

# Perte de rendement de l'igname infectée par le virus de la mosaïque en Côte-d'Ivoire

J.-C. THOUVENEL (1), R. DUMONT (2)

**RÉSUMÉ** — Le virus de la mosaïque de l'igname (*yam mosaic virus*, YMV), appartenant au groupe des potyvirus, est responsable de la principale maladie de l'igname (*Dioscorea* spp.). La virose existe principalement en Afrique et dans les Caraïbes. Il n'y avait, jusqu'à présent, que peu de données relatives à l'influence de cette maladie sur le rendement en raison des difficultés que présente le diagnostic de la maladie. L'utilisation des tests immuno-enzymatiques (méthode ELISA) permettant de reconnaître les plants sains, il a été possible d'obtenir une approximation des pertes que provoque cette maladie. Dans les mêmes conditions culturales, les plants sains d'igname de l'espèce *Dioscorea alata* cv. Florido produisent environ 25 % de plus que les plants malades. La maladie n'affecte cependant pas le nombre de tubercules produits. Un plus fort pourcentage d'infection est constaté dans les tubercules de petite taille, dont la sélection comme matériel de plantation entraîne donc une augmentation du nombre de plantes malades. Par ailleurs, la contamination extérieure durant le cycle cultural s'est révélée relativement faible par rapport au taux d'infection du matériel de plantation. Ces observations permettent d'envisager une éradication de la mosaïque de l'igname par une sélection stricte du matériel de plantation.

**Mots clés** : igname, *Dioscorea alata*, méthode ELISA, épidémiologie, mosaïque de l'igname, virus, rendement, Côte-d'Ivoire.

L'Afrique produit environ 95 % de la récolte mondiale d'ignames. La principale zone de culture s'étend de la Côte-d'Ivoire jusqu'au Cameroun. Ces dernières années, en Côte-d'Ivoire, il y a eu une augmentation considérable de la production, qui représente maintenant 10 % de la production mondiale. La consommation d'igname y est la plus importante, avec 400 kilos par habitant et par année. La production se partage entre deux espèces, *Dioscorea alata* (60 %), qui est essentiellement consommée par les producteurs, et *D. cayenensis-rotundata* (40 %), plutôt cultivée dans un but commercial. Traditionnellement, le centre et le nord-est de la Côte-d'Ivoire sont les principales zones de culture. Ces dix dernières années, cependant, le sud-ouest et le sud-est du pays ont sensiblement augmenté leur production.

Plusieurs obstacles s'opposent actuellement à l'intégration de l'igname dans un système moderne d'agriculture, parmi lesquels on relève les maladies cryptogamiques

(anthracnose en particulier) et les viroses (mosaïque de l'igname surtout). A elles seules, ces deux causes semblent provoquer d'importantes chutes de rendement.

La mosaïque de l'igname apparaît, en fait, comme un problème majeur, et le complexe *D. cayenensis-rotundata* y est particulièrement sensible. Le laboratoire de phytovirologie de l'Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération (ORSTOM) d'Adiopodoumé (près d'Abidjan, dans le sud de la Côte-d'Ivoire) a été le premier à identifier et à caractériser l'agent causal, le virus de la mosaïque de l'igname (*yam mosaic virus*, YMV). C'est un virus filamenteux de 750 nm de longueur, transmis par les pucerons sur le mode non persistant, qui est relié sérologiquement au groupe des potyvirus (THOUVENEL et FAUQUET, 1977, 1979).

Le virus a été purifié et un antisérum spécifique préparé. Différentes prospections ont permis de montrer que l'aire de distribution est très grande et ne se limite pas à l'Afrique (MOHAMED et TERRY, 1979 ; RECKHAUS, 1979) puisque des plants d'igname virosés ont été diagnostiqués dans les Caraïbes (MARCHOUX *et al.*, 1979) ainsi que dans le Pacifique (THOUVENEL et FAUQUET, 1986).

Au cours de nombreuses prospections que nous avons effectuées ces quinze dernières années, aucune autre maladie à virus, ou à mycoplasme, n'a paru avoir une prévalence comparable en Côte-d'Ivoire et dans les contrées avoisinantes (THOUVENEL et FAUQUET, 1986).

A la suite de la mise au point d'une méthode de diagnostic de la maladie par immuno-enzymologie, des études épidémiologiques ont été récemment entreprises en Côte-d'Ivoire (THOUVENEL et FAUQUET, 1980, 1982). Les premiers résultats de cette étude sont présentés dans cet article.

