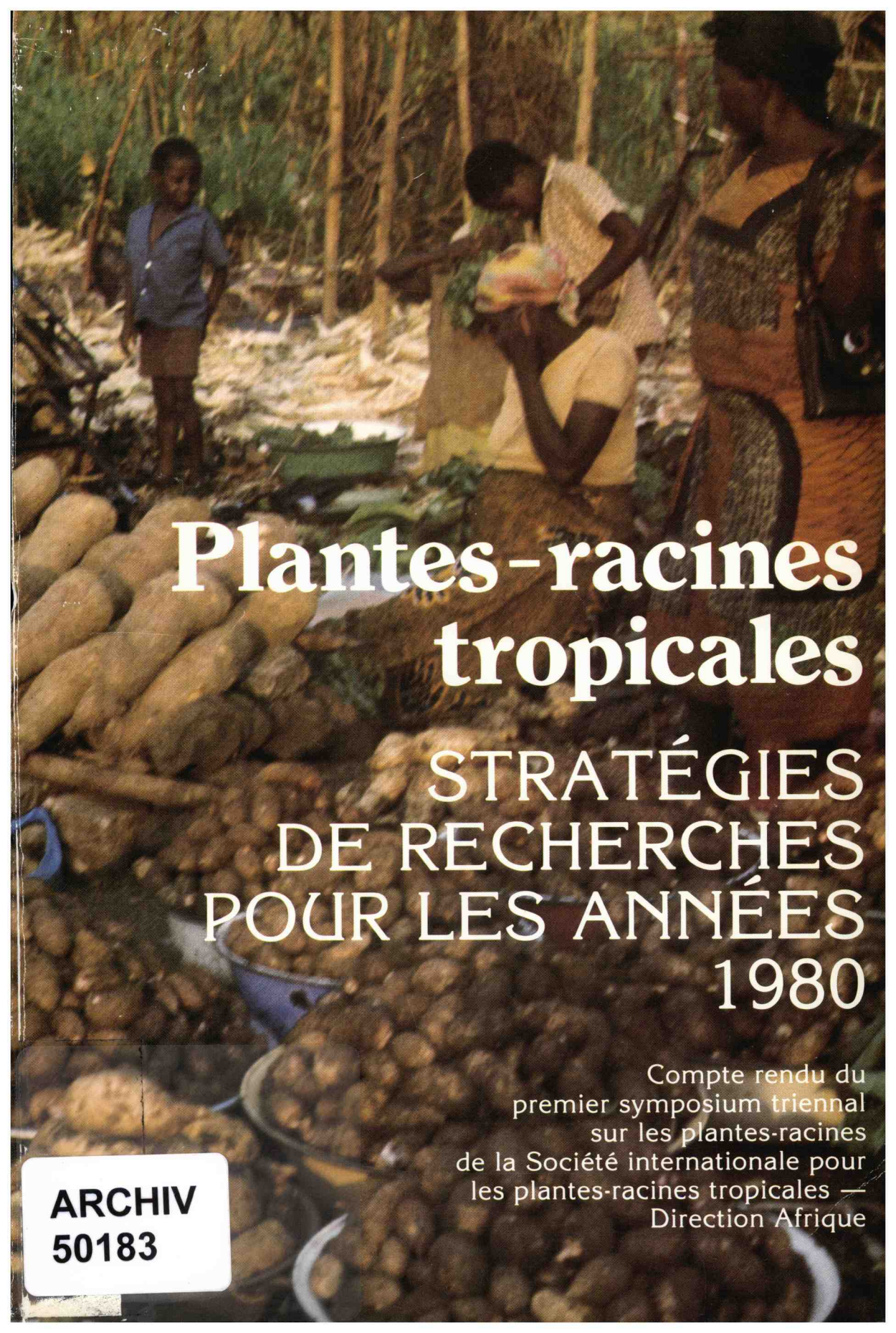


A photograph of people in a rural setting, likely a market or processing area for root crops. In the foreground, there are large, light-colored piles of root crops, possibly cassava or yam. In the background, a person is standing, and another person is sitting and working with the crops. The scene is outdoors with trees and foliage 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**

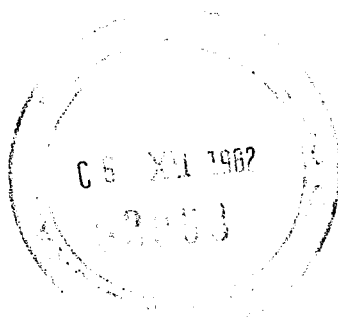
50183

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 410
633.412
A 5 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. 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/ .

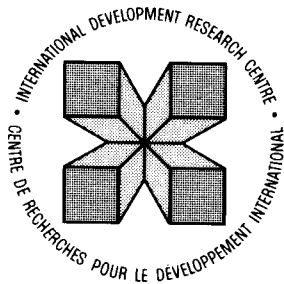
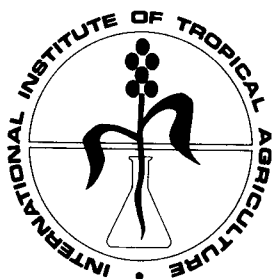
CDU : 663.4 (213)

ISBN: 0-88936-346-3

Édition microfiche sur demande

This publication is also available in English.

