

# Virose du maïs et hôtes réservoirs en Afrique occidentale et centrale

Oumar Traoré, Gnissa Konaté

**P**armi les nombreux virus infectant le maïs (*Zea mays*) dans le monde, sept ont été rapportés en Afrique tropicale [1]. Il s'agit du virus de la striure du maïs (*Maize streak virus*, MSV), du virus de la rayure du maïs (*Maize stripe virus*, MStV), du virus de la mosaïque du maïs (*Maize mosaic virus*, MMV), du virus de la marbrure chlorotique du maïs (*Maize motile chlorotic stunt virus*, MMCSV), du virus des taches ocellées du maïs (*Maize eyespot virus*, MESV), du virus de la mosaïque nanisante du maïs (*Maize dwarf mosaic virus*, MDMV) et du virus de la mosaïque de l'herbe de Guinée (*Guinea grass mosaic virus*, GGMV). Le MSV reste de loin le plus important de ces virus en raison de sa distribution pantropicale et des dégâts survenus au cours d'épidémies dévastatrices de striure [2]. Le MMCSV présente une distribution assez large, mais son identification n'avait été réalisée que sur la base de l'observation de symptômes. Le MESV et le GGMV ont été signalés seulement en Côte d'Ivoire [3] ; les trois autres connus dans plusieurs régions du monde comme étant d'importants virus du maïs [3-6] ont été rapportés dans quelques pays africains [1]. Des épidémies causées par le MStV ont été signalées par ailleurs à Sao Tomé [7].

O. Traoré, G. Konaté : Institut d'études et de recherches agricoles, INERA, 01, BP 476, Ouagadougou 01, Burkina Faso, AUPELF-UREF, LAF n° 311.

Tirés à part : O. Traoré

Le présent article rapporte l'identification du MStV, du MMV et du MDMV ainsi que de leurs hôtes réservoirs dans quatre pays d'Afrique occidentale et centrale.

## Matériel et méthodes

### Collecte et conservation des échantillons de plantes

Les échantillons de plantes ont été collectés au cours de prospections effectuées au Burkina Faso, en Côte d'Ivoire, au Mali et au Cameroun dans des champs de maïs et de sorgho (*Sorghum bicolor*) ainsi que sur des graminées, sur la base de symptômes différents de ceux de la striure du maïs. Des feuilles ont été déposées dans des sachets en polyéthylène et conservées dans de la glace. Des plants entiers ont également été prélevés en pots lorsque cela était possible. Les échantillons collectés ont été acheminés au laboratoire de virologie de Kamboinsé (Burkina Faso) pour y être analysés.

### Identification sérologique des virus

La méthode Elisa [8, 9] a été appliquée en utilisant trois anticorps polyclonaux fournis par le Dr M. Peterschmitt (Laboratoire de Phytovirologie des régions chaudes, LPRC ; Montpellier, France) pour le MStV et le MMV et par le Dr G. Thottappilly (Institut international d'agriculture tropicale, IITA, Ibadan, Nigeria) pour le MDMV.

### Détection de la protéine non capsidiale (NCP) du MStV

La présence de la NCP a été testée dans les extraits d'échantillons présentant les symptômes de bandes chlorotiques susceptibles d'être attribués au MStV, en utilisant la méthode de Roca de Doyle *et al.* [10]. Les feuilles ont été broyées dans du tampon phosphate-citrate 0,01mole à pH 5,5 (2 ml de tampon/g de feuille) et les extraits filtrés ont été gardés toute la nuit à 4 °C. Ils ont été ensuite centrifugés à 12 000 grammes pendant 10 minutes et le culot a été mis en suspension dans du tampon phosphate-citrate 0,01mole à pH 7. Les débris cellulaires ont été éliminés par une deuxième centrifugation et de l'acide citrique 0,1 mole a été ajouté goutte à goutte au surnageant jusqu'à précipitation de la NCP (passage de l'aspect limpide de la solution à un aspect floconneux).

### Tests de transmission

- Inoculation mécanique : des extraits de feuilles préparés dans du tampon phosphate 0,1 mole à pH 7 contenant 2 % de mercaptoéthanol (inoculation du MMV et du MStV) ou du tampon phosphate 0,01 mole à pH 7,4 (inoculation du MDMV) ont été inoculés sur les feuilles de jeunes plants de maïs ou de sorgho âgés d'une à deux semaines.
- Transmission par insectes : *Peregrinus maidis* a été utilisé pour la transmission du MStV et du MMV [10] ; la transmis-

sion du MDMV a été réalisée par *Rhopalosiphum maidis* [11].

