

Terre malgache, n° 17, 1975.

DETERMINATION DE LA SOUCHE MALGACHE DU VIRUS  
DE LA MOSAÏQUE DE LA CANNE A SUCRE PAR INOCULATION  
A DES HOTES DIFFERENTIELS

Par P. BAUDIN

E.E.S.S.A. — TANANARIVE

En 1964, les feuilles de canne à sucre, dans la province de l'Itasy, présentaient des symptômes de Mosaïque. Les années suivantes, les cultivateurs durent abandonner la culture de la variété de canne «Lousier», en raison du dépérissement des souches et de la mauvaise reprise des boutures à la plantation. Les cultures de maïs de cette région présentaient également les mêmes symptômes.

La maladie a été rapportée au Virus de la Mosaïque de la canne à sucre d'après diverses propriétés biologiques, physico-chimiques et sérologiques (BAUDIN, 1970). Ce virus comporte de nombreuses souches regroupées sous les noms de *Sugar Cane Mosaic Virus* (ou SCMV), *Maize Dwarf Mosaic Virus* (ou MDMV) et *Sorghum Red Stripe Virus*. La résistance des variétés de canne, de maïs ou de sorgho dépend de la ou des souches de virus en cause dans la région infectée. Il est donc indispensable de déterminer avec précision la souche malgache, que nous désignons sous le nom de SCMV — Ampefy.

Les différentes souches de SCMV, MDMV et de *Sorghum Red Stripe Virus* peuvent être distinguées par les symptômes observés sur différentes plantes hôtes, dans des conditions d'expérimentation précises autorisant leur comparaison. Les symptômes sont l'extériorisation des relations qui s'établissent entre le virus et la plante après l'infection. Ces relations hôte-parasite sont le résultat des caractéristiques génétiques du virus, des caractéristiques génétiques de la plante hôte et des facteurs de l'environnement. Si certaines relations hôtes-parasites sont suffisamment précises pour être reproductibles dans des conditions de milieu facilement contrôlables, les symptômes obtenus après l'inoculation de SCMV-Ampefy aux plantes hôtes caractéristiques permettront de rapporter cette souche à une souche de SCMV ou de MDMV ou *Sorghum Red Stripe Virus*, pour lesquelles la sélection de variétés résistantes de canne à sucre, de maïs ou de sorgho est déjà en pratique.

23 MAI 1978  
O. R. S. T. O. M.

Collection de Références

9165 P. 2. A.

Le présent travail a donc pour but de relever dans la bibliographie les relations hôtes-parasites les plus caractéristiques et les plus reproductibles des différentes souches de SCMV, MDMV et *Sorghum Red Stripe Virus*, puis de comparer les symptômes de SCMV-Ampefy dans les mêmes conditions expérimentales précises à ceux décrits pour les autres souches virales.

## I — LES DIVERSES RELATIONS HOTES-PARASITES

Microbiologistes et phytopathologistes n'utilisent pas le même vocabulaire pour définir les relations d'un hôte et de ses parasites. Pour un microbiologiste (STANIER, DOUDOROFF & ADELBERG, 1966), un microorganisme est pathogène s'il peut produire une maladie. Mais le pouvoir pathogène peut provenir, soit de toxines produites par le microorganisme, soit par la multiplication intense de celui-ci, ce qui caractérise la virulence. Les phytopathologistes et les phytogénéticiens (VAN DER PLANCK, 1968) incluent deux notions dans le pouvoir pathogène, la virulence et l'agressivité, qui sont définies par rapport à la résistance des plantes aux diverses souches pathogéniques. Quand une variété est résistante à certaines races d'un pathogène et sensible à d'autres, sa résistance est dite verticale. Quand une variété est résistante d'une manière uniforme à toutes les races du pathogène, sa résistance est dite horizontale. La première forme de résistance est différentielle ou spécifique ; si des races de parasite présentent des interactions différentielles avec des variétés de plantes, ces races sont dites de virulence différente. Par contre, si les races de parasite ne présentent pas d'interaction différentielle sur les variétés de la plante, elles sont dites d'agressivité différente.

La résistance verticale ou différentielle (ou encore spécifique) est de nature oligogénique. Selon la théorie de FLOR (1959) ou «gene for gene system», à chaque gène de résistance de l'hôte correspond nombre pour nombre un gène de virulence du parasite.

La résistance horizontale est de nature polygénique. Son effet est d'ordre quantitatif et cumulatif.

La distinction entre résistance verticale et résistance horizontale n'est pas toujours aisée. VAN DER PLANCK (1968) donne de nombreux exemples pratiques parmi les maladies à champignons (rouille du maïs, mildiou de la pomme de terre...) parmi les bactérioses (flétrissement bactérien des Solanées) et les nématodes (*Meloidogyne* sp.). Mais, il confère à sa théorie une portée générale.

De nombreux cas de résistance oligogénique et polygénique de plantes aux virus ont été répertoriés par HOLMES (1965). La résistance oligogénique peut se traduire par l'immunité ou par l'hypersensibilité. Le cas le plus classique de résistance par hypersensibilité a été signalé par HOLMES (1941) : le tabac, *Nicotiana glutinosa* répond à l'infection par le Virus de la Mosaïque du tabac (VMT) par des nécroses locales à une température de 26°. L'étude de la descendance d'hybrides de *N. glutinosa* montre que ces nécroses locales apparaissent sur des plantes qui possèdent le gène dominant «N» alors que les allèles récessifs «nn» infectés par le même

virus donnent une mosaïque. C'est une forme de résistance verticale, spécifique du VMT. Elle dépend des conditions de milieu : selon la température, les tabacs hypersensibles auxquels le virus est inoculé, manifestent des nécroses locales en dessous de 30° et une infection systémique au dessus de 30° (SAMUEL, 1942 ; MARTIN & GALLET, 1966).

HOLMES (1958) a déjà suggéré qu'on utilise la résistance oligogénique d'un hôte à un virus ou à une souche virale pour déterminer ce dernier. Dans ce but, le gène responsable de la résistance de l'hôte ne sera pas supposé conférer la résistance à un autre virus ou à une autre souche de ce virus. Cette détermination par résistance oligogénique est différente des tests de résistance variétale, largement utilisés, qui ne font pas de distinction entre la résistance oligogénique et les formes de résistance polygénique (HITCHBORN & THOMSON, 1960).

L'immunité est également une forme de résistance verticale si l'on connaît le gène qui confère cette immunité. Sinon, on ne peut pas savoir si l'on a affaire à une forme de résistance horizontale ou une résistance verticale.