Ce colloque a été organisé conjointement par :



CANADA

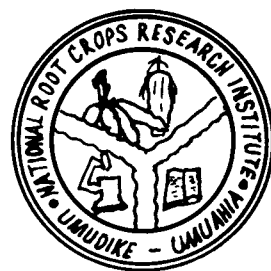


TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos E.R. Terry	7
Liste des participants	9
Discours d'ouverture	
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
Le manioc	
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 G. Fabres	90
Habitudes de consommation et leurs implications pour la recherche et la production en Afrique tropicale Felix I. Nweke	94
Les problèmes de production du manioc au Malawi R.R. Nembozanga Sauti	101
Une appréciation de certains des principaux sols cultivés en manioc dans le sud du Nigéria. J.E. Okeke et B.T. Kang	105
Effets de l'humidité et de la compacité des sols sur le développement et la production de deux cultivars de manioc R. Lal	110
Comportement du manioc en fonction des dates de plantation et de récolte F.O.C. Ezedinma, D.G. Ibe et A.I. Onwuchuruba	117
Effets des cultures précédentes sur les rendements du manioc, de l'igname et du maïs S.O. Odurukwe et U.I. Oji	122
Culture en association du plantanier, des taros et du manioc S.K. Karikari	126
Les mauvaises herbes dans les cultures mixtes de maïs et de manioc I. Okezie Akobundu	131
Effets de la densité de plantation du maïs et de l'apport d'azote sur les cultures mixtes de maïs-manioc B.T. Kang et G.F. Wilson	137
La récolte des feuilles de manioc au Zaïre N.B. Lutaladio et H.C. Ezumah	142
Effets de l'effeuillage et de l'écimage sur les rendements en feuilles et en racines du manioc et de la patate douce M.T. Dahniya	145
Métabolisme, points de synthèse et translocation des glucosides cyanogénétiques du manioc M.K.B. Bediako, B.A. Tapper et G.G. Pritchard	151
Évaporation de l'acide cyanhydrique et de ses dérivés pendant le séchage du manioc au soleil Emmanuel N. Maduagwu et Aderemi F. Adewale	158
Rôle de l'huile de palme dans les aliments à base de manioc Ruby T. Fomunyan, A.A. Adegbola et O.L. Oke	161
Comparaison de la pulpe de manioc comprimée et non comprimée pour la préparation du gari M.A.N. Ejiofor et N. Okafor	163
La production de gari dépend-elle du rendement en racines du manioc? D.G. Ibe et F.O.C. Ezedinma	169

L'igname

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

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

SÉLECTION AU CHAMP DES CLONES DE MANIOC RÉSISTANT À *CERCOSPORA HENNINGSII*

J.B.K. KASIRIVU, O.F. ESURUOSO, ET E.R. TERRY

INSTITUT INTERNATIONAL D'AGRICULTURE TROPICALE, IBADAN (NIGÉRIA)
ET UNIVERSITÉ D'IBADAN, IBADAN (NIGÉRIA)

La sélection sur le terrain de clones de manioc pour la résistance à *Cercospora henningsii* a été effectuée par inoculation artificielle et infestation naturelle en octobre et novembre 1977 et en juin et juillet 1978, soit en saison sèche et humide. Pendant la période d'essais, les clones K7709, K7713, K7717 et K7718 ont démontré une certaine résistance à l'antracnose alors que Isunikakiyan, TMS 711121, TMS 30395, K7707 et K7711 faisaient plutôt preuve de tolérance. L'inoculation artificielle a, plus que l'infestation naturelle, favorisé le développement de *Cercospora*, généralement plus grave en saison humide. Bien qu'aucun clone n'ait résisté à l'attaque, les différentes réactions à l'antracnose font envisager la possibilité de sélectionner des variétés en vue de la résistance à cette maladie.

Field screening of cassava clones for resistance to *Cercospora henningsii* was conducted by artificial inoculation and natural infection during October–November 1977 and June–July 1978, dry and wet season, respectively. During both screening seasons, clones K7709, K7713, K7717, and K7718 showed some resistance, whereas clones Isunikakiyan, TMS 711121, TMS 30395, K7707, and K7711 showed susceptibility. *Cercospora* leaf spot, which generally was more severe during the wet season, developed more reliably following artificial inoculation than from natural infection. Although none of the clones proved to be immune, the differences in responses to *C. henningsii* suggest that opportunities exist for breeding clones with brown leaf spot resistance.

La tache de la feuille de manioc est transmise par plusieurs espèces de *Cercospora* (Ciferri, 1933; Arene, 1974; Lozano et Booth, 1974; Maduwesi, 1974; Teri et alii, 1977; Kasirivu, 1978). La virulence et la répartition géographique du *C. henningsii* causant la tache brune sur les feuilles de manioc montrent qu'il constitue l'espèce la plus répandue (Van Overeen, 1952; Lozano et Booth, 1974; Teri et alii, 1977).

Récemment, au Centre international d'agriculture tropicale (CIAT), des pulvérisations hebdomadaires de fongicide contre la tache brune et la brûlure helminthosporienne des feuilles sur une variété de manioc sensible, Llanera, en ont augmenté le rendement de 14 % (Teri et alii, 1977). Les traitements contre la tache brune seule ont produit une augmentation de 10 à 23 % du rendement en racines fraîches chez les cultivars sensibles (Teri et alii, 1977).

On n'a accordé que peu d'attention aux mesures à prendre contre cette maladie, celle-ci n'ayant jamais été signalée comme ayant un caractère destructeur, les plants infectés continuant à produire (Ciferri, 1933; Viegas, 1941; Müller et Roberts, 1951). Probablement, le mode de culture traditionnel du manioc dans de petits jardins, avec d'autres plantes,

empêche-t-il la maladie de se répandre, ou masque-t-il les épidémies (Lehman, 1972). Cependant, la maladie peut prendre de l'importance là où une même variété de manioc est l'objet d'une monoculture intensive (Rorer, 1915).

Les mesures d'éradication comme le ratissage fréquent et le brûlage des feuilles tombées pendant la saison sèche, le ravalement des plants à 15 cm, à la même saison, et le brûlage des débris, ainsi que la culture en rotation sont autant de moyens de lutte possibles suggérés par Powell, 1968. Plusieurs fongicides se sont montrés prometteurs contre la tache brune sur feuilles (Arene, 1974; Lozano et Booth, 1974; Teri et alii, 1977), mais bien que réalisable, ce moyen n'est guère économique sauf lorsqu'il s'agit de la multiplication de plants sains (Arene, 1974).