## Microscopie électronique

La méthode de dépôt des extraits bruts de feuilles sur les grilles de microscopie électronique « leaf dip » avec coloration négative a été utilisée [12].

## Résultats

### Symptômes

Trois principaux types de symptômes ont été observés lors des prospections chez le maïs, le sorgho ou chez les Poacées sauvages. Un premier type comporte des bandes chlorotiques parallèles plus ou moins larges le long des nervures avec, le plus souvent, une courbure apicale des tiges vers le bas (photo 1). Dans certains cas, les feuilles infectées étaient entièrement chlorotiques et les plants présentaient alors un important rabougrissement. Un autre type de symptômes était constitué de très fines lignes chlorotiques continues (photo 2) avec une croissance peu affectée. Les plants portant ces deux premiers types de symptômes abritaient généralement des larves ou des adultes de *P. maidis* dans les cornets foliaires. Un troisième type de symptômes se présentait sous forme de mosaïque verte (photo 3), parfois diffuse et difficile à observer chez le maïs.

### Identification du virus de la rayure du maïs (*Maize stripe tenuivirus*)

Le tableau 1 présente les résultats de la détection de la protéine non capsidiale (NCP), des tests sérologiques et des transmissions à partir des échantillons de plantes portant les symptômes de bandes chlorotiques. La NCP a pu être détectée dans tous les échantillons excepté chez *Panicum maximum*. Quant à la protéine capsidiale, elle a été détectée par Elisa dans vingt et un échantillons de plantes (dont le maïs, le sorgho et sept Poacées sauvages) mais pas chez *Brachiaria xantholeuca*, *Dactyloctenium aegyptium* et certains échantillons de *Digitaria horizontalis*, *Echinochloa colona* et *Pennisetum pedicellatum*. Les essais de transmission par *P. maidis*, à partir de maïs et de



Photo 1. Symptômes de bandes chlorotiques avec courbure apicale causés par le virus de la rayure du maïs (*Maize stripe virus*, MStV) chez le maïs.

Photo 1. Stripe and apical bending symptoms induced by *Maize stripe virus* (MStV) on maize.

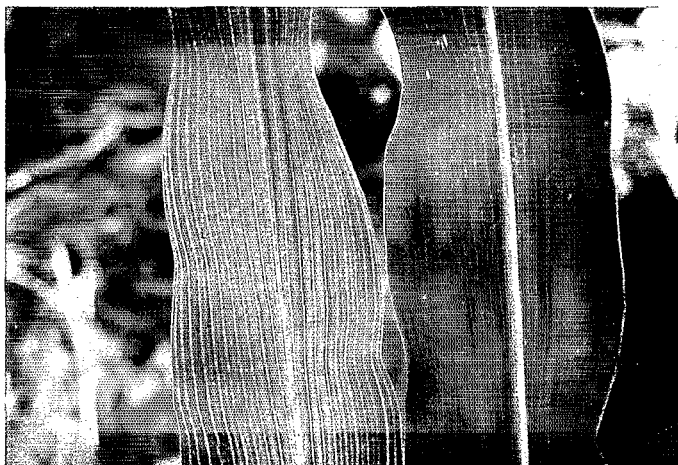


Photo 2. Symptômes de lignes chlorotiques fines causés par le virus de la mosaïque du maïs (*Maize mosaic virus*, MMV) chez le sorgho : feuille infectée à gauche ; feuille saine à droite.

Photo 2. Fine chlorotic lines induced by *maize mosaic virus* (MMV) on sorghum : infected leaf (left) and healthy leaf (right).



Photo 3. Symptômes de mosaïque causés par le virus de la mosaïque nanisante du maïs (*Maize dwarf mosaic virus*, MDMV) chez le maïs : feuille infectée à droite ; feuille saine à gauche.

Photo 3. Mosaic symptoms induced by *maize dwarf mosaic virus* (MDMV) on maize : infected leaf (right) and healthy leaf (left).

*Rottboellia exaltata*, ont reproduit chez le maïs les symptômes de bandes chlorotiques, les essais de transmission par vec-

teurs à partir d'autres sources ainsi que les tests d'inoculation mécanique étant demeurés négatifs.

