

Jean DUBERN

**ETUDE COMPAREE DES MALADIES A VIRUS
ET A MYCOPLASMES DU MANIOC**



OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE D'ADIPODDUMÉ - CÔTE D'IVOIRE

B.P.V 51 - ABIDJAN



DECEMBRE 1975

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER
CENTRE D'ADIOPODOUME

Laboratoire de Virologie

ETUDE COMPAREE DES MALADIES A VIRUS
ET A MYCOPLASMES DU MANIOC

par

J. DUBERN

Janvier 1976

INTRODUCTION.

La Mosaïque du Manioc (Cassava Mosaic Disease) est encore à ce jour une maladie fort mal connue. La progression dans sa connaissance a en effet été arrêtée par trois caractéristiques principales : la transmission mécanique n'a pas été réalisée d'une façon certaine ; aucun agent pathogène, indiscutablement responsable, n'a été observé, aussi bien en microscopie photonique qu'en microscopie électronique, et quoique l'étude entreprise ait concerné la recherche de bactéries, celle de rickettsies, celle de particules de type mycoplasmales ou viral ; l'insecte vecteur est une Mouche Blanche, *Bemisia tabaci* Genn. (Aleyrodidae, Homoptère). Cette Mouche Blanche, insecte piqueur du phloème, possède de plus des caractères propres qui augmentent encore les difficultés techniques de l'étude .

Dans le but de cerner les problèmes qui se sont présentés dans les recherches sur la Mosaïque du Manioc (*Manihot utilissima* Pohl.), l'étude bibliographique des différentes maladies à virus et à mycoplasmes affectant cette plante a été effectuée et fait l'objet de ce rapport.

Sept maladies semblent affecter cette plante. Chacune d'elle possède une aire géographique bien définie. Cinq sont localisées au Continent Américain : la Mosaïque Commune, la Mosaïque des Nervures, la Maladie des Balais-de-Sorcière, la Maladie de l'Allongement des Entre-nœuds et une affection due à un virus latent. Trois maladies ont été observées en Afrique : la Mosaïque, la Maladie des Striures Brunées et la Maladie des Balais-de-sorcière.

I - LA MOSAÏQUE AFRICAINE DU MANIOC.

1. Appellation.

Cassava mosaic Virus (Dammer) Lefèvre 1935 ; Storey et Nichols 1938

Synonymie : Cassava "Krauselkrankheit" Warburg 1894

Jatropha virus maculans Roland

Manihot virus 1, Smith Tb

Ochrostica bemisiae (Holmes) McKinney 1944

Ruga bemisiae Holmes Hb

Cryptogramme : */* */* */* S/AL (Gibbs, 1968).

2. Distribution géographique

Cette maladie a été citée dès 1894 (Warburg) en Afrique de l'Est. Par la suite, elle a été décrite en Afrique Centrale et sur tout le continent africain ainsi que à Madagascar (Chant, 1959, Jennings 1960a), Storey 1936, Storey 1938, Bouriquet 1932). Une affection du Manioc, présentant les mêmes caractéristiques, a aussi été observée en Inde, près de Madras et près de Kérala (Alagianagalingam et Ramakrishnan 1966, Menon et Raychaudhuri 1970).

3. Symptomatologie

Les manifestations sur le Manioc sont typiques d'une mosaïque : plages chlorosées sur les feuilles, déformation des folioles, réduction de la taille et rabougrissement de la plante (Jennings 1960a). Des étiations ont été observées sur certaines variétés (Dubern, 1973).

4. Pertes

Les chutes de rendement sont très variables et liées aux variétés cultivées. Les pertes vont de 20 à 90% (Beck, 1971, Chant 1959, Doku 1965, Jennings 1960a).

5. Transmission

En plus de la transmission possible par greffe, seule la transmission par *Bemisia tabaci* (Genn.) (Aleyrodidae) donne un résultat positif. Certains auteurs (Lefèvre 1935) prétendent avoir réussi la transmission mécanique de la maladie de Manioc à Manioc. Il est cependant probable que ce n'est pas la Mosaïque Africaine qu'ils ont réussi à transmettre, mais une autre affection ou peut-être même la Mosaïque Commune du Manioc, survenue fortuitement à la faveur de l'introduction de variétés américaines (Costa et Kitajima 1972).

La transmission par cette Mouche Blanche requière un repas d'acquisition, sur les jeunes feuilles malades, supérieur à 4 heures (Jennings 1960a, Storey 1938, Menon et Raychaudhuri 1970). Ce repas doit être suivi par une période d'incubation d'au moins 4 heures (Chant, 1958).

6. Plantes hôtes

Cette maladie a été actuellement observée uniquement sur *Manihot* spp. : *M. utilissima* Pohl., *M. palmata* Muell., *M. aipi* Pohl., *M. glaziovii* et *M. dulcis* (Chant 1958, Jennings 1960a, Storey 1936 et 1938). Certains auteurs semblent avoir transmis cette maladie à d'autres genres (Menon et Raychaudhuri 1970) ; leurs travaux n'ont cependant pas été confirmés.

7. Propriétés de l'agent pathogène

De multiples essais d'extraction et de purification ont été tentés sans succès. Plusieurs essais de recherche de particules de type viral ont été effectués en microscopie électronique, par diverses méthodes ("leaf dip", coupes ultrafines). Bien que Plavsic-Banjac et Maramorosch (1973) aient observés des bâtonnets, ni Galvez et Kitajima (Lozano 1972) ni Dubern (1973) n'ont observé des particules de type viral. Les essais de mise en évidence d'autres types d'agent pathogène (mycoplasmes, rickettsies) ont échoué.