Bien que de nombreuses autres formes de lutte ont été mises à l'essai, la sélection des caractères de résistance à la maladie n'a reçu que peu d'attention (Powell, 1968; Arene, 1974; Lozano et Booth, 1974). D'autres recherches s'imposent encore pour évaluer cette résistance et ses mécanismes. Ciferri (1933) a proposé d'apprécier la résistance des clones de manioc au *C. henningsii* d'après le nombre et la

répartition des lésions. CIAT (1975) et Teri et alii (1974) se sont fondés sur le degré de rétention des feuilles pour évaluer la gravité de la maladie.

Il existe des différences démontrées dans la réaction des clones de manioc aux espèces de *Cercospora* (Ciferri, 1933 ; CIAT, 1974, 1975, 1976 ; Maduwesi 1974). La sélection de matériel génétique du manioc à la CIAT a permis d'identifier un certain nombre de clones résistants ou tolérants au *C. henningsii* (Teri et alii, 1977).

La sélection en serre a été difficile du fait que la sporulation fongique en cultures ne suffit pas pour l'inoculation artificielle. Récemment, toutefois, CIAT (1975) et Kasirivu (1978) ont rapporté une sporulation satisfaisante de *C. henningsii* en cultures et leur technique devrait faciliter l'évaluation de la maladie chez les plants inoculés artificiellement.

Une technique fiable de sélection est un préalable essentiel au succès de la reproduction. Nous avons entrepris notre recherche afin d'établir la valeur de l'échelle servant à évaluer la gravité de la maladie, ainsi que l'effet de l'environnement dans le développement de la maladie sur des clones de manioc inoculés. Nous espérons découvrir à quel point les résultats de l'inoculation artificielle étaient fiables et comparables d'une année à l'autre et comment ils se comparaient avec l'infection naturelle.

MATÉRIELS GÉNÉTIQUES ET MÉTHODES

Les clones de manioc compris dans les expériences de sélection étaient, notamment : Isunikakiyan, 60444, 58308, 71121, TMS 30017 (TMS = Tropical manihot), TMS 30211, TMS 30337, TMS 30395, TMS 30555, TMS 30572 et 17 autres clones désignés comme K7701 à K7719 (K77 = Kasirivu 77, c'est-à-dire les clones sélectionnés en 1977 par Kasirivu) ; ils ont été choisis dans la pépinière des jeunes semis de l'IITA. Seuls 27 clones ont servi aux expériences au champ, afin de pouvoir les surveiller et évaluer efficacement l'échelle adoptée.

CULTURE PURE ET MACÉRÉ BRUT

Pour l'inoculation, on s'est servi de macéré brut et de culture pure. Des feuilles de manioc infectées ont été cueillies dans les champs de l'IITA et on en a découpé les parties attaquées avec des ciseaux. On a fait macérer environ 500 gr de disques de tissus infectés dans 500 ml d'eau distillée, durant 30 secondes dans un mélangeur tournant à faible vitesse. Le macéré a ensuite été filtré dans de la gaze. On a également mélangé dans 300 ml d'eau distillée et filtré dans de la gaze 10 lames de culture pure sur agar à base de cosse de fève, recouvertes d'une préparation de cultures pures et incubées durant 14 jours.

Les suspensions de l'inoculum ont été ajustées à raison de 50 000 spores/ml, sauf indications contraires, à l'aide d'un hémostomètre (Kasirivu 1978). On y a ajouté une goutte de Tween 80 (un collant) par 100 ml afin de réduire l'écoulement de l'inoculum en suspension sur le feuillage traité, après que l'on eut pulvérisé celui-ci sur les feuilles. Pour évaluer la différence entre le macéré brut et l'inoculum pur, nous nous sommes servis de plants empotés de 8 à 10 semaines du cultivar Isunikakiyan cultivé en serre, en les inoculant soit avec la suspension de macéré brut ou celle de culture pure (25 000 spores/ml). Les plants traités ont été maintenus dans une chambre humide (90 à 100 % d'humidité relative) pendant 48 heures et transférés alors sur une tablette de la serre. Chaque traitement a été appliqué à quatre plants et a été reproduit en triple. L'évaluation a été faite en fonction de la période d'incubation.

EFFETS DE L'HUMIDITÉ

Les clones de manioc Isunikakiyan, 60444, 58308 et TMS 30211 élevés en serre jusqu'à 8 à 10 semaines ont été inoculés avec le macéré brut et on leur a appliqué l'un des quatre traitements suivants après l'inoculation :

- Certains plants ont été maintenus à l'extérieur pendant toute la durée de l'évaluation, où les températures mensuelles moyennes étaient comprises entre 20,4 et 31,9 °C en novembre-décembre et entre 22,9 et 31 °C en avril-mai 1978 ;
- D'autres ont été gardés sur une tablette de la serre pendant toute la durée d'observation ;
- D'autres encore ont été transférés en chambre humide pendant 48 heures, à 90 à 100 % d'humidité relative (HR) et transportés ensuite à l'extérieur où ils sont demeurés pendant toute la période d'observation ; et
- Le restant a été placé en chambre humide (90 à 100 % HR) pendant 48 heures et transporté ensuite sur une tablette de serre pour le reste de la période d'observation.

L'expérience a été répétée deux fois. La méthode d'évaluation devait permettre de déterminer la période d'incubation de la maladie et de compter les taches de feuilles par plant, à intervalles de 15 jours, du 30^e au 60^e jour après l'inoculation.

EFFETS DU STRESS DE L'HUMIDITÉ

Les plants empotés de cultivar Isunikakiyan élevés en serre jusqu'à l'âge de 8 à 10 semaines ont été inoculés avec le macéré brut et soumis ensuite à l'un des quatre régimes d'arrosage suivants :

- Arrosage quotidien (témoin) ;
- Arrosage tous les deux jours ;

- Arrosage tous les trois jours ; et
- Arrosage tous les quatre jours pendant toute la période d'observation.