Tableau 1

Précipitation de la protéine non capsidiale (NCP) et détection du virus de la rayure du maïs (MStV) par la méthode Elisa dans des extraits de feuilles de maïs, sorgho et Poacées sauvages

Espèces de plantes	Origine*	Précipitation de la NCP**	Elisa**	Transmission par vecteur**
<i>Zea mays</i>	Yaoundé/C	+	+	+
	Abidjan/CI	+	+	NT
	Cécéti/CI	NT	+	NT
	M'Bé/CI	+	+	NT
	Sinématiali/CI	+	+	NT
	Péni/BF	+	+	+
<i>Rottboellia exaltata</i>	Kamboinsé/BF	+	+	+
	N'Tui/C	+	+	NT
	Cécéti/CI	+	+	NT
	Péni/BF	+	+	+
<i>Setaria barbata</i>	Sabou/BF	+	+	+
	Foumbot/C	NT	+	NT
	Ferkéssédougou/CI	NT	+	NT
<i>Setaria pallide fusca</i>	Léraba/BF	+	+	-
	Kamboinsé/BF	+	+	-
<i>Setaria verticillata</i>	Ouagadougou/BF	+	+	-
<i>Sorghum bicolor</i>	Ouagadougou/BF	+	+	-
<i>Brachiaria xantholeuca</i>	Kamboinsé/BF	+	-	-
<i>Echinochloa colona</i>	Kamboinsé/BF	+	+	-
	Kamboinsé/BF	+	-	NT
<i>Pennisetum pedicellatum</i>	Bérégadougou/BF	+	+	-
	Bérégadougou/BF	+	-	-
	Niangoloko/BF	+	+	-
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	Kamboinsé/BF	+	-	NT
<i>Digitaria horizontalis</i>	Kamboinsé/BF	+	+	-
	Kamboinsé/BF	+	-	NT
<i>Panicum maximum</i>	Ebolowa/C	-	-	NT
	Yaoundé/C	-	-	NT

\* Localité/pays : BF, Burkina Faso ; C, Cameroun ; CI, Côte d'Ivoire.

\*\* + = résultat positif ; - = résultat négatif ; NT = non testé.

Non-coat protein (NCP) precipitation and maize stripe virus (MStV) detection in maize, sorghum and weed leaf extracts

### Identification du virus de la mosaïque du maïs (*Maize mosaic nucleorhabdovirus*)

Les résultats de l'analyse sérologique des échantillons portant des lignes chlorotiques fines et continues sont consignés dans le tableau 2. L'anticorps anti-MMV a réagi positivement avec tous les échantillons testés : maïs, sorgho cultivé, sorgho sauvage et *B. xantholeuca*. *P. maidis* a transmis le virus à partir de sorgho en reproduisant les symptômes (tableau 2). En revanche, l'inoculation de plantes test avec des extraits de feuilles infectées a fourni des résultats négatifs. L'observation microscopique des préparations de feuilles infectées (photo 4) a révélé la présence de particules bacilliformes de type rhabdovirus.

### Identification du virus de la mosaïque nanisante du maïs (*Maize dwarf mosaic potyvirus*)

Le tableau 3 présente les résultats de l'analyse sérologique ainsi que des transmissions à partir des échantillons présentant des symptômes de mosaïque. L'anticorps dirigé contre le MDMV a réagi positivement avec les extraits de maïs, sorgho, mil (*Pennisetum glaucum*) et fonio (*Digitaria exilis*). Les réactions avec les extraits des différentes Poacées sauvages (surtout *R. exaltata*) ont également été positives à l'exception de *Sporobolus* sp. Le virus a été transmis au maïs par inoculation mécanique et par le vecteur *R. maidis* (tableau 3).

## Distribution géographique et fréquence des virus

Lors des prospections, des symptômes causés par les différents virus ont été observés dans l'ensemble des pays concernés, mais avec des fréquences faibles, inférieures à 2 % en moyenne. Toutefois, au Cameroun, des taux de 6, 16 et 18 %, respectivement pour le MMV, le MDMV et le MStV, ont été observés dans certains champs.