8. Contrôle sanitaire

Dans la situation actuelle des connaissances, la seule mesure efficace de lutte contre la maladie est l'utilisation de variétés tolérantes (Beck 1971, Doku 1965, Jennings 1960a, Storey 1936). Aucune variété de *M. utilissima* Pohl., actuellement cultivée en Afrique ou en Amérique latine ne semble résistante. Cependant, des gènes de résistance à cette maladie existe et la possibilité de les

incorporer aux variétés cultivées est actuellement expérimentée (Hahn et Howland, 1972, Jennings 1972). Les espèces utilisées pour l'obtention des gènes de résistance sont *M. glaziovii*, *M. dichotoma*, *M. catinae*, *M. melanobasis* et *M. saxicola*. *M. glaziovii* est celui qui donne les meilleurs gènes de résistance à la Mosaïque.

Une autre technique développée actuellement est la régénération de plants de Manioc sain à partir de méristèmes apicaux (Kantha et al. 1974). De bons résultats ont été obtenus. Cette technique permet la régénération de clones en voie de disparition et la préservation d'un capital génétique important.

II - LA MOSAÏQUE COMMUNE DU MANIOC

1. Appellation

Brazilian Common Cassava Mosaic Virus (Kitajima et Costa 1964)

Cryptogramme : R/* */5 E/E S/*

2. Distribution géographique

Cette affection est localisée à l'Amérique latine; elle a été observée au Brésil (Costa 1940, Costa et Kitajima 1970), en Colombie (Lozano 1973) et au Pérou. (Costa et Kitajima 1972).

3. Symptomatologie

La maladie provoque les mêmes symptômes que ceux qui sont observés dans le cas de la Mosaïque du Manioc : plages chlorosées mal délimitées sur le limbe, folioles déformées et de taille réduite, rabougrissement de la plante (Costa 1940, Costa et Kitajima 1970, Jennings 1960). Silberschmidt (1938) observe sur les jeunes feuilles des tirets et des taches jaune pâle, et, en bordure de ces taches, des nécroses en creux. Aucune énéation n'a semble-t-il jamais été observée.

4. Pertes

Les chutes de rendement sont de l'ordre de 10 à 60%, selon les variétés cultivées (Costa et Kitajima 1972, Wolf 1949). Le contrôle facile de la maladie limite fortement les pertes.

5. Transmission

Aucune transmission par graine n'a été constatée. Cette maladie a été transmise très facilement par greffe et par voie mécanique. Aucun vecteur naturel n'est connu. Ces deux éléments différencient cette maladie de la Mosaïque observée en Afrique (Chant 1958, Jennings 1960a, Storey 1936, Storey et Nichols 1938).

Quatre espèces de Mouches Blanches ont été utilisées pour tenter la transmission de la maladie : *Bemisia tabaci*, *B. tuberculata* Bondar, *Aleurothrixus aepium* (Goëldi) et *Trialetrodes variabilis* (Quaintance). Aucun résultat positif n'a été obtenu. Deux espèces de pucerons (*Aphis gossypii* et *Myzus persicae*), une espèce de Thrips (*Scirtothrips*

manihotis Bondar) et deux espèces d'acariens (*Mononychus bondari* Paschoal et *Tetranychus urticae* Koch) ont également été utilisées sans succès, bien que tous ces arthropodes aient été observés sur cette plante (Rosetto 1970).

6. Plantes hôtes

Cette maladie a été transmise aux plantes suivantes : *Manihot* spp., *Euphorbia prunifolia* Jacq., *Chenopodium amaranticolor*, *Chenopodium quinoa*, *Malva parviflora*, *Gossypium hirsutum* L. (Costa et Kitajima 1970), *Amaranthus* spp., *Datura stramonium*, *Gomphrena globosa* et *Ricinus communis* L. (Costa et Kitajima 1972).

Les symptômes provoqués sont les suivants :

- sur *Euphorbia prunifolia* : infection latente, mais la plante est un excellent réservoir à virus ,
- sur *Chenopodium* spp. : lésions nécrotiques ou chlorotiques, mais pas d'infection systémique ;
- sur *Gossypium hirsutum* : lésions locales et taches chlorotiques irrégulières et assez étendues, puis infection systémique se traduisant par un éclaircissement des nervures, puis disparition des symptômes ;
- sur *Gomphrena globosa* : lésions locales nécrotiques, mais plus grandes que celles qui sont induites par le Virus X de la Pomme de Terre;
- sur *Ricinus communis* : mosaïque légère, généralement faible.

7. Propriétés de l'agent pathogène

Des particules virales ont été identifiées : un virus de type filamenteux de 15 nm de diamètre et de 495 nm de longueur a été observé (Kitajima et al. 1963, Costa et Kitajima 1970, Kitajima et Costa 1966a, Kitajima et al. 1965, Kitajima et al. 1965). Aucun canal interne n'est visible. Ces particules ont été observées dans les cellules du parenchyme. Des inclusions virales ont également été notées : amas de particules filamenteuses plus ou moins parallèles.

Un sérum titrant 1/4096 a été obtenu (Silva 1962, Kitajima et al. 1965). Le virus ne présente aucune parenté sérologique avec le virus X de la Pomme de Terre (Kitajima et al. 1965, Costa et Kitajima 1970).