Les résultats des traitements sont présentés en fonction de la période d'incubation de la maladie.

RÉACTION VARIÉTALE DE L'HÔTE

Les plants empotés de clones Isunikakiyan, 60444, 58308 et TMS 30211 élevés en serre jusqu'à 8 à 10 semaines ont été inoculés artificiellement avec le macéré brut et maintenus à l'extérieur pendant toute la période d'observation. Des plants servant de témoins recevaient des pulvérisations d'eau distillée. Les observations ont porté sur le décompte des taches sur les feuilles, par plant, et sur le degré de déféouillaison 30, 45 et 60 jours après le traitement.

PLANTATION, PRATIQUES CULTURALES ET INOCULATION

Six tiges de chacun de 27 clones ont été plantées à un mètre d'espacement sur des billons également espacés d'un mètre. On a prévu 27 rangs par bloc (en double) et 3 mètres entre chaque bloc. Chaque expérience de sélection comportait deux doubles. L'arrosage et l'enlèvement des mauvaises herbes ont été effectués selon les besoins. L'expérience, mise en oeuvre pendant la saison sèche (février 1978), a comporté deux pulvérisations de Gammalin 20 à intervalles d'une semaine pour protéger les plants contre la sauterelle versicolore, *Zonocerus variegatus*.

Le feuillage des plants témoins a été inoculé lorsque ceux-ci avaient 3 mois, opération qui s'effectuait le soir. Deux des quatre blocs ont reçu l'inoculation et les deux autres non inoculés servaient de témoins.

ÉCHELLE STANDARD D'ÉVALUATION DE LA MALADIE

On a prélevé dans le champ des feuilles à maturité, d'égales dimensions, représentant tous les degrés d'infection. En laboratoire, on les a divisées en six catégories arbitraires d'infestation, d'après le nombre de lésions et la surface proportionnelle affectée de chaque feuille. Les feuilles choisies, représentatives de chaque catégorie, ont été calquées sur papier transparent pour obtenir une échelle d'évaluation (Fig. 1). La partie foliaire atteinte par la maladie a été évaluée en surface. Le classement selon la résistance ou la sensibilité des clones sélectionnés s'est effectué d'après l'échelle suivante : (0) indemne, (1) très résistant, (2) résistant, (3) modérément sensible, (4) sensible, et (5) très sensible.

L'évaluation de la virulence de l'infestation sur les plants inoculés et non inoculés a eu lieu à 30, 45 et 60 jours après l'inoculation (Kasirivu, 1977,

1978). Un classement moyen de réaction a été établi pour chaque clone d'après une échelle d'évaluation fondée sur le pourcentage de surface foliaire attaquée pour l'évaluation quantitative (Thurston, 1971, van der Plank, 1976). Le personnel évaluait l'infestation en examinant le quart inférieur du feuillage du plant observé et en faisant le classement d'après la feuille la plus fortement attaquée parmi celles examinées dans les quatre plants intérieurs de chaque rangée.

RÉSULTATS

INOCULUM DE MACÉRÉ BRUT OU DE CULTURE PURE

Les suspensions de macéré brut et celles de cultures pures ont provoqué les mêmes symptômes pathogènes sur les plants traités. L'incubation a duré de 20 à 23 jours pour le macéré brut et de 20 à 25 pour la culture pure. Des champignons ont été isolés sur les plants infectés d'après les deux traitements et les cultures étaient identiques à celles des isolats d'origine.

HUMIDITÉ ET DÉVELOPPEMENT DE LA MALADIE

Bien que le deuxième objectif fût d'éclaircir le rôle de l'humidité dans l'implantation de la maladie et son évolution subséquente, on a observé également la réaction variétale aux traitements humides. Isunikakiyan, 60444 et TMS 30211, transférés sur tablette en serre immédiatement après l'inoculation ont connu un retard dans l'apparition des symptômes, et aucun symptôme n'a marqué le clone 58308 dans l'une ou l'autre expérience. Pour les plants inoculés maintenus sous humidité élevée et placés ensuite sur tablette en serre, l'apparition des symptômes a été retardée chez tous les clones des deux expériences.

La plus faible virulence de la maladie a été observée sur les plants inoculés et maintenus sur tablette en serre. La virulence la plus forte chez tous les clones a été relevée sur les plants inoculés et maintenus à l'extérieur dans la première expérience (novembre-décembre 1977) tandis que dans la deuxième (avril-mai 1978) les clones ont réagi différemment (Tableau 1).

STRESS DE L'HUMIDITÉ

L'apparition des symptômes de maladie a été retardée à mesure qu'on réduisait la fréquence des arrosages. Les taches brunes des feuilles ont d'abord été observées sur les plants arrosés chaque jour, et les dernières sur ceux qui ne l'ont été que tous les quatre jours (Tableau 2).