## Matériel et méthode

L'igname utilisée dans ces essais est la variété Florido de l'espèce *D. alata*, très largement cultivée dans le centre de la Côte-d'Ivoire, et généralement considérée comme tolérante à la mosaïque de l'igname par les agronomes et les développeurs.

Les essais ont été effectués à Adiopodoumé, au sud de la Côte-d'Ivoire, en région forestière, et à Bouaké, au centre de

(1) ORSTOM, laboratoire de phytovirologie, 01 BP V51, Abidjan, Côte-d'Ivoire.

(2) IDESSA-CIRAD, BP 635, Bouaké, Côte-d'Ivoire.

la Côte-d'Ivoire, en région de savane. Une partie du matériel initial de plantation provenait de Tiébissou, près de Bouaké, également situé en zone de savane.

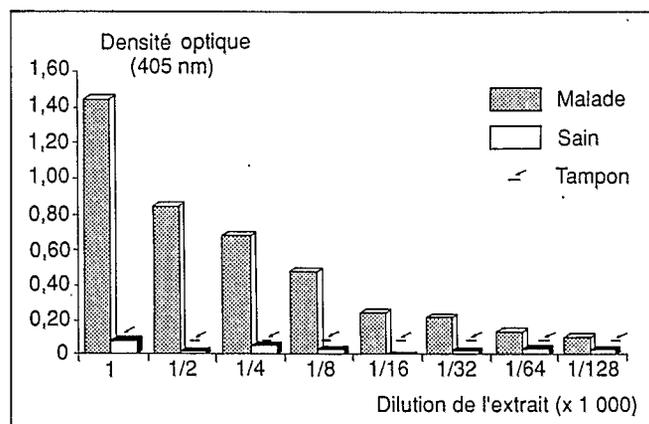
Les conditions expérimentales pour les essais au champ de 1987, à Bouaké, étaient : un dispositif en blocs de Fisher à huit répétitions, chaque bloc comportant deux rangées de 20 plantes.

Les conditions expérimentales pour les essais au champ de 1988, à Adiopodomé, étaient : une plantation en parcelles repérées d'après une numérotation aléatoire préalable, chaque bloc comportant au minimum 120 plantes.

Pour les analyses sérologiques, les tests immuno-enzymatiques (méthode ELISA, ou *enzyme-linked immunosorbent assay*) ont été choisis en raison de leur grande sensibilité d'une part, et, d'autre part, parce qu'ils permettent de tester les plants d'igname directement avec un extrait brut de feuilles, sans nécessiter une clarification préalable de l'extrait. Les globulines spécifiques ont été extraites d'un antiserum ayant un titre de 1/2 048 en test de micro-précipitation sous huile de paraffine, avec une réaction aspécifique en présence de protéines normales de plantes inférieure à 1/8. Une partie de ces globulines a été conjuguée à de la phosphatase alcaline (alkaline phosphatase, type VII, Sigma Chem. Co.) suivant la méthode décrite par CLARK et ADAMS (1977).

La technique du double sandwich a été utilisée dans toutes les expérimentations. Les tests préliminaires nous ont conduits à utiliser une concentration de couverture de 1 µg/ml, avec une dilution du conjugué de 1/2 000. Dans ces conditions, il ne se produit pas de réaction perceptible avec les extraits bruts de feuilles saines. Les valeurs de densité optique, mesurées à l'aide d'un spectrophotomètre Multiskan, ont été obtenues pour une série de dilutions de deux en deux effectuées à partir d'extrait brut de feuilles provenant de plantes saines et de plantes malades (figure).

Dans ces conditions quasi optimales, il est possible de détecter le virus dans les extraits bruts de feuille jusqu'à une dilution de 1/32 000.



Détermination de la sensibilité au virus de la mosaïque de l'igname par méthode ELISA en utilisant des extraits de feuilles saines et de feuilles malades dilués de deux en deux fois.

Les tests de diagnostic de routine ont été effectués avec des extraits bruts dilués dix et cent fois dans le tampon d'extraction phosphate-PBS (*phosphate buffer saline*), à pH 7,4, contenant 0,05 % de Tween 20, 2 % de polyvinylpyrrolidone (PVP) et 0,2 % d'ovalbumine.