Une détermination génétique de caractère oligogénique de symptômes est connue pour le MDMV. TEAKLE & al, (1970) ont inoculé une souche australienne de MDMV à une collection de variétés de sorgho manifestant une infection systémique soit sous l'aspect d'une mosaïque (caractère «mosaïque»), soit de taches brun-rouge suivies de nécroses des feuilles et des plants (caractère «nécrose systémique») à des températures variant entre 20° et 35°. Ils ont montré que le caractère «nécrose systémique» se transmettait dans la descendance par hybridation intervariétale, qu'il était monofactoriel et dominant. Les «nécroses systémiques» correspondent donc aux combinaisons «NN» ou «Nn», et le caractère «mosaïque» aux allèles récessifs «nn»

## II — LES DIVERSES SOUCHES DE SCMV, MDMV ET DE SORGHUM RED STRIPE VIRUS

### 1 — LES SOUCHES AMERICAINES DE SCMV

Aux USA, dix souches de Mosaïque ont été distinguées en 1948 d'après les symptômes foliaires manifestés par deux variétés de canne à sucre «CP 31-294» et «CP 31-588», toutes deux plus ou moins sensibles à toutes les souches jusque là connues de Mosaïque (SUMMERS, BRANDES & RANDS, 1948). Des caractères complémentaires ont été utilisés pour les différencier : coloration de la gaine, retard de croissance, reprise des souches de canne après coupe, pourcentage d'infection, longueur de la période de latence après l'infection, température d'inactivation et dilution limite des extraits infectieux (ABBOTT & TIPPETT, 1966).

Ces souches ont reçu les dénominations suivantes : A, B, C, D (Da, Db, Dc.), E, F et G. La souche G n'a plus été observée aux USA depuis 1944. Les distinctions Da, Db, et Dc, ont été abandonnées par la suite. La souche F n'a été observée qu'en 1935. La souche G, différenciée en raison d'un retard de croissance de la variété

«CP 31-294» par rapport à la même variété inoculée, avec la souche B n'a pas été retenue (SUMMERS, BRANDES & RANDS, 1948 ; ABBOTT & TIPPETT, 1966). Les souches A, B, et D sont toujours en collection à l'*U.S. Sugar Cane Field Station* de Houma. La souche E, disparue, a été réisolée à partir de *Stenotaphrum secundatum* (TODD, 1964).

La sélection de variétés résistantes a été faite selon le schéma suivant, qui est encore utilisé (ABBOTT, ZUMMO & TIPPETT, 1967 ; ANZALONE, GIMALVA & CHILTON, 1967) : les nouveaux plants de canne à sucre obtenus de semis ou «seedlings» sont inoculés mécaniquement avec un inoculum contenant le mélange des souches connues, dès que les feuilles sont assez grandes pour l'inoculation. Le taux de transmission ainsi obtenu est plus important que par exposition à l'insecte vecteur *Rhopalosiphum maydis*, les cannes de semis sont plus sensibles que les cannes de même âge issues de boutures, et que les plants plus âgés (DEAN & COLEMAN, 1967). Les cannes de semis qui manifestent des symptômes de Mosaïque sont éliminées. Cette sélection est poursuivie au champ où des cas de maladie peuvent encore se manifester.

Parmi les géniteurs de canne à sucre, *Saccharum officinarum*, *S. barberi* et *S. robustum* sont sensibles à la Mosaïque. *S. sinense* est très résistant, tandis que *S. spontaneum* est immun (SUMMERS, BRANDES & RANDS, 1948).

La sélection de variétés résistantes a permis de cultiver aux USA des cannes résistantes durant de nombreuses années. Mais à partir de 1957, la variété «CP 44-101», sélectionnée et multipliée pour sa résistance à la Mosaïque, a été contaminée par une nouvelle souche du virus, la souche H (ABBOTT, 1961). Cette nouvelle souche a été différenciée sur la variété «CP 31-588» par un pourcentage d'infection plus faible qu'avec les souches A, B, et D. Par ailleurs, 32 clones sur 181 de *S. spontaneum* et l'hybride «Kassoer» sont sensibles à cette souche alors qu'ils sont très résistants ou immuns aux autres souches. Par la suite, les deux variétés de canne à sucre «CP 31-294» et «CP 31-588», ayant manifesté des symptômes nouveaux lors de tests de contrôle, une nouvelle souche SCMV-I a été décrite. Cette souche contamine les mêmes clones de *S. spontaneum* que SCMV-A, ainsi que «Kassoer», mais avec la différence que le pourcentage d'infection est plus élevé avec la souche I qu'avec la souche H (TIPPETT & ABBOTT, 1968).

## 2 — LES SOUCHES INDIENNES DE SCMV

Aux Indes, trois souches ont été différenciées d'après leur température d'inactivation, température minimum à laquelle il faut exposer une suspension de virus, pendant une durée de dix minutes pour qu'elle cesse d'être infectieuse. Ces températures sont respectivement de 45°, 52° et 65° aux Indes (CHONA, 1944), alors que celles des souches américaines sont comprises entre 49° et 55° (ABBOTT, 1953). Les souches américaines SCMV-A et B y sont également signalées (MATZ, 1938 ; ABBOTT & TIPPETT, 1966), ainsi que les souches C et E (KHURANA & SHATRUGHNA SINGH, 1972). Mais des isolats à partir de la variété «CO 419» n'ont pu être rapportés à des souches américaines, ce qui peut expliquer les résultats de CHONA (1944).

## 3 — LES SOUCHES DE SCMV DE TAIWAN

Trois souches ont été décrites à Taiwan d'après les symptômes manifestés par des variétés de canne différentes des variétés américaines (LIU & LI, 1953). Ces souches sont :

- le type *Short Stripe* ou SS
- le type *Yellow Stripe* ou YS
- le type *Fine Stripe* ou FS

Mis à part les variations de symptômes et les retards de croissance, des résistances différentes selon les espèces de *Saccharum* ont été observées. *S. officinarum*, *S. barberi* et *S. robustum* sont sensibles aux types SS et YS, comme aux souches américaines. Le type YS est considéré comme très proche de la souche américaine SCMV-A (ABBOTT & STOKES, 1966). *S. sinense* est sensible à la souche FS, alors que *S. barberi* est immun, à l'inverse des souches américaines. Lorsqu'elles sont inoculées avec le type FS, les variétés américaines de canne manifestent des symptômes inconnus aux USA.

## 4 — AUTRES SOUCHES DE SCMV DANS LE MONDE

Une revue de la répartition des souches dans les diverses parties du monde a été faite en 1966, avant que le MDMV, et le SCMV-I soient connus (ABBOTT & STOKES, 1966). Les souches A, B et D ont été signalées dans diverses parties du monde mais non la souche H. Cinq souches originaires des Indes, d'Iran, des Philippines et de Hawaï provoquent des symptômes différents de ceux des souches américaines.