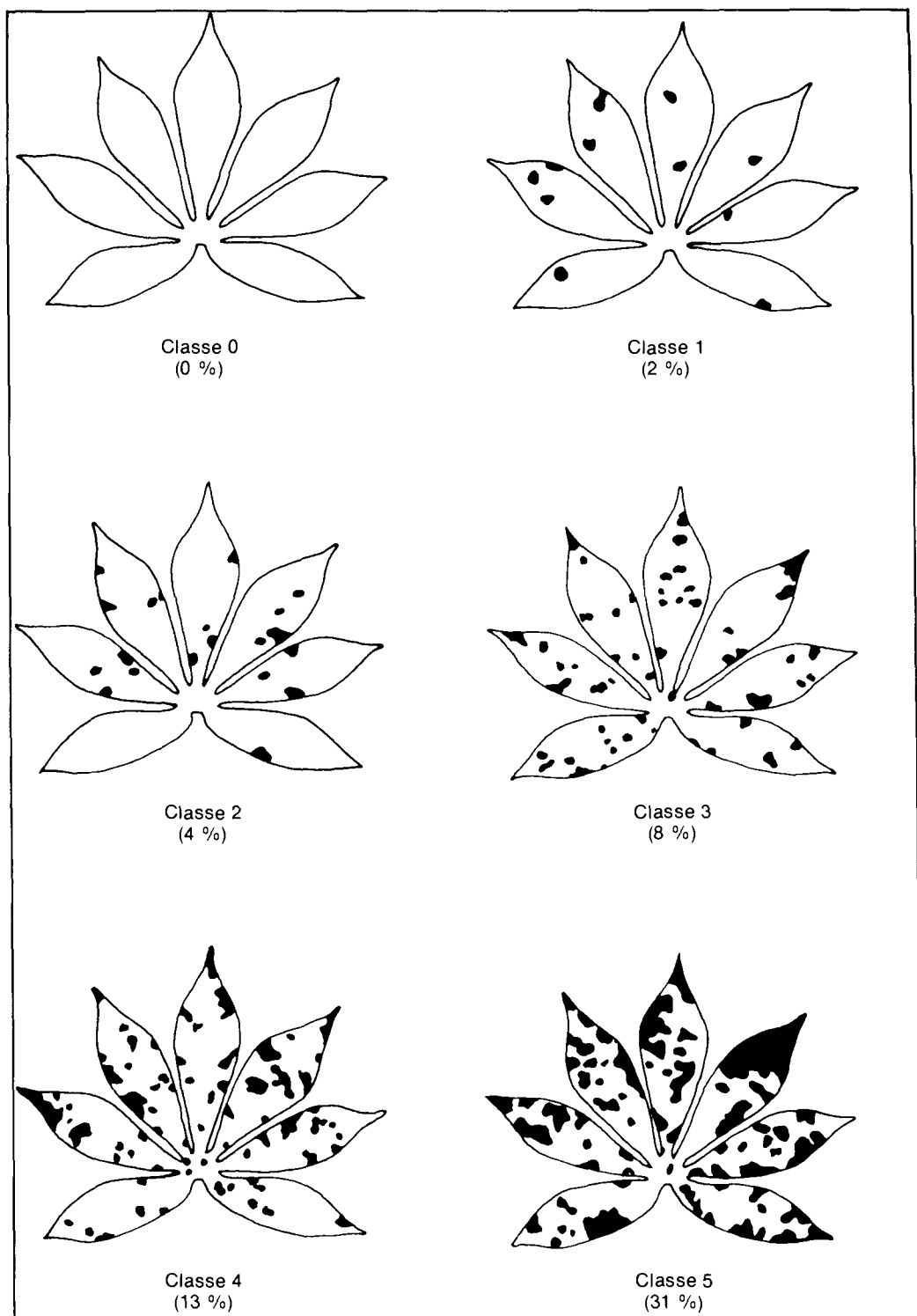


Fig. 1. Échelle standard de classement de la tache brune des feuilles avec pourcentage de feuilles malades.

Tableau 1. Réaction des clones à l'inoculation du *C. henningsii* suivie de différents traitements humides. Chiffres exprimés en taches des feuilles par plant, 45 jours après l'inoculation. Les jours d'incubation sont indiqués entre parenthèses.

Traitement peu après l'inoculation	Expérience ^a	Isunikakiyan		60444		TMS 30211		58308	
		(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Maintenus à l'extérieur		45,75 (22)	24,34 (19)	48,25 (21)	31,67 (23)	35,00 (23)	25,50 (19)	3,75 (40)	18,50 (27)
Maintenus sur tablette en serre		3,50 (24)	4,00 (32)	— ^b	2,50 (41)	—	0,50 (32)	—	—
Maintenus sous forte humidité, puis à l'extérieur		39,33 (23)	42,75 (21)	34,75 (23)	54,65 (19)	5,50 (26)	65,75 (19)	2,50 (32)	9,75 (29)
Maintenus sous forte humidité, puis sur tablette en serre		8,25 (24)	53,75 (22)	2,00 (31)	2,50 (31)	1,75 (35)	4,50 (23)	—	1,00 (31)

a) Expérience (1) : novembre-décembre 1977 ; expérience (2) : avril-mai 1978.

b) Le trait indique absence de symptôme.

Tableau 2. Stress de l'humidité et introduction de la tache brune des feuilles sur des cultivars d'Isunikakiyan, exprimés en jours d'incubation.

Traitement d'arrosage	Exp. 1	Exp. 2
Une fois par jour	21	29
Tous les 2 jours	26	34
Tous les 3 jours	30	30
Tous les 4 jours	52	35

RÉACTION VARIÉTALE

Les lésions les plus nombreuses sur les plants inoculés ont été relevées sur le clone Isunikakiyan, et les moins nombreuses sur 58308, les clones 60444 et TMS 30211 montrant des réactions intermédiaires, 30 et 45 jours après l'inoculation. Après l'apparition des symptômes, la maladie a fait de rapides progrès sur les clones Isunikakiyan, 60444 et TMS 30211 entre le 30^e et le 45^e jour suivant l'inoculation ; l'intensité a baissé rapidement entre le 45^e et le 60^e jour, devenant presque la même que pour le traitement témoin. Le clone 58308 a montré le moins de réaction et les lésions par plant augmentaient encore au terme de l'évaluation (Tableau 3).

On a évalué la défeuillaison des plants témoins, inoculés et non inoculés. Les clones de Isunikakiyan, 60444 et TMS 30211, atteints d'abord de nombreuses lésions, suivies d'une brusque diminution, ont perdu de 80 à 87 % de leurs feuilles inoculées et le clone 58308 en a perdu environ 59 %. La défeuillaison a été calculée par soustraction sur les plants témoins. Quarante-cinq jours après l'inoculation, le clone 60444 était le plus défeuillé, et le 58308 le moins. Les autres se classaient entre les deux ; et, 60 jours après le traitement, la défeuillaison était maximale sur les clones 60444 et TMS 30211, et minimale sur 58308, tandis que Isunikakiyan se situait entre les deux (Tableau 4).