## Résultats

### Essais au champ de 1987

#### Rendements après plantation de matériel sain et de matériel infecté

Le matériel de plantation utilisé à Bouaké avait deux origines :

- des semences de 250 g ont été fournis par la SODEFEL (Société de développement des fruits et légumes) de Tiébissou ;
- de petits tubercules de 250 g ont été sélectionnés dans une récolte effectuée à Bouaké.

Le taux de semences virosées a été déterminé de façon approximative par un diagnostic sérologique effectué sur un échantillonnage du matériel de plantation constitué d'un minimum de 100 tubercules. Les résultats figurent dans le tableau I.

A partir de ces résultats, un calcul simple permet de déterminer la différence de rendement obtenue entre plants sains et plants malades, qui est de l'ordre de 30 %. Compte tenu, cependant, du manque d'information sur les autres facteurs ayant pu intervenir en cours de culture, ainsi que d'un effet possible de l'origine de la semence, indépendant du niveau de contamination virale, ces résultats ne peuvent être qu'indicatifs.

Tableau I. Effet de la maladie sur le rendement. Résultats des essais au champ de 1987 à Bouaké pratiqués avec des semences de récoltes obtenues en 1986 à Bouaké et à Tiébissou.

Éléments de comparaison	Origine	
	Tiebissou	Bouaké
Nombre de plantes récoltées	312	311
Taux de plantes malades*	57,39 %	19,81 %
Rendement par parcelle (kg)	560,4	637,5
Rendement par plante (g)	1 793	2 048

\* Taux estimé sur échantillon avant plantation.

## Essais au champ de 1988

### Tubercules malades et taille des tubercules

A Adiopodoumé, les tubercules ont été sélectionnés en fonction de leur taille à partir de deux récoltes effectuées, l'une à Bouaké, l'autre à Tiébissou. Ils ont été rassemblés en deux catégories : les « grands », d'un poids minimal de 800 g, et les « petits », dont le poids maximal n'excédait pas 400 g. Pour des raisons matérielles interdisant d'effectuer un trop grand nombre de tests, les tubercules de taille intermédiaire n'ont pu être pris en compte. Le pourcentage de tubercules malades calculé pour chacune des deux catégories figure dans le tableau II.

Pour chacune des deux origines, le taux de maladie est significativement plus important chez les petits tubercules.

Tableau II. Relation entre la taille du tubercule et le taux de contamination. Résultats des essais au champ de 1988 à Adiopodoumé.

Éléments de comparaison	Origine	
	Tiébissou	Bouaké
Nombre de petits tubercules (poids < 400 g)	107	104
Taux de tubercules malades	83,20 %	52,90 %
Nombre de grands tubercules (Poids > 800 g)	94	93
Taux de tubercules malades	68,10 %	31,20 %

Significatif au seuil de 0,01.

### Effet de la maladie sur le rendement

Des échantillonnages d'au moins 100 tubercules, provenant des essais au champ de Bouaké et de Tiébissou, ont été plantés en pots, placés dans des serres à Adiopodoumé et maintenus à l'abri des insectes. Cette plantation a été effectuée soit avec le tubercule entier, si celui-ci était de petites

dimensions (poids maximal, 400 g), soit avec le fragment apical taillé à un poids d'environ 300 g.

Dès l'apparition des premières feuilles, les plantes ont été testées sérologiquement, puis elles ont été dépotées et replantées de façon aléatoire dans deux champs, le premier réservé aux plantes provenant des petits tubercules, le second aux plantes issues de fragments.

Les tubercules récoltés ont été comptés et pesés, plante par plante.

Le tableau III rassemble les résultats obtenus. Les études statistiques de comparaison des moyennes, avec des écarts-types sensiblement analogues pour chaque essai, ont été effectuées par le test *t* de Student-Fisher.

Il apparaît que les plantes malades montrent, suivant les lots, une diminution de rendement variant de 0,66 % (non significatif) à 27,30 % (hautement significatif). Il n'y a pas de différence significative (environ 300 plantes par classe) dans le nombre de tubercules produits par une plante saine, soit une moyenne de 1,99 tubercule, et celui produit par une plante malade, soit une moyenne de 1,96 tubercule.

Tableau IV. Augmentation de l'incidence de la maladie entre la plantation et la récolte, avec des semences de deux origines différentes.