Le point de thermoinactivation est voisin de 70°C. L'extrait brut reste infectieux 64 jours à température ambiante, mais non 128 jours (Kitajima et Costa 1966, Costa et Kitajima 1972).

Le point de dilution limite est de l'ordre de 10⁻⁵ à 10⁻⁶.

La clarification des extraits bruts de plants malades est effectuée par addition de n-butanol à 8% (V/V), suivie d'une centrifugation lente, d'une filtration sur coton et de deux à quatre cycles de centrifugations lentes et rapides (Silva et al. 1963). Une purification partielle est obtenue par addition d'un mélange d'éther et de tétrachlorure de carbone, suivie d'un cycle de centrifugations lentes et rapides (Kitajima et al. 1965).

Le rapport des densités optiques lues à 260 et 280 nm suggère que la particule virale contient environ 5% de RNA (Kitajima et al. 1973).

Le virus de la Mosaïque Commune du Manioc semble donc proche du groupe du virus X de la Pomme de Terre, par sa morphologie.

8. Contrôle sanitaire

Un contrôle effectif de la maladie a été obtenu en détruisant systématiquement les plants malades et en bouturant seulement les plants sains (Costa et Kitajima, 1970). Des essais de thermothérapie dans le but d'éliminer le virus des boutures malades ont été menés par Costa et Normanha (1939) traitement dans l'eau de 45 à 55°C pendant des temps variant de 30 mn à 2 heures ; culture de boutures à 38°C pendant des temps variables jusqu'à six semaines. Aucun résultat satisfaisant n'a été obtenu.

III - LA MALADIE DES STRIURES BRUNES DU MANIOC

1. Appellation

Cassava Brown Streak Virus (Storey 1936)

Synonymie : Cassava Stem Lesion Virus Storey (1936)

Jatropha virus flavescens Roland

Manihot virus 2 Smith Tb

Cryptogramme : */* */* E/E S/*

2. Distribution géographique

Cette maladie a été décrite par Storey (1936), Briarley (1945) puis Nichols (1950). Elle a été observée essentiellement sur la Côte Est de l'Afrique, et uniquement à une altitude supérieure à 1000 m (Jennings 1960, Nichols 1950). A une altitude supérieure à 1500m, la maladie se raréfie : le pouvoir pathogène du virus est tel que les plantes atteintes meurent (Nichols 1947. Il est probable que cette affection existe dans d'autres régions africaines (Golato 1971).

3. Symptomatologie

Les symptômes les plus apparents sont la chlorose des feuilles, la nécrose des tissus ligneux des racines. Parfois des striures brunes apparaissent sur les jeunes tiges vertes (Jennings 1960, Nichols 1950).

A une altitude inférieure à 1000 m, c'est à dire à une température plus élevée, les symptômes disparaissent mais les plantes restent malades (Nichols 1950).

4. Pertes

Celles-ci sont difficiles à estimer car le Manioc est très généralement atteint simultanément par la Mosaïque et la maladie des Striures Brunnes. Cependant, les dégâts sont importants car les tubercules malades sont impropres à la consommation. Plusieurs attaques sérieuses ont été notées au Zanzibar et au Tanganyika (Storey 1938).

5. Transmission

Les transmissions par greffe et par voie mécanique sont possibles (Lister 1959, Nichols 1950, Storey 1936), par contre la transmission par insecte (Lister 1959, Nichols 1950) n'a pas été encore prouvée. La maladie n'a pu être transmise par *Bemisia tabaci* (Doughty et al. 1956).

6. Plantes hôtes

Ce virus a été transmis mécaniquement aux plantes suivantes : *Manihot* spp., *Petunia hybrida* Vilm., *Datura stramonium* L., *Nicotiana tabacum* L., *Nicotiana rustica* L. et *Nicotiana glutinosa* L. (Lister 1959, Jennings 1960, Kitajima et Costa 1964). Les plantes infectées de *Petunia* sp. sont nains, ont des feuilles frisées et montrent une chlorose des nervures et des nécroses. Les *Datura* sp. sont atteints d'une chlorose systémique des nervures secondaires en été, mais ne montrent que des lésions locales nécrotiques en hiver. *Nicotiana tabacum* L. ne développent que des lésions locales alors que *N. rustica* et *N. glutinosa* montrent une chlorose systémique des nervures.

7. Propriétés de l'agent pathogène

L'examen de matériel desséché, effectué au microscope électronique, révèle la présence de particules de 600 nm de longueur (Kitajima et Costa 1964).

La température de thermoinactivation des extraits bruts de plantes malades est de 50°C. A 20°C, les extraits restent infectieux pendant 24 heures.

Le point de dilution limite est de l'ordre de 10^{-3} (Lister 1959, Kitajima et Costa 1964).

8. Contrôle sanitaire

Un contrôle effectif de la maladie a été obtenu par l'utilisation de boutures saines et l'élimination de tous les plants atteints. L'existence de variétés de Manioc résistantes a été rapportées (Jennings 1960, Nichols 1950, Storey 1936). Plusieurs espèces de *Manihot*, *M. dichotoma*, *M. glaziovii* et surtout *M. mélanobasis*, sont porteuses de gènes de résistance (Nichols 1950b, Storey 1941) (Jennings 1972). Elles permettent la création de variétés résistantes ou très tolérantes (Doughty et al. 1954, Doughty et al. 1956).

Les essais de traitement par la chaleur, combinant des températures et des temps non léthaux pour le Manioc, ont échoué (Doughty et al. 1957).