SÉLECTION AU CHAMP POUR LA RÉSISTANCE

Un troisième objectif comportait l'identification des clones résistants et de ceux sensibles à l'inoculation artificielle ainsi qu'à l'infection naturelle durant les deux saisons, humide et sèche. Parmi les 27 clones sélectionnés, aucun n'a révélé d'immunité ; tous ont été infectés, même sans inoculation. Les clones inoculés durant les deux saisons ont été atteints à un plus haut degré que les clones témoins non inoculés, exception faite des TMS 30337 et TMS

Tableau 3. Nombre de taches de feuilles par plant sur des clones de manioc inoculés et non inoculés.

Clone	Traitement	Jours suivant le traitement		
		30	45	60
Isunikakiyan	Inoculé	68,50	121,75	25,25
	Témoin	6,75	23,00	21,25
TMS 30211	Inoculé	11,00	83,00	24,50
	Témoin	0,50	0,50	10,25
58308	Inoculé	1,33	26,33	36,00
	Témoin	1,00	3,00	2,00
60444	Inoculé	27,25	77,25	22,50
	Témoin	1,75	10,00	17,00

Tableau 4. Pourcentage de défeuillaison causée par la tache brune des feuilles de quatre clones de manioc.

Clone	Jours suivant le traitement		
	30	45	60
Isumikakiyan	7,50	24,32	35,69
TMS 30211	2,99	26,44	42,12
58308	7,58	13,51	20,83
60444	0,43	35,97	42,12

30017 qui ont été aussi fortement affectés dans les deux traitements, pendant la sélection en saison sèche, que le clone K7717 pendant la saison humide.

Durant la sélection en saison sèche (octobre–novembre 1977) seulement quatre clones (TMS 30211, K7701, K7704, K7709) ont montré une résistance élevée, et un seul (K7717) en a fait autant durant la saison humide (juin–juillet 1978). Neuf clones se sont avérés résistants en saison sèche et quatre en saison humide, deux de ces derniers affichant une résistance égale dans les deux saisons (K7713 et K7718). Quatorze et 15 clones ont été classés modérément sensibles pendant les saisons

sèche et humide, respectivement, et 8 de ceux-ci (60444, TMS 30555, TMS 30572, K7705, K7706, K7708, K7710, K7712) ont obtenu le même classement pour les deux saisons. En saison humide, les clones 711121, TMS 30395, K7701, K7707, K7711 et K7715 ont été classés sensibles et Isumikakiyan très sensible.

Les traitements inoculés ont montré diverses réactions clonales dont le mode était identique à celui des traitements témoins, avec cette différence que les cotes de virulence de la maladie ont été plus élevées dans le cas des premiers (Fig. 2).

L'évaluation subséquente de la maladie chez les plants inoculés, après 45 et 60 jours, a révélé une réaction clonale d'une gravité variable au champ (Tableau 5). Le clone TMS 30395 a maintenu une réaction modérément sensible pendant toute la durée de l'évaluation en saison sèche, alors que le clone TMS 30572 maintenait une réaction similaire en saison humide. 58308 et K7718 se sont montrés résistants, tandis que le clone K7717 avait une réaction de grande résistance en saison humide. Seul K7708 a montré du retard dans le développement de la maladie, enregistrant sa cote la plus élevée pen-

Tableau 5. Progression de la tache brune des feuilles en termes de cotes d'évaluation après 30, 45 et 60 jours, sur des clones de manioc inoculés pendant les saisons sèche (octobre–novembre 1977) et humide (juin–juillet 1978).

Clone	Saison sèche			Saison humide		
	30	45	60	30	45	60
Isumikakiyan ^{ab}	3	2	2	4,5	3	3
711121 ^a	3	1,5	1,5	4	3	3
60444	2,5	1,5	1,5	3	2,5	1,5
58308	3	2,5	2,0	2	2	2
TMS 30017	2	1,5	1,5	2,5	2,5	2
TMS 30211	1,5	1,5	1	2,5	2	2
TMS 30337	2	1,5	1	2,5	2,5	2,5
TMS 30395 ^b	3	3	3	3,5	2	2
TMS 30555 ^b	2,5	2	1,5	3	2,5	1,5
TMS 30572	2,5	2	2	3	3	3
K7701	1,5	1	1	3,5	2,5	2
K7704	1,5	1	1	3	2	1,5
K7705 ^a	2,5	1	1	2,5	2	1
K7706	2,5	1,5	1	3	2,5	2
K7707	3	2	2	3,5	2,5	2,5
K7708	3	2,5	1,5	2,5	3	2,5
K7709	1,5	1	1	2	1,5	1
K7710	2,5	1,5	1	3	2	1,5
K7711 ^{ab}	3	1	1	4	3	3
K7712	2,5	1	1	3	2	2
K7713	2	1	1	2	2	1,5
K7714	2	1,5	1,5	2,5	2,5	2
K7715	2	1,5	1	4	3	3
K7716 ^b	2	2	1	3	2,5	2
K7717	2	2	1	1	1	1
K7718	2	2	1,5	2	2	2
K7719	2	1	1	2,5	2,5	2

a) Forte infection de mosaïque du manioc en saison sèche.

b) Fort jaunissement prématuré des feuilles en saison humide.