## Discussion

Le virus de la rayure du maïs appartient au groupe des tenuivirus caractérisé par la production en grande quantité d'une protéine non capsidiale (NCP) de 16 à 18 kDa dans les plants infectés [13]. La détection de la NCP par précipitation en milieu acide dans les échantillons portant des bandes chlorotiques montre la présence d'un tenuivirus, groupe où seul le virus de la rayure du riz (*Rice stripe*

Tableau 2

Détection du virus de la mosaïque du maïs (MMV) par la méthode Elisa dans des extraits de feuilles de maïs, sorgho et Poacées sauvages

Espèces végétales	Origine*	Elisa**	Transmission par vecteur**
<i>Zea mays</i>	N'koemvone/C	+	NT
	Yaokro/CI	+	NT
	Ouagadougou/BF	+	NT
<i>Sorghum bicolor</i>	Sougoula/M	+	NT
	Ouagadougou/BF	+	+
	Banzon/BF	+	+
	Niangoloko/BF	+	NT
	Karfiguéla/BF	+	NT
	Yendéré/BF	+	NT
	Diébougou/BF	+	NT
	Péni/BF	+	NT
	Sabou/BF	+	NT
Dindéresso/BF	+	NT	
<i>Sorghum</i> sp.	Ouessa/BF	+	NT
	Koudougou/BF	+	NT
<i>Sorghum</i> sp.	Minta/C	+	NT
<i>Brachiaria xantholeuca</i>	Banzon/BF	+	NT

\* Localité/pays : BF, Burkina Faso ; C, Cameroun ; CI, Côte d'Ivoire.

\*\* + = résultat positif ; - = résultat négatif ; NT = non testé.

Elisa detection of maize mosaic virus (MMV) in maize, sorghum and weed leaf extracts

## Tableau 3

Détection du virus de la mosaïque nanisante du maïs (MDMV) par la méthode Elisa dans des extraits de feuilles de maïs, sorgho et Poacées sauvages

Espèces végétales	Origine*	Elisa**	Transmission mécanique**
<i>Zea mays</i>	Mbo Plain/C	+	NT
	Sinématiali/CI	+	NT
	Sidéradougou/BF	+	+
	Loropéni/BF	+	+
	Léraba/BF	+	+
<i>Sorghum bicolor</i>	Sougoula/M	+	NT
	Ouagadougou/BF	+	+
	Gaoua/BF	+	+
	Sabou/BF	+	+
	Koumbia/BF	+	+
<i>Rottboellia exaltata</i>	N'Tui/C	+	NT
	Sinématiali/CI	+	NT
	Ferkéssédougou/CI	+	NT
	Kafono/M	+	NT
	Kamboinsé/BF	+	+
	Banfora/BF	+	+
<i>Paspalum scrobiculatum</i>	N'Kolbisson/C	+	NT
<i>Setaria barbata</i>	Yaoundé/C	+	NT
<i>Setaria</i> sp. 1	N'Koemvone/C	+	+
<i>Setaria</i> sp. 2	Vallée du Kou/BF	+	+
<i>Rhynchelytrum repens</i>	Mbo Plain/C	+	NT
<i>Digitaria horizontalis</i>	N'Kolbisson/C	+	+
<i>Digitaria exilis</i> ***	Kamboinsé/BF	+	+
<i>Digitaria</i> sp.	Soa/C	+	NT
<i>Cynodon dactylon</i>	Ouagadougou/BF	+	+
<i>Andropogon</i> sp.	Gaoua/BF	+	+
<i>Pennisetum glaucum</i> ***	Kamboinsé/BF	+	+
<i>Sporobolus</i> sp.	Bafoussam/C	-	NT

\* Localité/pays : BF, Burkina Faso ; C, Cameroun ; CI, Côte d'Ivoire.

\*\* + = résultat positif ; - = résultat négatif ; NT = non testé.

\*\*\* Hôte artificiel.

#### Elisa detection of maize dwarf mosaic virus (MDMV) in maize, sorghum and weed leaf extracts

*tenuivirus*, RStV) présente des relations sérologiques avec le MStV en ce qui concerne les protéines capsidiales. Ces deux virus se distinguent cependant par leurs vecteurs et leur écologie : le MStV est connu seulement dans les régions à climat tropical où sa transmission est assurée par *P. maidis* [5, 13, 14]. Les résultats positifs obtenus par la sérologie et la transmission montrent que les symptômes observés sont induits par un virus de type MStV. Les transmissions infructueuses par vecteur dans certains cas suggèrent une variabilité de ce virus. Celle-ci a pu être observée soit en raison de l'origine de *P. maidis*, soit en raison de l'incapacité de ce delphacide à trans-

mettre certains variants. Par ailleurs, la détection de la NCP en l'absence de détection de la capsidule du MStV chez certaines plantes pourrait s'expliquer par l'existence d'autres tenuivirus au Burkina Faso. En conditions naturelles, *P. maidis* a le plus souvent été observé chez *R. exaltata* où il se multipliait activement, ce qui confirme le rôle important d'hôte réservoir joué par cette plante [15].