## 5 — LES SOUCHES DE MDMV ET LE SORGHUM RED STRIPE VIRUS

Des inoculations artificielles ont permis de montrer que de jeunes plants de certaines variétés de sorgho et de maïs pouvaient se montrer au laboratoire hôtes du SCMV (COSTA & PENTEADO, 1951 ; SMITH, 1957). Mais jusqu'en 1965, le SCMV n'était pas considéré comme un agent pathogène important pour les cultures de sorgho et de maïs. Toutefois, une affection, appelée *Red Stripe* du sorgho, observée pour la première fois en Italie par GOIDANICH (1939), a été reconnue comme étant due à un virus voisin de celui de la Mosaïque de la canne à sucre (GRANCINI, 1957 ; LOVISOLO, 1957). Puis, aux USA, les cultures de maïs ont été gravement affectées par une épidémie de Mosaïque, qui a reçu le nom de MDMV (DALE, 1964 ; WILLIAMS & ALEXANDER, 1964). Ce virus a été reconnu comme étant une souche de SCMV, mais il n'est pas hôte de *S. officinarum* (SHEPHERD, 1965). On peut sur le sorgho d'Alep (*Sorghum halepense*) différencier deux souches : il est sensible à MDMV-A et résistant à MDMV-B (MAC KENZIE, 1967). De graves viroses du maïs et du sorgho ont été également imputées à des souches de SCMV ou de MDMV en Afrique du Sud (VON WECHMAR & HAHN, 1967), en Australie (TAYLOR & PARES, 1968), et en Europe dont la France (1970, SIGNORET).

## III — SPECIFICITE DES SOUCHES DE SCMV ET DE MDMV

L'examen des observations faites aux USA et dans le reste du monde nous montre que l'on a cherché à différencier des souches virales sans tenir compte de la distinction entre les deux facteurs qui gouvernent les relations hôtes-parasites telles que les définit VAN DER PLANCK (1968) : virulence et agressivité. De plus, très peu de renseignements sont donnés sur l'influence de l'environnement, qui peut jouer sur l'agressivité et la virulence.

Les souches SCMV-A, B, D et E d'une part, H et I d'autre part, et MDMV-A et B n'ont pas été séparées d'après les mêmes critères. Sur canne à sucre, les souches SCMV-A, B, D et E sont identifiées sur les mêmes hôtes d'après les symptômes (SUMMERS, BRANDES & RANDS, 1948). Elles sont toutes virulentes sur ces hôtes, mais montrent des variations dans l'agressivité, ce qui n'exclut pas des variations de virulence qui n'auraient pas été mises en évidence. Par contre, la sélection de variétés résistantes éliminant systématiquement toute canne manifestant un symptôme de mosaïque, amène à la résistance de type vertical. En 1961, la nouvelle souche SCMV-H a été observée, car elle était virulente sur «CP 44-101» jusque là résistante à la Mosaïque (ABBOTT, 1961), ainsi que sur 32 clones de *Saccharum spontaneum* résistants aux souches A, B, D et E. Une nouvelle souche, I, est plus agressive que la

Variétés de <i>SACCHARUM</i> <i>SPONTANEUM</i>	SOUCHE H			SOUCHE I		
	Plants inoculés	% Plants mosaïqués	Limite de %	Plants inoculés	% Plants mosaïqués	Limite de %
KASSOER	17	94	78 - 100	15	94	78 - 100
BURMA	18	78	51 - 91	14	57	27 - 79
SES 317	14	64	38 - 88	11	82	44 - 97
TAINAN	14	36	16 - 68	15	53	27 - 79
US. 61. 33. 3	20	30	12 - 54	17	0	0 - 22
COIMBATORE	19	26	12 - 54	21	86	83 - 100
US. 61. 1. 1	15	20	3 - 38	17	47	21 - 73
SH 249	10	10	0 - 45	11	55	12 - 62
SH 196	12	8	0 - 45	15	13	2 - 40
US 56. 1. 4	13	8	0 - 45	11	9	0 - 45

Tableau 1 : Inoculation à 12 clones de *Saccharum Spontaneum* et l'Hybride de Kassoer des souches SCMV-H et SCMV-I d'après les résultats d'ABBOTT & TIPPETT.

	SCMV A, B, D, E	SCMV H, I	SCMV FS	MDMV-A	MDMV-B	SORGHUM RED STRIPE
<i>SACCHARUM OFFICINARUM</i> «Otaïiti»	+(1)	+(1)	+(5)	-(7)	-(7)	
<i>SACCHARUM BARBERI</i>	+(1)		-(5)			
<i>SACCHARUM ROBUSTUM</i>	+(1)	+(1)	+(5)			
<i>SACCHARUM SINENSE</i>	-(1)	+(1)	+(5)	+(4)		
<i>SACCHARUM SPONTANEUM</i> «Coinbatore»	-(1)	+(1)	-(5)			
SORGHO d'ALEP	-(8)	-(8)		+(8)	-(8)	
ARUNDO DONAX						+(6)
SORGHO «Tx 412»	+(8)	+(8)		+(8)	+(8)	

Tableau 2 : Sensibilité de différents hôtes aux souches  
de SCMV, MDMV et *Sorghum Red Stripe* d'après

- 1 : ABBOTT, 1961
- 2 : ABBOTT, 1964
- 3 : GILLASPIE, 1967
- 4 : GILLASPIE, 1974
- 5 : LIU & LI, 1953
- 6 : LOVISOLO, 1957
- 7 : SHEPHERD, 1965
- 8 : SNAZELLE, 1971

+ : plante sensible montrant une mosaïque  
- : pas de symptôme, plante immune ou très résistante.

souche H sur les mêmes variétés de canne à sucre, ce qui n'exclut pas non plus une variation de virulence (TIPPETT & ABBOTT, 1968). Si l'on classe les variétés selon leur agressivité (méthode de VAN DER PLANCK, 1968), on ne trouve pas le même classement pour les deux souches (Tableau 1). Outre le phénomène de résistance horizontale, il doit intervenir un phénomène de résistance verticale. Mais aucune des variétés de canne à sucre utilisées ne peut être différentielle au sens de VAN DER PLANCK (1968) tant qu'on ne connaît pas la nature de la résistance.

D'après les résultats de LIU & LI, (1953) les souches de Taiwan peuvent être différenciées selon les deux critères : FS, par la virulence sur l'hôte *S. sinense* et les cannes hybrides résultant de croisements avec *S. sinense*, SS et YS par l'agressivité, ce qui n'exclut pas non plus la possibilité de les séparer en fonction de leur virulence. Les souches SS et YS sont proches de la souche SCMV-A (ABBOTT & STOKES, 1966).

Des observations décrites dans la bibliographie sur les géniteurs de canne à sucre et sur les hôtes sauvages permettent de dresser un tableau général de sensibilité aux différentes souches de SCMV, MDMV et *Sorghum Red Stripe Virus* (Tableau 2). Le SCMV et le MDMV ont un point commun : la sensibilité de la variété de sorgho «Tx 412» à toutes les souches qui lui ont été inoculées. Il n'est pas possible de savoir si la résistance des autres hôtes est de type vertical ou horizontal.