IV - LA MOSAÏQUE DES NERVURES DU MANIOC

1. Appellation

Cassava Vein Mosaic Virus (Kitajima et Costa 1966)

Synonymie : Mosaico das nervuras da mandioca (Costa 1940)

Cryptogramme : */* */* S/S S/*

2. Distribution géographique

Cette maladie a été observée seulement dans quelques régions du Brésil (Costa 1940, Costa et al. 1970, Kitajima et Costa 1966b).

3. Symptomatologie

Un éclaircissement des nervures et un enroulement des feuilles, très semblable à celui qui est provoqué par les Thrips, sont couramment observés et semblent caractéristiques de cette maladie (Costa 1940).

4. Pertes

Peu d'informations sur les dégâts provoqués ont été rapportées dans la littérature. Il ne semble pas que cette maladie ait actuellement une importance économique (Costa et Kitajima 1972).

5. Transmission

Celle-ci a lieu par l'utilisation de boutures malades, par greffe et par inoculation mécanique. La transmission par voie mécanique reste cependant difficile à réaliser (Costa 1940, Costa et al. 1970, Kitajima et Costa 1966).

Aucun vecteur naturel n'a été signalé. Des essais de transmission par *Myzus persicae* et par d'autres espèces de pucerons ont échoués.

6. Plantes hôtes

Cette maladie a été observée sur *Manihot spp.* et *Datura stramonium* (Costa 1940, Costa et al. 1970, Kitajima et Costa 1966b).

7. Propriétés de l'agent pathogène

Des particules parasphériques de 40 à 50 nm de diamètre ont été décelées en microscopie électronique (Kitajima et Costa 1966b). La taille des particules peut apparaître plus importante dans les préparations colorées négativement (50 à 60 nm). Leur morphologie est très semblable à celle du Virus de la Mosaïque du Choufleur (Cauliflower Mosaic Virus) (Costa et Kitajima 1972, Kitajima et Costa 1973).

Les propriétés du virus "in vitro" n'ont pas encore été étudiées. Il ne semble pas y avoir de phénomène de prémunition entre ce virus et celui de la Mosaïque du Choufleur.

8. Contrôle sanitaire

L'utilisation de boutures saines est encore, dans ce cas précis de maladie transmise mécaniquement, une mesure logique de prévention. Cependant aucun contrôle sanitaire n'est actuellement établi par suite du peu d'importance de la maladie (Costa et Kitajima 1972).

V - LE VIRUS LATENT DU MANIOC

1. Appellation

Cassava Latent Virus (Costa et al. 1970)

Cryptogramme : */* */* E/E S/*

2. Distribution géographique

Mal connue, par suite de l'absence de manifestation sur le Manioc, l'extension de cette infection semble être limitée à l'Amérique Latine (Costa et al. 1970).

3. Symptomatologie

La présence de ce virus n'est indiquée par aucune malformation, par aucune coloration ou décoloration particulière, par aucune réduction de taille ou de rendement. Ce virus ne provoque donc "sensu stricto" aucune maladie du Manioc ; sa présence doit cependant être rapportée dans cette monographie.

4. Pertes

Celles-ci n'ont pas été estimées. Par suite de l'absence de manifestations pathologiques, il est probable qu'elles doivent être pratiquement nulle.

5. Transmission

Ce virus a été transmis par bouturage et par greffe. La transmission mécanique n'a pas été notée. Aucun vecteur naturel n'est connu.

6. Plantes hôtes

Ce virus n'a pour l'instant été observé que dans *Manihot spp.* La méconnaissance d'un vecteur naturel et l'absence de transmission mécanique limite l'étude de la liste des plantes hôtes.

7. Propriétés de l'agent pathogène

Un rhabdovirus (virus bacilliforme) de 280 à 300 nm de longueur et de 80 nm de diamètre, possédant une membrane, a été observé en microscopie électronique. Sa présence a été notée dans l'espace péri-nucléaire des cellules parenchymateuses (Costa et al. 1970, Costa et Kitajima 1972, Kitajima et Costa 1973).

8. Contrôle sanitaire

Celui-ci est inconnu et non nécessaire à ce jour.

VI - LES MALADIES A MYCOPLASMES DU MANIOC

1. Appellation

Synonymie ; Superbrotamento da Mandioca (Silberschmidt et Campos 1944)
 Envassouramento da Mandioca (Silberschmidt et Campos 1944)
 Cassava Witches' Broom Disease (Silberschmidt et Campos 1944) -

2. Distribution géographique

La première maladie à mycoplasme du Manioc a été observée au Brésil. Trois principaux types ont été distingués.

Le premier type, appelé également le "vieux type", a été aperçu dans l'Etat de Minas Gerais (1939), puis dans la région de Sao Paulo (Goncalves et al. 1942, Normanha et al. 1946, Silberschmidt et Campos 1944). Cette maladie semble curieusement disparaître des zones infestées au bout de deux ou trois ans de culture (Costa et Kitajima 1972).

Le second type a été baptisé "type Pernambuco", du nom de l'état brésilien où il a été reconnu.

Le troisième type, ou "type Santa Barbara", a été observé près de cette ville dans l'Etat de Sao Paulo en 1959 (Costa et al. 1970).

Une autre maladie du Manioc, associée à la présence de mycoplasmes, a été décrite près de Tapachula, au Mexique (Kitajima et al. 1972) et au Vénézuéla (Lopez-Navas 1952).