Les symptômes de lignes chlorotiques fines et continues sont semblables au type « fine » du MMV [16]. Par ailleurs, il n'existe pas de relations sérologiques entre la protéine enveloppe du MMV et celle d'un autre virus connu. Aussi, les



Photo 4. Particules du virus de la mosaïque du maïs (MMV) observées en microscopie électronique (x 100 000).

Photo 4. Electron micrograph of maize mosaic virus.

réactions positives obtenues avec l'anticorps anti-MMV indiquent que les symptômes observés sont dus à un virus de type MMV. Ce virus est transmis seulement par *P. maidis*, comme déjà signalé antérieurement [17, 18]. Les particules observées en microscopie électronique sont caractéristiques du groupe des rhabdovirus auquel appartient le MMV.

Le MDMV fait partie d'un complexe de quatre polyvirus sérologiquement reliés et transmissibles par pucerons [19], les trois autres membres étant le virus de la mosaïque du *Sorghum halepense* (*Johnsongrass mosaic virus*, JGMV), le virus de la mosaïque de la canne à sucre (*Sugarcane mosaic virus*, SCMV) et le virus de la mosaïque du sorgho (*Sorghum mosaic virus*, SrMV). L'anticorps polyclonal dirigé contre le MDMV a réagi positivement avec les extraits de plantes portant les symptômes de mosaïque et l'agent a été transmis par inoculation mécanique et par pucerons. Ces résultats indiquent que les symptômes observés sont causés par le MDMV ou un autre potyvirus du complexe. L'utilisation d'anticorps monoclonaux est en cours pour élucider cette question. Le MStV est rapporté pour la première fois dans les différents pays prospectés. Chez le maïs, le MMV avait été caractérisé en Côte d'Ivoire [20] et le MDMV en Côte d'Ivoire et au

## Summary

### Maize viruses and their reservoir hosts in Western and Central Africa

O. Traore, G. Konate

Only seven of the many viruses that are known to infect maize worldwide have been reported in tropical Africa. Maize streak virus (MSV) is considered to be the most serious because of its marked impact on crop yields and wide geographical distribution. Maize eyespot virus (MESV) and Guinea grass mosaic virus (GGMV) have only been reported in Côte d'Ivoire. Maize mottled chlorotic stunt virus (MMCSV) symptoms were noted in a few countries, but this disease seems to have a minimal economic impact. Maize stripe (MStV), maize mosaic (MMV) and maize dwarf mosaic viruses (MDMV) are known to have a substantial impact in many tropical areas. However, little is known about their ecology and epidemiology in tropical Africa – they have only been reported in a few countries, and the host plants were not fully characterized. In this study, we report on the incidence of maize stripe, maize mosaic, maize dwarf mosaic viruses and on their reservoir hosts in four western and central African countries (Tables 1, 2

and 3; Figs. 1, 2, 3 and 4). Surveys were conducted (including collection of diseased plants) from 1993 to 1995 in Burkina Faso, Côte d'Ivoire and Mali (Western Africa), and in Cameroon (Central Africa). Three viruses (MStV, MMV and MDMV) were identified using Elisa (enzyme linked immunosorbent assay), non-coat protein precipitation tests, and mechanical and vector transmission tests. They were identified in samples of maize, sorghum, and wild grasses. This is the first report on the presence (although with low incidence) of these three viruses in the countries surveyed. The situation should be carefully monitored, with control operations undertaken when necessary, as these viruses and their vectors are widely distributed, and are present on some wild host plants. This should be advantageous for sorghum, a major cereal crop of sub-Saharan Africa, as it was found to be naturally infected by all three viruses identified in the present study.

*Cahiers Agricultures* 1997 ; 6 : 257-62.