VARIÉTÉ de SORGHO	SCMV					MDMV	
	A	B	D	E	H	A	B
Redlan	0/14	2/12	0/11	0/15	14/14 (L)	12/12	0/14
Caprock	9/14	9/10	8/11	15/16	9/9 (L)	7/10	0/14
Tx 414	0/13	0/14	0/14	7/15	16/16	14/14	0/14
Martin	0/16	0/15	0/15	1/13	17/17 (L)	14/14	0/18
New Mexico 31	0/15	14/14	3/15	9/15	14/15 (L)	9/12	0/16
Tx 412	15/15	14/14	14/14	10/13	16/16	14/14	15/15
Combine Kafir 60 (BTx 3197)	0/12	5/15	3/15	3/12	13/13 (L)	16/16	0/14
Sumac	0/14	14/14	16/16	15/15	15/15	14/14	0/13
Redbine Selection	0/15	10/14	9/14	4/13	14/14 (L)	0/12	10/13

(L) : Les plants meurent au bout d'un certain temps

Tableau 3 : Réactions de diverses variétés de Sorgho à l'inoculation par les souches américaines de SCMV et de MDMV d'après SNAZELLE & al (1971).

La plupart des souches de SCMV et de MDMV ont été inoculées à une collection de variétés de sorgho par SNAZELLE & al (1971). Ces variétés manifestent ou non des symptômes de Mosaïque quand elles sont inoculées par les différentes souches de SCMV et de MDMV (Tableau 3). La souche SCMV-H entraîne la mort de certaines variétés.

#### IV — SYMPTOMATOLOGIE DE SCMV-AMPEFY

La souche SCMV-Ampefy a été inoculée à une gamme d'hôtes choisis, soit pour leur importance agronomique à Madagascar, soit parce qu'ils donnent des symptômes caractéristiques avec les diverses souches de SCMV et de MDMV, en particulier les variétés de sorgho utilisées par SNAZELLE & al (1971), dont les semences nous ont été fournies par le Dr TOLER, Texas A & M University, USA.

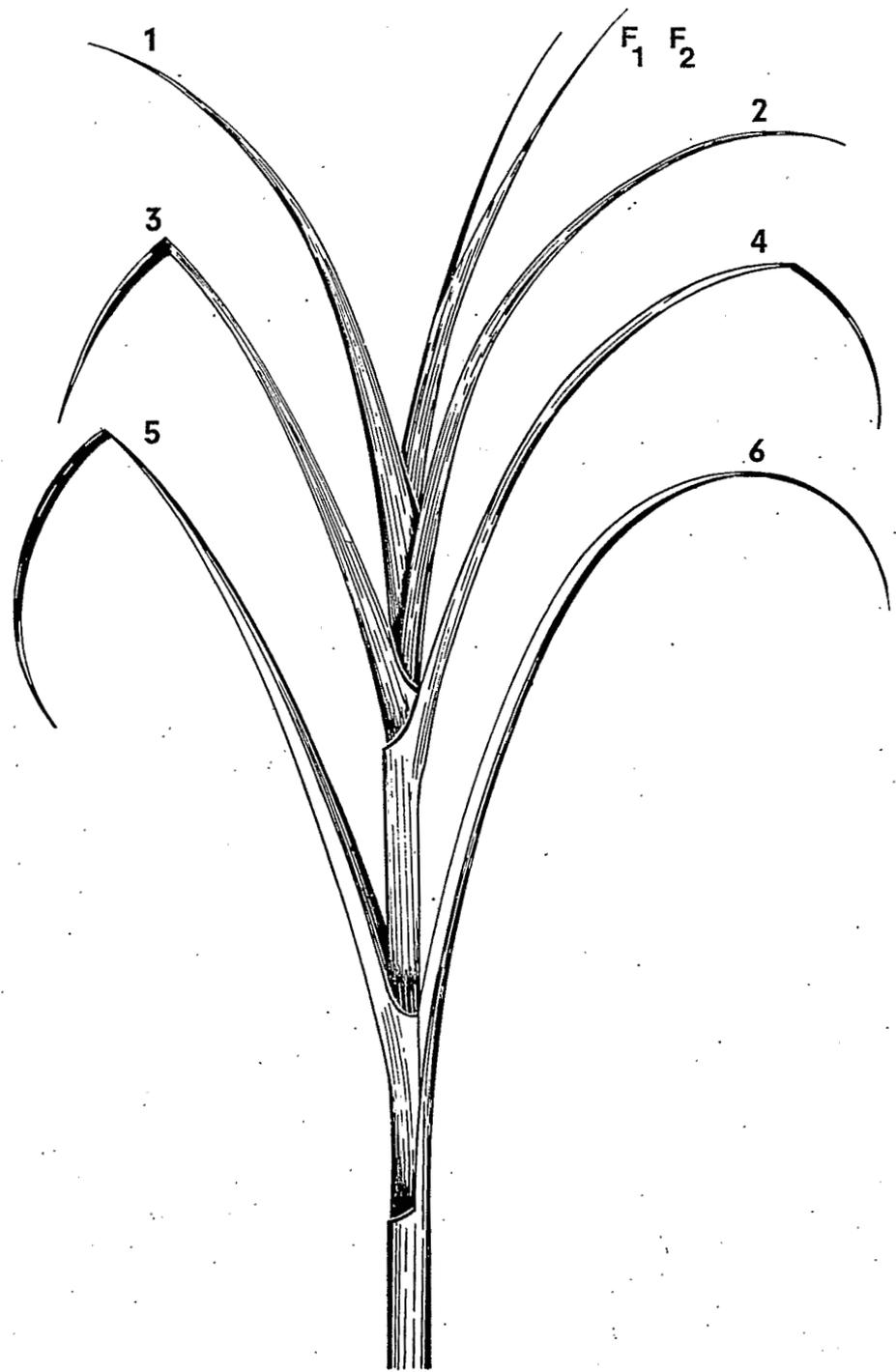
Les inoculations ont été faites, sauf avis contraire, avec un extrait de plantes dilué au 1/10 dans du tampon phosphate 0,05 M, pH 7,2. Les observations ont été réalisées, soit à Tananarive en serre à température ambiante variant entre 12° et 35°, soit à la Station de Physiopathologie Végétale de l'INRA-Dijon, France, en serre, dans des conditions de température analogues à celles de Tananarive, ou en salles à température contrôlée.

##### 1 — CANNE A SUCRE, SACCHARUM OFFICINARUM VARIETE «OTAHITI-LOUSIER»

Les premiers symptômes s'observent sur la première feuille qui se déroule après l'inoculation (Fig. 1) vers la base du limbe, zone de croissance des feuilles de Monocotylédones. Ils apparaissent au bout d'un à deux mois, selon la saison, après l'inoculation et se caractérisent par une mosaïque de petites taches allongées, de forme irrégulière, vert sombre sur fond clair (Fig. 2). Les limbes des feuilles qui se déroulent ultérieurement apparaissent entièrement mosaïqués.

Sur les feuilles d'une canne inoculée depuis plusieurs mois, les symptômes sont d'autant plus nets que les feuilles sont plus jeunes, c'est-à-dire plus proches du fût central. A partir de la 10<sup>ème</sup> feuille, les symptômes ne sont plus caractéristiques, pouvant être confondus avec des piqûres de *Thrips*, minuscules insectes très abondants en période fraîche et humide, ou avec des carences en azote. Puis, les feuilles sont envahies de parasites cryptogamiques secondaires qui en précipitent la sénescence, tels que *Leptosphaeria sacchari*, et *Phyllosticta sacchari*, avant qu'elles se détachent naturellement.