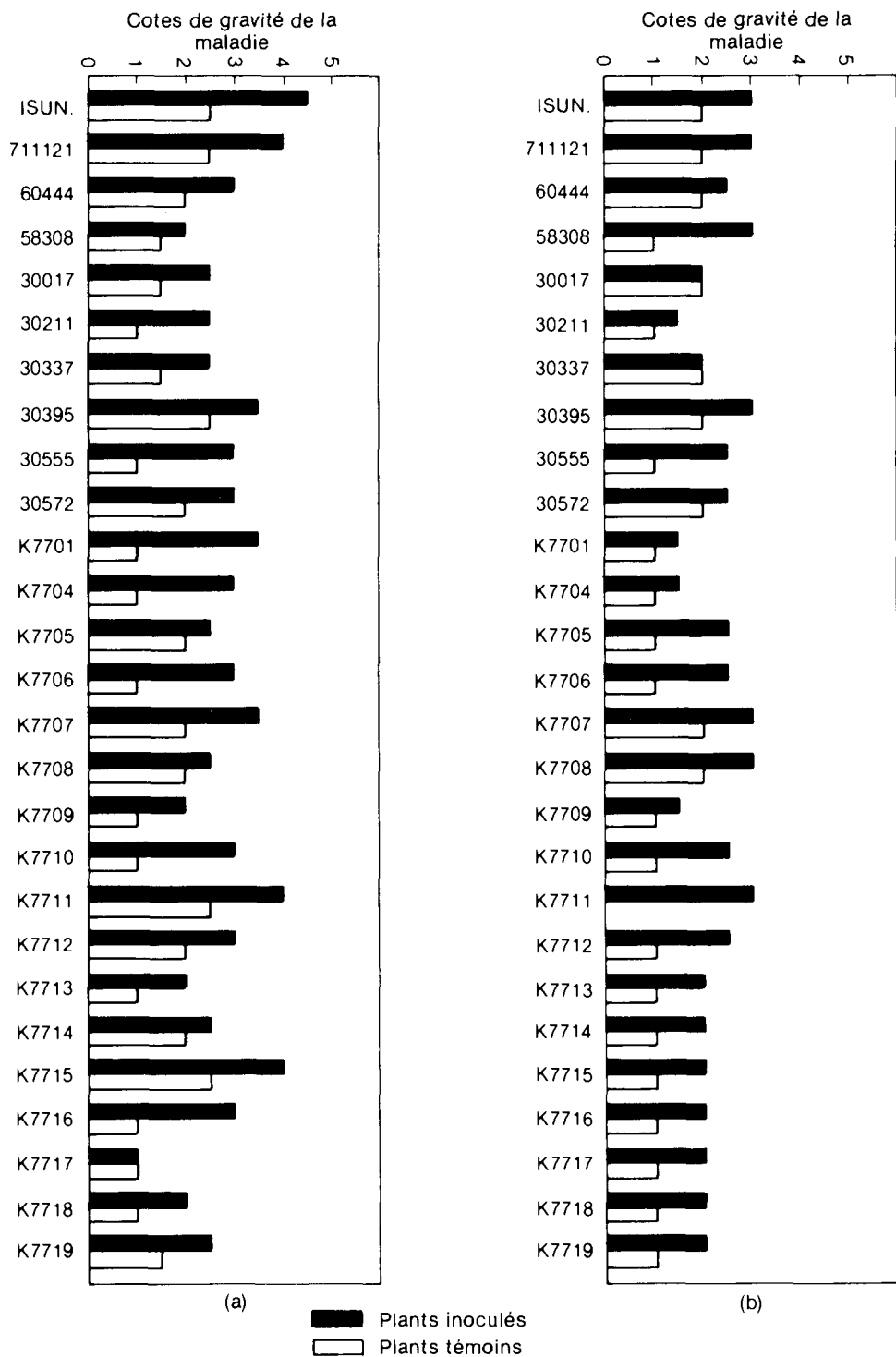


Fig. 2. Cotes d'après la gravité de la tache brune des feuilles de manioc, 30 jours après le traitement de 27 clones, pendant les saisons humide (a) et sèche (b).

dant la saison humide, 45 jours après l'inoculation. La réaction clonale a été la plus significative 30 jours après l'inoculation, avant l'apparition de lésions de seconde génération sur les cas traités et avant que la défeuillaison imputable à la maladie ne se manifeste.

DISCUSSION ET CONCLUSIONS

Les résultats de l'inoculation indiquent que les organismes pathogènes à l'état de culture pure et de macéré brut ont été d'une égale virulence sur le clone à l'essai, Isunikakiyan, bien que l'on n'ait pas fait l'épreuve du spectre de virulence en culture pure.

La progression de la maladie a été très influencée par les conditions de milieu dans lesquelles le clone s'est trouvé peu après l'inoculation, et partiellement par le clone lui-même. Les réactions clonales aux traitements humides se reflètent dans la durée de l'inoculation et le nombre des lésions. Dans un milieu plus sec, en serre, les symptômes ont été retardés ou même évités, tandis que les conditions naturelles et des traitements humides graduels ont suscité la réaction inhérente des clones à la maladie.

Le nombre élevé de lésions sur les plants maintenus à l'extérieur est révélateur de l'existence d'autres facteurs que l'humidité, qui interviendraient dans le processus de l'infection. Ces facteurs pourraient être l'alternance d'une humidité relative plus élevée et plus faible durant la nuit et le jour, des fluctuations de température et la combinaison d'une humidité élevée et de basse température pendant la nuit.

Les plants inoculés et maintenus à l'extérieur ont souffert de lésions plus nombreuses que ceux conservés sous forte humidité en novembre et décembre 1977. Ce fait peut s'expliquer parce que les températures, en chambre humide, se sont élevées jusqu'à 38 à 40 °C, réduisant ainsi les chances de réussite de l'infection, tandis que les températures extérieures n'étaient que de 20 à 32 °C. L'expérience en avril-mai 1978 a fait ressortir un nombre moindre de lésions sur les plants inoculés, maintenus à l'extérieur, que sur ceux conservés à humidité élevée avant d'être transférés à l'extérieur. Il se peut que les spores présentes sur les feuilles, à l'extérieur, aient été lessivées par les pluies.