Cameroun [1, 3], mais aucun des virus n'avait été rapporté chez le sorgho. Une surveillance continue doit être effectuée dans l'ensemble des pays en cause, en raison de la vaste distribution géographique de ces virus et de leurs insectes vecteurs ■

## Références

- Thottappilly G, Bosque-Pérez NA, Rossell HW. Viruses and virus diseases of maize in Tropical Africa. *Plant Pathol* 1993 ; 42 : 494-509.
- Efron Y, Kim SK, Fajemisin JM, et al. Breeding for resistance to maize streak virus : a multidisciplinary team approach. *Plant Breed* 1989 ; 103 : 1-36.
- Fauquet C, Thouvenel JC. *Maladies virales des plantes en Côte d'Ivoire*. Paris : ORSTOM, 1987 ; 243 p.
- Brewbaker JL. Resistance to maize mosaic virus. In : Gordon DT, Knoke JK, Scott GE, eds. *Virus and virus-like diseases of maize in the United States*. Wooster OH : Ohio Agricultural Research and Development Centre, Southern cooperative Series Bulletin, 1981 : 145-51.
- Gingery RE, Nault LR, Bradfute OE. Maize stripe virus : characteristics of a member of a new virus class. *Virology* 1981 ; 112 : 99-108.
- Gordon DT, Bradfute OE, Gingery RE, Knoke JK, Louie R, Scott GE. Introduction : History, geographical distribution, pathogen characteristics and economic importance. In : Gordon DT, Knoke JK, Scott GE, eds. *Virus and virus-like diseases of maize in the United States*. Wooster OH : Ohio Agricultural Research and Development Centre, Southern cooperative Series Bulletin, 1981 : 1-2.
- IITA (International Institute of Tropical Agriculture). *Annual report for 1979*. Ibadan : IITA, 1980 : 136.
- Clark MF, Adams AN. Characteristics of the microplate method of enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses. *J Gen Virol* 1977 ; 48 : 311-7.
- Falk BW, Tsai JH, Lommel SA. Differences in levels of detection for the maize stripe virus capsid and major non-capsid proteins in plant and insects hosts. *J Gen Virol* 1987 ; 68 : 1801-11.
- Rocca de Doyle MM, Autrey LJC, Jones P. Purification, characterization and serological properties of two virus isolates associated with the maize stripe disease in Mauritius. *Plant Pathol* 1992 ; 41 : 325-34.
- Panayotou PC. Maize mosaic virus in Michigan. *Plant Dis* 1980 ; 64 : 803-4.
- Hitchborn JH, Hills GJ. The use of negative staining in the electron microscopic examination of plant viruses in crude extracts. *Virology* 1965 ; 27 : 528-40.
- Gingery RE. The rice stripe virus group. In : Milne RG, ed. *The Plant Viruses*, vol 4 : *The Filamentous Plant Viruses*. New York : Plenum Press, 1988 : 297-329.
- Gingery RE, Nault LR, Yamashita S. Relationship between maize stripe virus and rice stripe virus. *J Gen Virol* 1983 ; 64 : 1765-70.
- Greber RS. Maize stripe disease in Australia. *Aus J Agric Res* 1981 ; 32 : 27-36.
- Autrey LJC. Maize mosaic virus and other maize virus diseases in the islands of Western Indian Ocean. In : Gordon DT, Knoke JK, Nault LR, Ritter RM, eds. *Proceedings of the International Maize Virus Diseases Colloquium and Workshop, 2-6 August 1982*. Wooster : Ohio Agricultural Research and Development Centre, 1983 : 167-81.
- Herold F. Maize mosaic virus. *CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses* 1972 ; 94 : 1-4.
- Falk BW, Tsai JH. Serological detection and evidence for multiplication of maize mosaic virus in the planthopper *Peregrinus maidis*. *Phytopathology* 1985 ; 75 : 852-5.
- Shukla DD, Tosic M, Ford RE, Toler RW, Langham MAC. Taxonomy of potyviruses infecting

maize, sorghum and sugarcane in Australia and in the United States as determined by reactivities of polyclonal antibodies directed towards virus-specific N-termini of coat proteins. *Phytopathology* 1989 ; 79 : 223-9.