Enfin, une maladie de type balai-de-sorcière a été décelée en Côte d'Ivoire, en infestation simultanée avec la Mosaïque Africaine du Manioc (Dubern 1972). Plusieurs auteurs ont cité ce symptôme de balai-de-sorcière dans leurs descriptions de la Mosaïque Africaine du Manioc ; dans diverses zones du continent africain. Il est possible qu'ils n'aient pas su distinguer les manifestations propres de la Mosaïque Africaine, des manifestations dues à un autre type d'agent pathogène.

3. Symptomatologie

Les différentes plantes malades sont caractérisées par leur taille réduite, des entrenœuds courts, la levée de dormance des bourgeons axillaires, des feuilles naines et parfois réduites à leurs nervures, et un éclaircissement des nervures. L'aspect général est celui d'un balai-de-sorcière plus ou moins prononcé suivant le type de la maladie.

Le syndrome de balai-de-sorcière est très accusé en Côte d'Ivoire sur certaines variétés locales (Agba Baoulé), moins sur d'autres.

Au Brésil, il est aussi très fort sur le "vieux type". Dans le "type Pernambuco", le symptôme de prolifération est moins accentués alors que la jaunisse est assez prononcée. Dans le type "Santa Barbara", le nanisme est peu important et certaines branches ont même une croissance supérieure à la normale. Dans tous les types brésiliens, les lobes des feuilles malades sont plus larges, donnant un aspect différent à la plante (Coasta et Kitajima 1972).

4. Pertes

En Afrique, celles-ci sont difficiles à chiffrer car la maladie apparait souvent en surimpression avec la mosaïque Africaine. Au Brésil, elles sont peu importantes car la maladie est rare. Cependant, chaque plant atteint produit des racines nombreuses mais très petites et sans valeur commerciale (Costa et Kitajima 1972). Sur les plants atteints la réduction de la production est d'environ 80 % (Costa et al. 1970 ; Normanha et al. 1946).

5. Transmission

Aucun vecteur naturel n'a encore pu être identifié. Plusieurs espèces de Mouches Blanches et de Cicadelles ont été utilisées sans succès pour tenter de transmettre la maladie.

La transmission positive de la maladie a été effectuée par greffe de tige et greffe d'oeil. Mais contrairement aux maladies de type mosaïque, la greffe d'oeil prélevé sur des parties âgées donne des résultats négatifs, alors que la greffe de parties en pleine croissance permet la transmission de la maladie (Costa et al. 1970, Kitajima et Costa 1971, Costa et Kitajima 1972).

6. Plantes hôtes

En Côte d'Ivoire, un agent pathogène de type mycoplasme a été transmis de Manioc à *Capsicum sp.* (Dubern 1972).

Au Brésil, plusieurs variétés de *Manihot utilissima* et de *M. glaziovii* semblent atteintes (Costa et al. 1970, Kitajima et Costa 1971). Aucune transmission, vers d'autres genres que *Manihot*, n'a été mentionnée.

7. Propriétés de l'agent pathogène

Les différentes observations menées tant sur le plan pathologique que sur le plan de l'ultramicroscopie conduisent à associer cette maladie avec des particules de type mycoplasme (Costa et al. 1970, Kitajima et Costa 1971). Ces particules ne peuvent être distinguées pour chaque type de maladie (Kitajima et Costa 1973).

8. Contrôle sanitaire

Des variétés résitantes ont été observées (Costa et Normanha 1949), (Normanha et Costa 1950) (Costa et al. 1970, Kitajima et Costa 1971). Nous avons de même noté que cette maladie ne semblait affecter que certaines variétés locales en Côte d'Ivoire.

La destruction des plants malades alliée à l'utilisation de variétés résistantes semblent la meilleure formule de lutte.

La thermothérapie de boutures malades a donné de bons résultats. Le "type Pernambuco" a été éliminé par traitement des boutures dans l'eau chaude à 50°C pendant une heure et demie, ou en les gardant pendant une semaine à 38°C dans l'air. Cependant, cette thermothérapie ne peut être menée sur une grande échelle car beaucoup de boutures meurent (Costa et Kitajima 1972). Les traitements par des tétracyclines n'ont pas encore été effectués à grande échelle. Quelques herbicides hormonaux systémiques ont été essayés sans succès (Costa et Kitajima 1972).

VII - LA MALADIE DE L'ALLONGEMENT DES ENTRENOEUDS DU MANIOC

1 - Appellation

"Superelongation" Disease of Cassava (Lozano et Booth 1973)

Cryptogramme : */* */* E/E S/*

2 - Distribution géographique

Cette maladie a été récemment décrite en 1973, en Amérique du Sud, en Colombie, par Lozano et Booth.

3 - Symptomatologie

Les plants atteints sont caractéristiques ; les entrenoeuds sont d'une longueur exagérée ; les pétioles des jeunes feuilles et les nervures sont fréquemment tordus et déformés. Des tumeurs sont souvent observées sur les tiges les plus jeunes et les moins lignifiées.

4 - Pertes

Aucune estimation des dégâts n'a été rapportée dans la littérature.

5 - Transmission

Seule la transmission par bouturage a été constatée (Lozano 1972).

6 - Plantes hôtes

La liste des plantes hôtes n'a pas encore été établie. La maladie n'a été observée que sur *Manihot utilissima*.

7 - Propriétés de l'agent pathogène

Des préparations rapides de microscopie électronique montre des particules de type viral très allongées, flexueuses et qui semblent associées à la maladie (Lozano 1972).

8 - Contrôle sanitaire

Aucun contrôle n'est actuellement effectué. Plusieurs variétés semblent résistantes à la maladie dans les champs (Lozano 1972).