Si l'on coupe longitudinalement les tiges, on observe des poches de gomme irrégulièrement réparties (Fig. 3). Des extraits de tige de canne à sucre mosaïquée ne donnent pas de précipité sérologique, ou des précipités très modérés. La teneur en virus y est donc très faible ou nulle. Cela peut expliquer le fait que les différents yeux de la tige de canne à sucre ne transmettent pas tous la maladie lors de la multiplication végétative de la plante (SUMMERS, BRANDES & RANDS, 1948). Les poches de gomme observées dans les tiges ne sont pas caractéristiques de la



'Fig. 1 - Position des feuilles d'une tige de canne à sucre :  
F<sub>1</sub> F<sub>2</sub>, feuilles du fuseau central ; 1, 2, 3, ... n° de la feuille selon la position.

maladie. On en observe avec d'autres affections graves de la canne à sucre, d'origine parasitaire ou physiologique.

Après la coupe annuelle des tiges, les feuilles des repousses sont intensément chlorosées, avec des macules vertes sur fond jaunâtre. Toutefois, certaines repousses présentent des feuilles vertes et donnent des tiges d'aspect sain. Après deux ou trois repousses les symptômes sur les feuilles nouvellement formées de certaines souches tendent à s'estomper. Les limbes présentent alors des plages allongées étroites de moins en moins nombreuses, puis des feuilles d'aspect sain apparaissent. Au fur et à mesure de renouvellement des feuilles, les symptômes disparaissent. Les extraits de ces feuilles ne donnent plus de précipité sérologique. Les souches de canne à sucre sont alors devenues indemnes de virus, mais elles peuvent être réinfectées. Ce phénomène est bien connu en culture industrielle (ABBOTT, 1961).

### 2 — MAÏS VARIÉTÉ «DIXIE 22», «INRA 258» OU «POPULATION PLANTA»

Après l'inoculation de jeunes plants âgés de trois semaines, les symptômes apparaissent à la base de la première nouvelle feuille, au bout de cinq à quinze jours selon la saison. Les symptômes foliaires ressemblent beaucoup à ceux observés sur la canne à sucre (Fig. 4). Des plants plus âgés peuvent manifester des symptômes tant qu'ils forment de nouvelles feuilles. Ces symptômes peuvent encore être observés sur les feuilles après formation de la panicule terminale. Mais, en vieillissant, les feuilles montrent des taches vert sombre et vert clair qui ne sont pas caractéristiques du SCMV, mais peuvent être également dues à une autre virose, le *Streak* du maïs (Fig. 5).

### 3 — SORGHO

Trois types de symptômes ont été observés selon la variété :

— Une mosaïque, analogue à celle observée sur le maïs ou la canne à sucre, pour les variétés «Tx 412» et «TM 11» (Fig. 6). Cette mosaïque apparaît de cinq à huit jours après l'inoculation sur les feuilles nouvellement déroulées. Les talles formées après l'apparition des symptômes manifestent également une mosaïque très nette. Avec la variété de sorgho «Tx 414», 3 plants sur 300 ont montré sur la première feuille en train de se dérouler après l'inoculation une légère mosaïque, limitée à la base des feuilles. Au bout de huit jours, ces symptômes ont disparu. De même, pour la variété «Sumac», 4 plants sur 400 ont montré sur la première feuille déroulée après l'inoculation quelques stries chlorotiques très fines qui ont disparu une dizaine de jours après. Un extrait de ces feuilles présentant les symptômes permet de transmettre le virus à des sorghos «Tx 412», mais non à des sorghos «Sumac». Des extraits de feuilles sans symptômes, ou ayant perdu la trace de symptômes n'ont pas de pouvoir infectieux sur des sorghos «Sumac» comme sur des sorghos «Tx 412». Les variétés «Sumac» et «Tx 414» sont résistantes à l'infection. S'il y a, mais très rarement, un début de multiplication virale, on observe des symptômes de type «mosaïque».

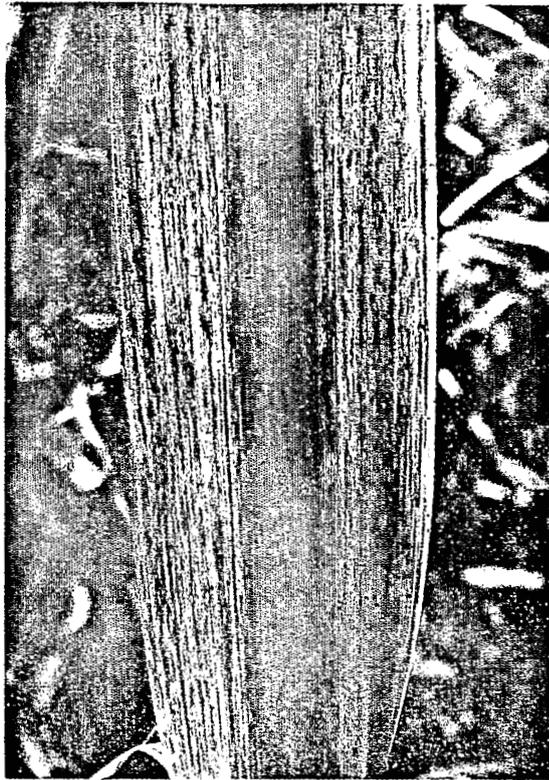


Fig. 2 — Symptômes du virus de la Mosaïque de la canne à sucre sur une jeune feuille de canne var. «Lousier».

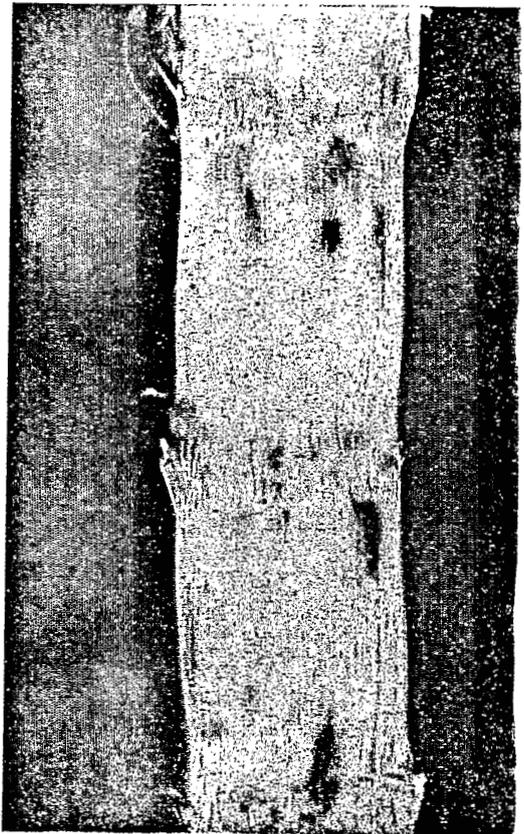


Fig. 3 — Poches de gomme dans une tige de canne à sucre, var. «Lousier», infectée par le Virus de la Mosaïque de la canne à sucre.