Éléments de comparaison	Origine			
	Tiébissou		Bouaké	
	Plantation	Récolte	Plantation	Récolte
Nombre de plantes testées	188	179	279	264
Nombre de plantes malades	128	148	87	119
Taux de plantes malades	68 %	83 %	31 %	45 %

Tableau III. Pertes provoquées par la mosaïque de l'igname sur *D. alata* cv. Florido.

Taille des tubercules	Origine des semences	Nombre de plantes	Plantes malades (%)	Rendement moyen par plante (g)				Perte (%)	Test <i>t</i>
				Plante saine	Ecart-type	Plante malade	Ecart-type		
Petit	Tiébissou 1986	107	83	2 709	1 443	2 691	1 497	0,66	n.s.
Petit	Bouaké 1985	99	36	3 117	1 610	2 266	1 224	27,30	0,01**
Petit	Tiébissou 1985	92	63	2 745	1 781	2 615	1 378	4,74	n.s.
Petit	Bouaké 1986	104	53	2 047	1 609	1 865	1 188	8,89	n.s.
Fragment	Tiébissou 1986	94	68	3 179	1 846	2 470	1 500	22,30	0,05*
Fragment	Bouaké 1986	93	31	2 502	1 462	1 921	1 123	23,22	n.s.

n.s. : non significatif ; \* : significatif ; \*\* : hautement significatif.

### Pourcentages de plantes malades à la plantation et à la récolte

L'état sanitaire du matériel de plantation ayant été déterminé au moment de la plantation, il nous a semblé intéressant d'en faire un second bilan avant la récolte, par méthode ELISA. Le tableau IV rapporte les résultats obtenus.

Il apparaît que le pourcentage de plantes malades s'élève de 31 à 45 % pour les tubercules de Bouaké et de 68 à 83 % pour ceux de Tiébissou. L'incidence de la maladie augmente donc d'environ 15 %, ce qui peut être attribué à une contamination, en cours de culture, par les vecteurs aériens car le virus de la mosaïque de l'igname est également transmis par les pucerons. Il faut signaler que les plantes contaminées en cours de culture n'ont pas été prises en compte pour le calcul des pertes de rendement présenté au tableau III car la date exacte de leur contamination au cours du cycle de culture n'a pu être précisée. En tout état de cause, cette diminution qui n'affecte que le rendement des plantes saines ne change pas le résultat de l'expérience.

### Conclusion

Ces premiers résultats permettent d'aboutir à quelques conclusions.

La mosaïque de l'igname peut entraîner des pertes de rendement, atteignant 27 % chez la variété Florido (*D. alata*), bien que cette variété soit considérée comme tolérante à cette maladie. Ces résultats peuvent être rapprochés de ceux obtenus avec la variété White Lisbon (*D. alata*) à la Barbade, où le bénéfice estimé d'un traitement sanitaire est de l'ordre de 29 à 41 % (MANTELL et HAQUE, 1979).

Si la mosaïque n'affecte pas le nombre des tubercules produits par plant d'igname, elle en réduit cependant la taille. On constate un plus fort pourcentage de tubercules porteurs de mosaïque dans un nombre donné de tubercules de petite taille (< 400 g) que dans un nombre similaire de tubercules choisis parmi ceux de grande taille (> 800 g). Cette constatation a des implications directes dans le choix du matériel de plantation.

Le taux de transmission de la maladie par les vecteurs aériens (pucerons) est relativement faible durant la culture ; en conséquence, l'état sanitaire du matériel de plantation représente le facteur le plus important à prendre en compte pour une éradication complète de la maladie.

De nouvelles expérimentations sont actuellement menées pour déterminer les effets de l'environnement sur la dispersion de la maladie et sur son extension.