CONCLUSION

Sept maladies à virus et à mycoplasmes affectent actuellement, à notre connaissance, le Manioc. Quatre (la Mosaïque Commune, la Mosaïque des Nervures, le Virus Latent et la Maladie de l'Allongement des Entre-nœuds) semblent strictement localisées à l'Amérique latine. Une seule n'a été retrouvée qu'en Afrique : la Maladie des Striures Brunes. Une seule a été observée sur les continents américain et africain : la Maladie des Balais-de-Sorcière. Une seule a été notée à la fois sur les continents africain et asiatique : la Mosaïque Africaine.

Il est extrêmement curieux que les quatre maladies à virus, observées en Amérique latine, ne se retrouvent sur aucun autre continent et que ces maladies n'aient pas été introduites à la faveur des importations de boutures. En effet le Manioc, culture multipliée uniquement par bouturage, a pour aire géographique d'origine le continent américain et a été introduit en Afrique par les navigateurs portugais et espagnols. La transmission essentiellement mécanique de ces maladies et l'absence de vecteurs naturels présents en nombre important pourraient peut-être expliquer ces faits.

L'étude historique de la culture du Manioc confirme, d'une part, que les champs de Manioc étaient indemnes de maladies dans les premières décennies de la culture, et, d'autre part, que les premières manifestations de maladie ont été observées sur la bordure Est du continent africain, puis qu'elles se sont étendues peu à peu vers l'Afrique Centrale, puis Australe et Occidentale.

La Mosaïque Africaine, tout comme la Maladie des Striures Brunes, semblent donc une "maladie d'apport" au Manioc, une maladie dont le Manioc est devenu un terrain de prédilection.

Une voie d'étude de la Mosaïque Africaine du Manioc pourrait donc être la recherche systématique des maladies ayant les caractéristiques suivantes :

- transmission par *Bemisia tabaci*,
- absence de transmission mécanique (seulement probable),
- agent pathogène n'ayant pu être facilement identifié en microscopie électronique,
- localisation sur la bordure Est de l'Afrique.

TABLEAU SYNOPTIQUE DES MALADIES A V

Maladies Propriétés	Mosaïque (Cassava mosaic disease)	Mosaïque Commune (Cassava common mosaic virus)	Maladies des Striures Brunes (Cassava brown streak virus)
CRYPTOGRAMME	*/* : /*/* : /*/* : S/A1	R/*: */5: E/E: S/*	*/*: /*/*: E/E : S/*
DISTRIBUTION	Afrique, Asie, Madagascar	Amérique Latine	Afrique Orientale
SYMPTOMES	Mosaïque, déformation Enations	Mosaïque Déformation	Chlorose foliaire Nécroses des racines
PERTES	20 à 90 %	10 à 60 %	Fortes ; inestimable ca avec Mosaïque
TRANSMISSION			
mécanique	non	oui, très aisée	oui
par vecteur	<i>Bemisia tabaci</i>	aucun connu	aucun connu
par graine	non	non	?
PLANTES HOTES	<i>Manihot</i> spp. <i>Cucumis</i> sp. ?	<i>Manihot</i> spp. <i>Euphorbia prunifolia</i> <i>Chenopodium</i> sp. <i>Gossypium hirsutum</i> <i>Gomphrena globosa</i> <i>Amaranthus</i> sp. <i>Datura stramonium</i> <i>Malva parviflora</i> <i>Ricinus communis</i>	<i>Manihot</i> spp. <i>Petunia hybrida</i> <i>Nicotiana rustica</i> <i>N. glutinosa</i> <i>N. tabacum</i> <i>Datura stram.</i>
MORPHOLOGIE	?	495 nm x 15 nm	600 nm x ?
PROPRIETES BILLOGIQUES			
dilution limite	?	10^{-5} à 10^{-6}	10^{-3}
thermo-inactivation	?	10 mn à 70°C 128 j. à 20°C	10 mn à 50°C 24 h. à 20°C
SEROLOGIE	?	T = 1/4096 Aucune liaison avec PVX.	?
MODE DE LUTTE	var. tolérantes pas de var. résistantes thermothérapie culture de cellules	éradication des plants malades	éradication des plants malades

ET A MYCOPLASMES DU MANIOC.

Mosaïque des nervures Cassava vein mosaic virus)	Virus latent (Cassava latent virus)	Maladie des balais-de- sorcière (Cassava witches broom disease)	Maladie de l'allonge- ment des entrenoeuds (Cassava superelonga- tion disease)
/: */*: S/S: S/*	*/*: */*: E/E:S/*	Micro-organismes de type mycoplasme	*/*: */*: E/E: S/*
Amérique Latine	Amérique Latine	Amérique, Afrique,Asie	Amérique Latine
Enroulement, éclair- cissement des nervures	aucun	Balais-de-sorcière	Feuilles tordues Entrenoeuds très longs
pas d'importance économique	nulles	80 %	?
oui, difficile	?	non	?
?	?	?	?
?	?	?	?
<i>Manihot spp.</i> <i>Datura stramonium</i>	<i>Manihot spp.</i>	<i>Manihot spp.</i> <i>Capsicum sp. ?</i>	<i>Manihot spp.</i>
∅ 40 à 50 nm	280-300 nm x 80 nm	mycoplasme	virus filamenteux
?	?	?	?
?	?	?	?
?	?	?	?
pas de prémunition avec le virus de la mosaïque du Choufleur			
radication; pas étudiée car pas d'importance économique	?	var. résistantes thermothérapie	? var. résistantes