Fig. 4 — Symptômes du Virus de la Mosaïque de la canne à sucre sur jeunes feuilles de maïs, var. «Dixie 22».

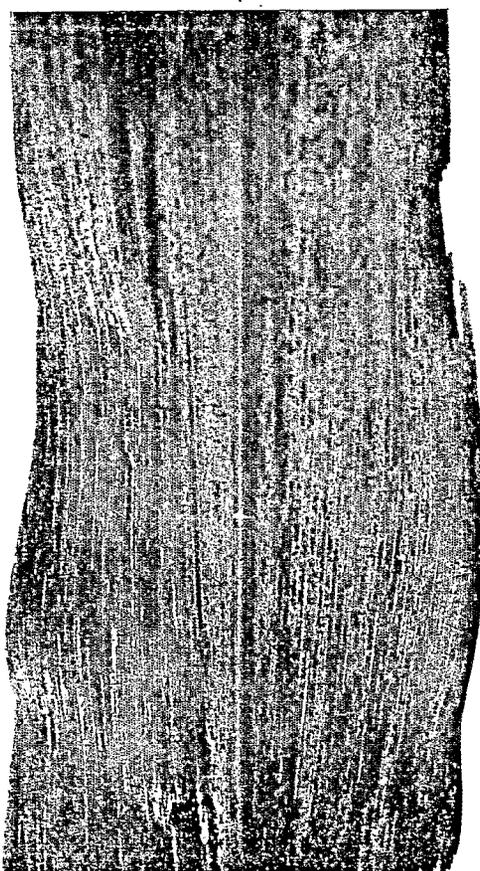


Fig. 5 — Symptômes du Virus de la Mosaïque de la canne à sucre sur une feuille âgée de maïs, var. «Dixie 22».

— Des nécroses systémiques sur les variétés «Caprock» et «AKS 614». Les premiers symptômes se manifestent huit à quinze jours après l'inoculation sur les feuilles inoculées et sur les jeunes feuilles qui se déroulent après l'inoculation. Les feuilles inoculées présentent des stries brun-rouge, les feuilles nouvelles une ou plusieurs bandes étroites, souvent comprises entre deux nervures, légèrement chlorosées. Ces bandes deviennent rapidement de couleur brun-rouge, puis se dessèchent et donnent une succession de taches grises entourées d'une marge brun-rouge, ou de longues stries brunes à marge rouge (Fig. 7). Au bout de trois semaines à un mois, le fuseau des jeunes feuilles se nécrose entièrement, le plant se dessèche des feuilles les plus jeunes vers les feuilles les plus âgées, puis il meurt.

— Sur la variété «Redlan», les feuilles inoculées avec un extrait virosé dilué au 1/10 dans un tampon phosphate 0,005 M pH 7, présentent un aspect brûlé au bout de quelques jours. Avec des extraits dilués dans le même tampon au 1/20 ou au 1/40, on peut observer des taches brun-rouge irrégulièrement réparties sur les seules feuilles inoculées (Fig. 8).

#### 4 — AUTRES GRAMINEES.

La souche SCMV-Ampefy a été transmise au blé, variété «Florence Aurore», le plus utilisé à Madagascar, et à l'herbe du Guatemala, *Tripsacum laxum*, un des fourrages les plus répandus dans toute l'Ile. Ces plantes ont manifesté les mêmes symptômes que la canne à sucre.

Par contre, les espèces suivantes n'ont pas donné de symptômes après l'inoculation : *Arundo donax*, *Brachiaria mutica*, *Eleusine indica*, *Pennisetum purpureum*, riz (variétés «BG 79», «Bluebonnet 50», «Makalioka 1322», «Rojofotsy 1285»), et *Sorghum halepense*.

#### 5 — DICOTYLEDONES

Aucune des Dicotylédones suivantes n'a manifesté de symptômes après l'inoculation : *Chenopodium amaranticolor*, *C. ambrosioides*, *C. quinoa*, *C. murale*, *Datura stramonium*, *Nicotiana tabacum* variété «Misionero», *N. glutinosa*, *Petunia hybrida* et *Vigna sinensis*.

### V — INFLUENCE DE LA TEMPERATURE SUR LES SYMPTOMES DU SORGHO INOCULE PAR SCMV-AMPEFY

La température a une forte influence sur les symptômes manifestés par certaines variétés de sorgho aux USA (TOLER, 1968). Un froid nocturne entraîne le rougissement et la nécrose généralisée, suivis de la mort de certaines variétés de sorgho montrant jusque là une mosaïque attribuée au MDMV. Les symptômes montrés par diverses variétés de sorgho inoculées avec SCMV-Ampefy ont été observés en fonction de la température à la Station de Physio-Pathologie Végétale de Dijon.

## 1 — METHODES

Les variétés de sorgho ont été choisies d'après les symptômes qui avaient été observés à Tananarive :

- Variété «Tx 412», qui donne une mosaïque analogue à celle du maïs .
- Variétés «AKS 614» et «Caprock», qui manifestent des nécroses systémiques.
- Variété «Redlan» qui montre des taches rouges sur les feuilles inoculées .

Des lots de 20 plants sont répartis dans des salles à température contrôlée à 30°, 25°, 20° et 15°. La moitié d'entre eux sont inoculés par une suspension virale à 0,3 mg/ml dans le tampon phosphate 0,005 M pH 7,2. Huit et quinze jours après l'inoculation, deux lots, l'un de plants sains, l'autre de plants inoculés, sont transférés dans chacune des salles à température autre que la température d'origine. Les symptômes des sorghos maintenus dans la salle d'origine sont comparés à ceux des sorghos transférés dans les nouvelles salles, à ceux des plants provenant d'une autre salle, ainsi qu'aux pots témoins sains transférés ou non à d'autres températures.

## 2 — RESULTATS

### — SORGHO «Tx 412»

Le temps d'apparition des symptômes est fonction de la température. La totalité des jeunes plants inoculés présente une mosaïque au bout de 3 jours à 30°, 12 jours à 25° et 27 jours à 20°. A 15°, il n'y a pas de symptôme après deux mois, et les plants ne se développent pas.

A 30°, les symptômes tendent à disparaître après une quinzaine de jours. Si l'on transfère les plants quinze jours après l'inoculation de 30° à 20°, les symptômes réapparaissent sur les jeunes feuilles. A 20°, les symptômes sont plus nets qu'à 25° et à 30°, et ils paraissent d'autant plus nets sur les talles. Les plants transférés de 30°, 25° et 20° à 15° conservent les mêmes symptômes.

### — SORGHO «Caprock» et «AKS 614»

Le temps d'apparition des symptômes est également fonction de la température: 2 jours à 30°, 10 jours à 25°. Aucun symptôme n'apparaît à 20° ni à 15° pendant toute la durée de l'expérience.

A 30°, les deux variétés montrent une mosaïque semblable à celle observée sur le sorgho «Tx 412», ou sur le maïs. Après huit jours, les symptômes ont tendance à disparaître, comme sur «Tx 412» .

A 25°, la variété «Caprock» manifeste également une mosaïque, la variété «AKS 614» donne une mosaïque avec quelques taches brun-rouge.