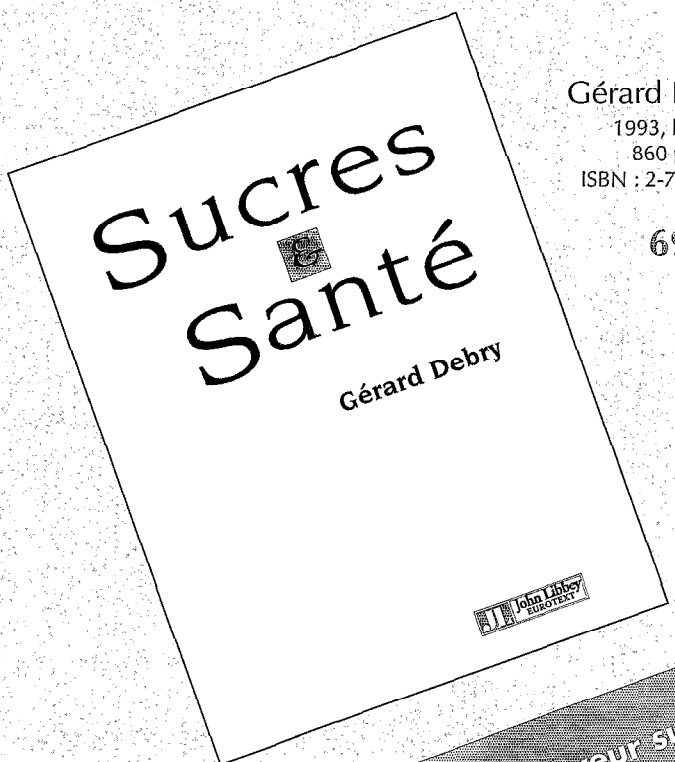
20. Lamy D, Fauquet C, Thouvenel JC. Quelques viroses du maïs en Côte d'Ivoire. *Agron Trop* 1980 ; 35 : 192-6.

## Résumé

Une prospection des maladies virales du maïs a été effectuée au Burkina Faso, au Cameroun, en Côte d'Ivoire et au Mali de 1993 à 1995 sur la base de symptômes différents de ceux de la striure du maïs (*Maize streak virus*, MSV). En utilisant un test sérologique Elisa réagissant avec la protéine structurale et un test par cristallisation d'une protéine non structurale (NCP), trois virus ont été identifiés chez le maïs, le sorgho et plusieurs Poacées sauvages. Il s'agit du virus de la rayure du maïs (*Maize stripe virus*, MStV), du virus de la mosaïque du maïs (*Maize mosaic virus*, MMV) et du virus de la mosaïque nanisante du maïs (*Maize dwarf mosaic virus*, MDMV). Cette identification a été confirmée par des tests de transmission (mécanique et insectes vecteurs). La plupart des virus sont rapportés pour la première fois dans les pays prospectés. Les maladies causées par ces trois virus ont des fréquences encore faibles, mais une attention particulière doit leur être accordée en raison de leur grande distribution géographique et de la présence de vecteurs ainsi que de réservoirs d'inoculum viral. De plus, ces virus infectent naturellement le sorgho, une des principales céréales cultivées en Afrique subsaharienne.

**Gérard DEBRY**  
1993, broché  
860 pages  
ISBN : 2-7420-0070-4

**690 F**




La « somme » sur les glucides à saveur sucrée :  
saccharose, glucose, fructose

- Beaucoup de fausses notions ont été diffusées à tort aux professions de santé et aux consommateurs.
- Il convenait donc de réaliser une étude critique des données scientifiques publiées afin de distinguer celles qui sont établies avec certitude de celles qui sont douteuses ou erronées.
- L'analyse de plus de 4 500 publications scientifiques présentées dans cet ouvrage devrait permettre aux différents publics de satisfaire leur plaisir sans mettre en danger leur santé.

---

**Bon de commande**

Éditions John Libbey Eurotext 127, avenue de la République  
92120 Montrouge - FRANCE Tél : 33 (1) 46 73 06 60 Fax : 33 (1) 40 84 09 99



<p><b>Je désire recevoir :</b></p> <p><input type="checkbox"/> <b>Sucres et Santé</b> ..... 550 FF</p> <p>Frais de port forfaitaires ..... 30 FF</p> <p><b>Total : ..... 580 FF</b></p> <p>NOM : .....</p> <p>Prénom : .....</p> <p>Adresse : .....</p> <p>CP : ..... Ville : .....</p> <p>Pays : .....</p>	<p><b>Ci-joint mon règlement d'un montant de :      FF</b></p> <p><input type="checkbox"/> Par chèque, à l'ordre des Éditions John Libbey Eurotext</p> <p><input type="checkbox"/> Par carte bancaire : <input type="checkbox"/> Visa   <input type="checkbox"/> Eurocard/Mastercard   <input type="checkbox"/> American Express</p> <p>Carte N° [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ]</p> <p>Date d'expiration : [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ]</p> <p>Signature : .....</p>
---	--