BIBLIOGRAPHIE

- ALAGIANAGALINGAM M.N. and RAMAKRISHNAN K., 1966.- Cassava Mosaic in India. S. Indian Hort., 14 (1-4), 71-72.
- ANONYM, 1972. Annual Report 1971, Cali, Columbia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 120 pp.
- BECK B. D. A., 1971.- The breeding goals in a cassava breeding program in West Africa. Lagos, Nigeria, The Ford Foundation. 5 p. .
- BOURIQUET G., 1932.- Les maladies du Manioc à Madagascar. Rev. Pathol. Vég. et Ent. Agric. XIX, 8, 9, 10, p. 290-297.
- BRIARLEY P. 1945. Viruses described primarily on ornamental or miscellaneous plants. Pl. Dis. Report., Suppl. 158, p. 168-200.
- CHANT S.R., 1958.- Studies on the transmission of Cassava Mosaic Virus by *Bemisia* sp. (Aleyrodidae). Ann. app. Biol. 46, p. 210-215.
- CHANT S.R., 1959.- A note on the inactivation of Mosaic Virus in Cassave (*Manihot utilissima* Pohl.) by heat treatment. Emp. J. Exp. Agric. 27, p. 55-58.
- COSTA A.S., 1940.- Observacoes sobre o mosaico comun e mosaico das nervuras da mandioca (*Manihot utilissima* Pohl.). J. Agron., Piracicaba 3, p. 239-248.
- COSTA A.S. and KITAJIMA E.W., 1972.- Cassava Commun Mosaic Virus. C.M.I./A.A.B. Descriptions of Plant Viruses. N° 90.
- COSTA A.S. and KITAJIMA E.W., 1972.- Studies on virus and mycoplasma diseases of the cassava plants in Brazil. Cassava Mosaic Workshop. International Institute of Tropical Agriculture. Ibadan, Nigeria. p. 18-36.
- COSTA A.S., KITAJIMA E.W., PEREIRA A.S., SILVA J.R. and CARVLHO DIAZ C.A., 1970.- Molestias de virus e de micropasma da mandioca no estado de Sao Paulo. Bol. Secr. Agric. Ind. e Co., Sao Paulo. 18 pp.
- COSTA A.S. and NORMANHA E.S., 1939. Nota sobre o tratamento de manivas de mandioca (*Manihot utilissima* Pohl.) em agua aquecida a diversas temperaturas. Rev. Agric., Piracicaba 14, p. 227-230.
- DOKU E.V., 1965. Breeding for yield in cassava. I : Indices of yield. Ghana J. of Sci., 5., p. 42-59.
- DOUGHTY L.R., GOURNAY D.W. and JENNINGS D.L., 1954.- Annual Report East African Agriculture and Forestry Research Organization, 1953-1954, pp. 95.
- DOUGHTY L.R., JENNINGS D.L. and GOURNAY D.W., 1956.- Annual Report East African Agriculture and Forestry Research Organization, 1955-1956. 36-39.
- DOUGHTY L.R., JENNINGS D.L. and GOURNAY D.W., 1957.- Annual Report East African Agriculture and Forestry Research Organization, 1956-1957, pp. 114.

- DUBERN J., 1972.- A contribution to the study of African Cassava Mosaic Disease. Cassava Mosaic Workshop. International Institute of Tropical Agriculture. Ibadan, Nigeria, p. 13-17.
- DUBERN J., 1973. Transmission of an infectious agent related with the African Cassava Mosaic Disease to *Capsicum annuum* and *C. frutescens*. 2nd International Congress of Plant Pathology. Minneapolis sept. 5-12. 1973. Abstracts of Papers 0247.
- GIBBS A.J. 1968. Plant Virus Names. Phytopathological Papers n°9. Appendix III : cryptograms.
- GOLATO C. 1971. Virosi della Manioca in Ghana. Riv. Agric. subtrop. 45 (7-9), 281-286.
- GONCALVES R.D., NORMANHA E.S. and BOOCK O.J. 1942. O superbrotamento ou envassouramento da mandioca. Bol. Secr. Agr. Ind. e Com., Sao Paulo. p. 1-8.
- HAHN S.K. and HOWLAND A.K. 1972.- Breeding for resistance to Cassava Mosaic. Cassava Mosaic Workshop. International Institute of Tropical Agriculture. Ibadan, Nigeria. p. 37-39.
- JENNINGS D.L. 1960a.- Observations on virus diseases of cassava in resistant and susceptible varieties. I. Mosaic Disease. Empire Jour. of Exper. Agric. 28., p. 23-34.
- JENNINGS D.L. 1960b. Observations on virus diseases of cassava in resistant and susceptible varieties. II. Brown Streat disease. Empire Jour. of Exper. Agric. 28. p. 261-270.
- JENNINGS D.L. 1972. Breeding for resistance to cassava viruses in East Africa. Cassava Mosaic Workshop. International Institute of Tropical Agriculture. Ibadan, Nigeria., p. 40-42.
- KARTHA K. K., GAMBERG O. L., CONSTABEL F. and SHYLUK J.P.. 1974. Regeneration of Cassava plants from apical meristems. Plant Science Letters 2. p. 107-113.
- KITAJIMA E. W. and COSTA A.S. 1964. Elongated particles found associated with cassava brown streak. E. Afr. agric. For. J. 30. p. 28-30.
- KITAJIMA E.W. and COSTA A.S. 1966a. Microscopia electronica de tecidos foliares de mandioca infectados pelo virus do mosaico comun da mandioca. Bragantia 25. p. XXIII-XXVIII.
- KITAJIMA E.W. and COSTA A.S. 1966b. Particulas esferoidas associadas do virus do mosaico das nervuras da mandioca. Bragantia 25. p. 211-222.
- KITAJIMA E.W. and COSTA A.S. 1971. Corpusculos do tipo micoplasma associados a diveisas molestias de plantas, do grupo amarelo, no estado de Sao Paulo. Ciencia e Cultura 23. p. 285-291.
- KITAJIMA E.W. and COSTA A.S. 1973.- Morphology of virus and mycoplasma that infect cassava in the American Contient, and the ultrastructure of diseased tissues. 2nd International Congress of Plant Pathology. Minneapolis sept. 5-12, 1973. Abstracts of Papers 0927.