Si l'on transfère les plants atteints de mosaïque des salles à 25° et à 30° dans les salles à 20° et à 15°, les tissus mosaïqués se couvrent de taches brun-rouge, puis se nécrosent. Les plants meurent plus ou moins rapidement selon les conditions de transfert (Tableau 4).



Fig. 6 — Symptômes du Virus de la Mosaïque de la canne à sucre sur feuilles de sorgho, var. «Tx 412».

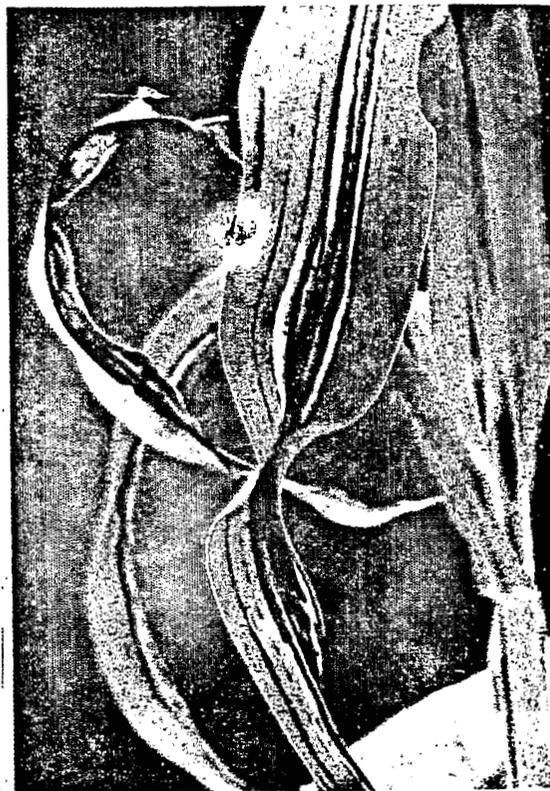


Fig. 7 — Symptômes en stries brun-rouge du virus de la Mosaïque de la canne à sucre sur feuilles de sorgho, var. «Caprock».

Fig. 8 — Nécroses locales sur  
feuilles de sorgho, var.  
«Redlan», inoculées par  
le Virus de la Mosaïque  
de la canne à sucre.



Fig. 9 — Symptômes du Virus de la  
Mosaïque de la canne à  
sucre sur sorgho, var.  
«Caprock», après transfert  
thermique. Les plus jeunes  
feuilles sont desséchées, la  
3<sup>ème</sup> feuille est encore  
turgescence.

TEMPERATURE d'ORIGINE	TEMPS d'APPARITION des SYMPTOMES	DUREE d'EXPOSITION à la TEMPERATURE d'ORIGINE		MORT des PLANTS
		APRES INOCULATION	APRES APPARITION des SYMPTOMES	
30°	2 jours	7 jours	5 jours	moins de 1 jour
30°	2 jours	15 jours	13 jours	3 jours
25°	10 jours	15 jours	5 jours	moins de 1 jour

Tableau 4 : Nécroses et mort des plants de Sorgho, variété «Caprock», inoculés par SCMV-AMPEFY, d'après la durée d'exposition des plantes à diverses températures.

Si l'on transfère des plants qui se trouvent dans des salles à 25° et à 30° cinq jours après l'apparition des symptômes dans une salle à 20°, ce qui revient à leur faire subir un brusque refroidissement, les plants meurent dès le lendemain, les feuilles déroulées et mosaïquées étant entièrement nécrosées, le fuseau étant de couleur encore verte, mais desséché.

Si l'on prend des plants qui sont dans des salles à 30°, douze jours après l'apparition des symptômes et qu'on les mette dans la salle à 20°, les plants meurent en trois jours : le fuseau central des feuilles se nécrose en premier, les feuilles plus âgées étant encore turgescentes (Fig. 9).

Les plants placés dans des salles à 15° et 20°, qui sont ensuite amenés dans la salle à 30° ne manifestent pas de symptôme jusqu'en fin d'expérience (deux mois), et ne donnent pas de précipité sérologique. Le virus ne se multiplie pas dans les plants à 15° et 20° ; alors qu'il y a multiplication virale dans le maïs, variété «INRA 258».

#### — SORGHO «Redlan»

Si l'on inocule des sorghos de variété «Redlan» avec une suspension virale à 0,3 mg/ml dans le tampon phosphate 0,05 M pH 7,2 les feuilles inoculées se nécrosent et se dessèchent en moins de 48 heures, les autres feuilles ne montrent aucun symptôme aux diverses températures pendant toute la durée de l'expérience.

VARIETES DE SORGHO	SYMPTOMES DUS A SCMV-AMPEFY	SYMPTOMES DUS A MDMV selon TOLER (1968)
Redlan	Nécroses locales	Mosaïque ou nécroses systémiques selon la température
NM 31	Nécroses locales	- idem -
Combine Kafir 60	Nécroses locales	- idem -
Redbine Selection	Nécroses locales	- idem -
Tx 412	Mosaïque	Mosaïque quelque soit la température
Tx 414	Traces de Mosaïque qui disparaissent	Mosaïque - idem -
Sumac	- idem -	Mosaïque - idem -

Tableau 5 : Symptômes manifestés par diverses variétés de Sorgho  
après l'inoculation par le MDMV (selon TOLER, 1968)  
et SCMV-AMPEFY

Les feuilles inoculées avec une suspension virale diluée au 1/10, soit 0,03 mg/ml, montrent des taches rouges irrégulièrement réparties sur le limbe, aux trois températures de 20°, 25° et 30°. Quelques soient les transferts de température effectués, aucun autre symptôme n'est observé. La variété «Redlan» se comporte comme un hôte à nécroses locales à ces trois températures.

### 3 — DISCUSSION

Selon les températures comprises entre 20° et 30°, on peut distinguer deux types variétaux de sorgho :

— les sorghos inoculés par SCMV-Ampefy qui montrent les mêmes symptômes quelque soit la température, soit une mosaïque comme «Tx 412», soit des nécroses locales comme «Redlan».

— les sorghos dont les symptômes après l'inoculation par SCMV-Ampefy qui varient selon la température, comme les variétés «Caprock» et «AKS 614». A partir d'une température supérieure à 25°, ces variétés montrent une mosaïque. Si les plants sont transférés à 20°, les plants dans lesquels la multiplication virale a eu lieu se nécrosent. La rapidité du développement des nécroses paraît fonction du temps de maintien à une température supérieure à 25° avant le transfert à 20°. Les feuilles âgées des plants maintenus 15 jours à 30° ne se nécrosent pas.