L'expérience du stress de l'humidité révèle que les plants vigoureux, en croissance, disposant d'une humidité adéquate ont été fortement infectés, à la fois par une brève période d'incubation et par le nombre considérable des lésions réparties de façon égale sur les feuilles. Sur les feuilles inoculées des plants soumis au stress de l'humidité, l'apparition des symptômes a été plus tardive et les taches ont été moins nombreuses.

Les différences de réaction clonale à l'inoculation artificielle peuvent être attribuables aux variations

du degré d'infection consécutive à l'inoculation et à la résistance variable des tissus foliaires attaqués, qui ont affecté la rapidité de destruction des feuilles (Thurston, 1971 ; van der Plank, 1963). Comme les plants ont été artificiellement inoculés, il se peut que d'autres facteurs, à part la quantité d'inoculum par unité de surface de la feuille, aient joué un rôle.

Les plants témoins, inoculés et non inoculés, du clone Isunikakiyan, ont été infectés à un degré considérable, tandis que les deux modes de traitements, pour le clone 58308, n'ont produit que très peu de taches. Dans le cas des clones Isunikakiyan, TMS 30211 et 60444, la réaction, en termes de lésions par plant, a atteint son point maximum 45 jours après l'inoculation. De son côté, le clone 58308 n'a montré que des lésions peu nombreuses par plant, dont le nombre a progressé lentement et régulièrement jusqu'au terme de l'observation. Exposé aux mêmes pressions, c'est-à-dire à l'inoculation, le clone Isunikakiyan a montré neuf fois, environ — et les clones 60444 et TMS 30211, environ trois fois — plus de lésions que le 58308 n'en avait au 45^e jour. Les plants témoins non traités ont révélé la même réaction, à l'exception du clone TMS 30211 qui s'est avéré plus résistant sous une pression moindre de la maladie.

Des quatre clones étudiés, 60444 et TMS 30211 étaient les plus défeuillés après 60 jours d'inoculation, 58308 le moins et chez Isunikakiyan, la défeuillaison était moyenne. En comparant la virulence de la maladie et la défeuillaison subséquente, nous avons constaté que les clones 60444 et TMS 30211 étaient les plus affectés bien que la maladie n'ait atteint qu'un degré moyen de gravité. Par contraste, Isunikakiyan, dont la défeuillaison n'était qu'intermédiaire, était malade au plus haut point. Ces constatations semblent indiquer que les clones 60444 et TMS 30211 sont plus sensibles dans leur réaction à la maladie.

En résumé, Isunikakiyan a montré une réaction sensible, 58308 des réactions résistantes, et 60444 ainsi que TMS 30211 des réactions intermédiaires. L'expression « sensible » s'applique à l'ensemble des propriétés qui font du plant un hôte réceptif aux pathogènes, tandis que « résistant » dénote l'aptitude fondamentale de l'hôte à s'opposer aux pathogènes (Robinson 1969).

La sélection dans le champ pour la résistance des 27 clones de manioc a eu lieu à deux reprises durant la saison sèche (octobre-novembre 1977) et la saison humide (juin-juillet 1978). La réaction clonale des plants témoins, inoculés et non inoculés, durant ces deux saisons a fait ressortir leurs divers degrés d'infestation, et ceux-ci ont été plus élevés en saison humide qu'en saison sèche. Ces réactions concordent avec les observations de Viennot Bourgin et Grimaldi (1950), à savoir que les plants de manioc

exposés à des conditions de végétation défavorables sont plus résistants à sp *Cercospora* que ceux qui bénéficient de conditions favorables. Ces résultats indiquent-ils une simple résistance ou seulement des cotes pathogéniques moins élevées? La question n'est pas éclaircie. Peut-être expriment-ils une relation pathogène-hôte-environnement plutôt que celle d'hôte-environnement parce que l'humidité, le stress humide et les différences clonales ont affecté l'intensité de l'infection sur des plants inoculés artificiellement dans des conditions de milieu contrôlées.

Parmi les plants inoculés dans le champ, 78 % des clones ont mérité des cotes de maladie élevées en saison humide, comparativement à celles relevées en saison sèche ; 11 % des clones ont eu des cotes inférieures pendant la saison humide, et 11 % également ont eu des réactions identiques durant les deux saisons. Ces mêmes clones, utilisés comme témoins inoculés, ont été infectés à des degrés divers : 33 % l'ont été plus sévèrement en saison humide, 7 % moins sévèrement, et 60 % ont eu la même réaction durant les deux saisons. Cette interaction clonale avec les saisons et le potentiel de l'inoculum dans ces expériences confirme l'observation de Teri et alii, (1977) à savoir que, en règle générale, les infections artificiellement provoquées se montrent

plus sûres d'année en année que les infections naturelles et sont donc plus justement comparables.

Les réactions clonales des plants inoculés ont été plus ou moins normalement réparties en saison humide, alors qu'en saison sèche la réaction a oscillé de la virulence moyenne à la résistance. Pour les témoins non inoculés, la réaction clonale a atteint la cote résistant de l'échelle d'évaluation, pendant les deux saisons, à l'exception de quelques clones dont la sensibilité s'est révélée moyenne en saison humide. Pour être efficace, la sélection exige une inoculation artificielle pendant la saison humide où le temps est favorable au développement vigoureux des plants ainsi qu'à l'apparition de la maladie. Ce procédé donnerait des résultats plus sûrs et plus facilement comparables d'une année à l'autre.

Les différences de réactions clonales au *C. heningsii* ont été démontrées au cours des expériences et les observations concordent avec celles d'Arene (1974), CIAT (1974, 1975, 1976, 1977), et de Maduewesi (1974). On peut présumer qu'il existe de la résistance à tous les degrés possibles chez les clones mis à l'essai, mais pas d'immunité. Toutefois, il faudra étendre la sélection en serre et dans le champ pour confirmer les observations ainsi que la précision de l'échelle d'évaluation de la maladie.