- KITAJIMA E.W., NORMANHA E.S. and COSTA A.S. 1972. Corpusculos do tipo micoplasma associados a uma forma de superbrotamento da mandioca na regioao de Tapachula, Chiapas, Mexico. Ciencia e Cultura 24. P. 852-854.
- KITAJIMA E.W. , SILVA D. M., COSTA A.S. and CARVALHO A.M.B. 1963.- Morfologia do virus do mosaico comum da mandioca. Papers presented at the WV Annual Meeting of the SBPC, Campinas, 1963.
- KITAJIMA E.W., WETTER C., OLIVEIRA A.R., SILVA D.M. and COSTA A.S. 1965. Morfologia do virus do mosaico comum da mandioca. Bragantia 24. p. 247-260.
- LEFEVRE P. 1935. Quelques considérations sur la mosaïque du Manioc. Bull. Agric. Congo Belge 26. p. 442-447.
- LISTER R.M., 1959.- Mechanical transmission of cassava brown streak virus. Nature 183. p. 1588-1589.
- LOPEZ-NAVAS J.T., 1952.- Algo sobre el cultivo de la Yuca en Venezuela. Agricultura venezuel. 17, 14-16.
- LOZANO J.C. , 1972.- Status of virus and mycoplasma like-diseases of cassava. Cassava Mosaic Workshop. International Institute of Tropical Agriculture. Ibadan, Nigeria. p. 2-12.
- MENON M.R. and RAYCHAUDHRURI S.P., 1970. Cucumber : a herbaceous host of cassava mosaic virus. Plant Dis. Repr. 54. p. 34-35.
- NICHOLS R.F. W., 1947. Plant Pathology. Report for 1946. North Rhodesia. Report East African Agricultural Research Institute, Amani, 1946, p. 13-15.
- NICHOLS R.F.W., 1950a.- The brown streak disease of cassava. Distribution, climatic effects and diagnostic symptoms. Afr. agric. For.J. 15. p. 154-160.
- NICHOLS R.F.W., 1950b. Ann. Rep. E. Afr. agric. For. Res. Org. 1949. Nairobi. 44 pp.
- NORMANHA E.S., BOOK O.J. and CASTRO J.B. de 1946. Observacoes de campo como contribuicao oa estudo do superbrotamento ou envassouramento da mandioca. Rev. Agric., Piracicaba 21.
- NORMANHA E.S. and PEREIRA A.S., 1950.- Aspectos agronômicos da cultura da Mandioca (*Manihot utilissima* Pohl.). Bragantia 10 (7), 179-202.
- PLAVSIC-BANJAC B. and MARAMOROSCH K. 1973. Cassava Mosaic Virus. American Phytopathological Society. Abstracts of the Thirty-second annual meeting of the Northeastern Division. Phytopathology, 63 (2). p. 199-210.
- ROSETTO C.J. 1970. Principais pragas da mandioca no Estado de Sao Paulo. Paper presented at a Cassava Meeting held at Assis, S.P., Sept. 17, 1970.
- SILBERSCHMIDT K., 1938.- O mosaico da Mandioca. Biologico, IV, 6, p. 177-181.
- SILBERSCHMIDT K. and CAMPOS A.R., 1944.- Estudos relativos a doenca superbrotamenta ou envassouramento da mandioca. Arq. Inst. Biol. Sao Paulo 15. p. 1-26.

- SILVA D.M., 1962. Obtenção de antissoro contra o vírus do mosaico da mandioca. Bragantia 21. XCIX-CII.
- SILVA D.M., KITAJIMA E.W. and OLIVEIRA A.R. 1963. Obtenção do vírus da mandioca purificado. Ciencia e Cultura 15. p. 304.
- STOREY H.H., 1936. Virus diseases of East African plants. VI. Rep. E. Afr. agric. Res. Sta., 1935-1936. p. 11-14.
- STOREY H.H., 1938. Plant Pathology. Rep. E. Afr. agric. Res. Sta. 1936-1937.
- STOREY H.H., 1941. Plant Pathology. Rep. E. Afr. agric. Res. Sta. 1940 p. 7-8.
- STOREY H.H. and NICHOLS R.F.W., 1938. Studies on the mosaic disease of cassava. Ann. appl. Biol. 25. p. 790-806.
- VARMA, P.M., 1963. Transmission of plant viruses by whiteflies. Nat. Inst. Sci. India Bull. 24. p. 11-33/
- WARBURG O., 1894. Die Kulturpflanzen Usambaras. Mitt. dtsh. Schutzgab. 7, p. 131.
- WOLFF F.A. , 1949. Notes on Venezuelan fungi. Lloydia 12 (4), 208-219.