### Références bibliographiques

- CLARK M.F., ADAMS A.N., 1977. Characteristics of the microplate method of enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses. *J. Gen. Virol.*, 34 (3) : 475-483.
- MANTELL S.H., HAQUE S.Q., 1979. Disease-free yams: their production, maintenance and performance. Caribbean Agricultural Research and Development Institute, *Yam Virus Bull.*, 2, 22 p.
- MARCHOUX G., EDWIGE S., MIGLIORI A., 1979. Sur quelques propriétés biologiques du virus de la mosaïque de l'igname, *Dioscorea* sp., isolé en Guadeloupe. *Ann. Phytopathol.*, 8 : 73-78.
- MOHAMED N., TERRY E.R., 1979. Virus-like particles and cytoplasmic inclusions associated with diseased *Dioscorea rotundata* Poir from Nigeria. *Trop. Agric.*, 56 (2) : 175-178.
- RECKHAUS P., 1979. A virus disease of yam (*Dioscorea rotundata*) in Togo. *Z. Pflanzenkr. Pflanzenschutz*, 86 (12) : 763-766.
- THOUVENEL J.-C., FAUQUET C., 1977. Une mosaïque de l'igname (*Dioscorea cayenensis*) causée par un virus filamenteux en Côte-d'Ivoire. *C.R. Hebd. Séances Acad. Sci. Sér. D.*, 284 (19) : 1947-1949.
- THOUVENEL J.-C., FAUQUET C., 1979. Yam mosaic, a new potyvirus infecting *Dioscorea cayenensis* in the Ivory Coast. *Ann. Appl. Biol.*, 93 (3) : 279-283.
- THOUVENEL J.-C., FAUQUET C., 1980. Utilisation de la technique ELISA dans le diagnostic de la mosaïque de l'igname. Deuxième conférence internationale sur l'impact des maladies à virus sur le développement des pays africains et du Moyen-Orient. Nairobi, 2-6 décembre 1980.
- THOUVENEL J.-C., FAUQUET C., 1982. Problèmes virologiques de l'igname en Côte-d'Ivoire. In : *L'igname. Les colloques de l'INRA*, éd. L. Degras, p. 101-105.
- THOUVENEL J.-C., FAUQUET C., 1986. Yam mosaic virus. In : *Descriptions of plant viruses*. Commonwealth Mycological Institute, Association of Applied Biologists (CMI/AAB), n° 314.

Reçu le 19 juin 1989.  
Accepté le 27 décembre 1989.

### Summary

THOUVENEL J.-C., DUMONT R. – Yield decrease in yam infected with mosaic virus in Côte d'Ivoire.

The principal disease of yam (*Dioscorea* spp.) is caused by the yam mosaic virus (YMV) of the Potyvirus group. This virus disease occurs mainly in Africa and the Caribbean. So far, only a little data on the disease effect on yam yield was available due to the difficult diagnosis of the disease. By using enzyme immunoassays (ELISA tests) to recognise healthy plants, it is now possible to have an approximate evaluation of the losses caused by the disease. Grown under the same conditions, healthy yam plants of the *Dioscorea alata* species, cv. Florido, gave 25% higher yields than did diseased plants. Yet the disease did not affect the number of tubers produced. Small sized tubers showing higher disease incidence, the selection of these small tubers as planting material results in an increased number of infected plants. On the other hand, exterior infection during the crop cycle was found to be relatively low in comparison with the infection rate of the planting material. On the basis of these observations a strict selection of planting material can be envisaged to eradicate yam mosaic.

**Key words:** yam, *Dioscorea alata*, ELISA test, epidemiology, yam mosaic, virus, yield, Côte d'Ivoire.

### Resumen

THOUVENEL J.-C., DUMONT R. – Pérdida de rendimiento del ñame infectado por el virus del mosaico en Côte d'Ivoire.

El virus del mosaico del ñame (Yam mosaic virus, YMV), perteneciente al grupo de los Potivirus, es responsable de la principal enfermedad del ñame (*Dioscorea* spp). La enfermedad existe principalmente en África y en el Caribe. Hasta ahora, existían pocos datos relativos al impacto de esta enfermedad sobre el rendimiento, debido a las dificultades que presenta su diagnóstico. Gracias a la utilización de pruebas inmunoenzimáticas (pruebas ELISA) que permiten reconocer los plantones sanos, se ha podido realizar una valoración aproximada de las pérdidas provocadas por esta enfermedad. Los plantones sanos de ñame de la especie *Dioscorea alata* cv. Florido producen aproximadamente un 25 % más que los plantones enfermos en iguales condiciones de cultivo. La enfermedad no incide sin embargo en el número de tubérculos producidos. El porcentaje de infección es mayor en los tubérculos pequeños, por lo que la selección de éstos para material de plantación provoca un aumento del número de plantas enfermas. Por otro lado, se ha observado que la contaminación exterior durante el ciclo de cultivo es relativamente reducida con respecto al porcentaje de infección del material de plantación. Estas observaciones permiten prever una erradicación del mosaico del ñame mediante selección estricta del material de plantación.

**Palabras-clave :** ñame, *Dioscorea alata*, ELISA, epidemiología, mosaico del ñame, rendimiento, Côte d'Ivoire.