Ces observations sont analogues à celles obtenues sur les tabacs hypersensibles infectés par le VMT. Si l'on inocule du VMT sur *Nicotiana glutinosa* à 35°, on

observe une mosaïque, alors qu'à 20° on obtient des nécroses locales (SAMUEL, 1932). Si l'on transfère un *N. glutinosa* atteint de Mosaïque de 35° à 20°, les cellules dans lesquelles la multiplication virale est en cours se nécrosent, l'importance des nécroses étant fonction du temps d'exposition à 35° (MARTIN & GALLET, 1966). Les variétés de sorghos «Caprock» et «AKS 614» sont donc des variétés hypersensibles à SCMV-Ampefy. A 20°, le virus ne se multiplie pas dans ces variétés de façon suffisante pour qu'il y ait des nécroses visibles. Ces nécroses apparaissent dans les cellules où la multiplication virale a eu lieu.

L'hypersensibilité des variétés de sorghos «Caprock» et «AKS 614» est levée à 25° ± 2° près, au lieu de 30° ± 2° pour le *N. glutinosa* (MARTIN & GALLET, 1966). Alors que pour le tabac, ces températures sont relativement élevées, pour le sorgho elles correspondent à des températures normales de croissance. La température à Tananarive varie entre 12° et 30° pendant la saison de culture du sorgho. Une baisse de température nocturne entraîne l'apparition de nécroses brun-rouge sur les feuilles de sorgho variété «Caprock». Une augmentation diurne de la température permet au plant de se développer et au virus de se multiplier en provoquant l'apparition des symptômes de mosaïque jusqu'à ce que la nécrose générale des feuilles du fuseau central entraîne la mort du plant en quelques jours. L'alternance de températures égales ou supérieures à 25° et en dessous de 20° est fréquente dans le Sud de l'Europe et de l'Afrique du Sud, et peut expliquer les symptômes décrits sous le nom de *Red Stripe Mosaic Virus* (DIJKSTRA & GRANCINI, 1960).

#### VI — INOCULATION DE DIVERSES SOUCHES DE SCMV A LA VARIÉTÉ DE SORGHO «REDLAN»

Aux trois températures de 20°, 25° et 30°, les feuilles inoculées par le SCMV-Ampefy à cette variété de sorgho montrent des nécroses locales alors que la variété manifeste une mosaïque avec SCMV-H et SCMV-B. Afin d'éliminer les facteurs de l'environnement sur la manifestation de divers types de symptômes, cette variété a été inoculée par SCMV-Ampefy, SCMV-B et SCMV-H dans les mêmes conditions expérimentales.

Des sorghos de variété «Redlan» sont semés en serre à l'INRA-Dijon, la température variant entre 15° et 35°. Les semences proviennent, soit de la collection de la Station du Lac Alaotra Madagascar, soit du Dr TOLER, Texas A & M University, USA. Elles sont inoculées par diverses dilutions dans le tampon phosphate 0,05 M pH 7,2 d'extraits de plants. Les souches SCMV-B et SCMV-H proviennent de plants de maïs malades envoyés par Dr GILLASPIE, Houma, Louisiana, USA.

Dans les mêmes conditions expérimentales, on peut observer les résultats suivants :

- Les feuilles inoculées par SCMV-Ampefy montrent des nécroses locales.
- Les feuilles qui se développent après l'inoculation de SCMV-B et de SCMV-H montrent une mosaïque avec quelques taches rouges.

La variété «Redlan» est donc un hôte à nécroses locales de SCMV-Ampefy, alors que les autres souches SCMV-B et SCMV-H provoquent une infection systémique dans les mêmes conditions de température.

VII – COMPARAISON ENTRE LE SCMV-AMPEFY ET  
LES AUTRES SOUCHES DE SCMV ET DE MDMV

La souche SCMV-Ampefy se multiplie dans *Saccharum officinarum* «Otahtilousier», comme toutes les souches de SCMV. Elle ne se multiplie pas dans *Arundo donax*, hôte caractéristique du *Sorghum Red Stripe Virus* (KLINKOWSKI, 1968).

La souche SCMV-Ampefy donne des nécroses locales sur les feuilles inoculées de la variété de sorgho «Redlan», de même que sur quelques feuilles des variétés de sorgho «NM 31», «Combine Kafir 60», «Redbine Selection». Quelques plants de la variété de sorgho «Sumac» et «Tx 414» montrent des symptômes de Mosaïque qui ne se maintiennent pas. Le pourcentage des plants infectés est inférieur ou égal à 1 %. Aucune nécrose n'est observée. Or, ces variétés manifestent deux types de symptômes avec le MDMV (TOLER, 1968) : les variétés du premier groupe, («Redlan, Combine Kafir 60, Redbine Selection») montrent, selon la température, une mosaïque avec quelques taches rouges ou des nécroses systémiques. Les variétés du deuxième groupe («Sumac» et «Tx 414») montrent seulement une mosaïque (Tableau 6).

SORGHO	SCMV							MDMV	
	AMPEFY	A	B	D	E	H	I	A	B
Tx 412	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Caprock	+	+	+	+	+	+	+	+	+
NM 31	+(NL)	-	+	+	+	+	+	+	+
Redlan	-(NL)	-	+	-	-	+	+	+	-

(NL) : Nécroses locales sur les feuilles inoculées

Tableau 6 : Différenciation des souches de SCMV et de MDMV  
hôtes du sorgho «Tx 412», sur des hôtes  
hypersensibles.

Les variétés qui peuvent donner des nécroses locales avec la souche SCMV-Ampefy sont celles qui donnent des nécroses systémiques lorsqu'elles sont inoculées par le MDMV, à condition que la température permette la multiplication virale et la nécrose des tissus. Les variétés qui donnent des nécroses systémiques avec le MDMV contiennent le gène «N» dans leur génome (TEAKLE, 1971). Ces variétés présentent une résistance par hypersensibilité à SCMV-Ampefy, de nature oligogénique et différentielle. L'hypersensibilité de certaines variétés peut être levée à une température de 25°, comme pour la variété «Caprock» qui n'est alors plus différentielle. En utilisant les résultats de TOLER (1968), de SNAZELLE (1971) et de TOSIC & FORD (1974). On peut distinguer trois groupes de souches, selon leur virulence sur le sorgho :

- SCMV-Ampefy et SCMV-A se multiplient dans «Tx 412». Les variétés «REDLAN» et «NM 31» sont hypersensibles.
- SCMV-D et SCMV-E se multiplient dans «Tx 412» et dans «NM 31», mais ne se multiplient pas dans «REDLAN»:
- SCMV-B, SCMV-H, SCMV-I et MDMV-A se multiplient dans «Tx 412», «REDLAN» et «NM 31».

La souche MDMV-B ne peut être différenciée de SCMV-A et de SCMV-Ampefy d'après ce tableau. D'après SNAZELLE (1971), MDMV-B n'entraîne pas de symptômes après son inoculation à la variété de sorgho «Caprock». Mais, nous avons vu précédemment que, selon la température, SCMV-Ampefy se multiplie ou non dans cette variété «Caprock». Par ailleurs, MDMV-B est considéré comme l'une des souches de SCMV par TOSIC & FORD (1974), bien que certaines variétés de *Saccharum officinarum* n'aient pas montré de symptômes après avoir été inoculées avec cette souche.

Le tableau de variétés permet de distinguer trois groupes de souches selon leur virulence, alors qu'avec un seul gène de résistance on pourrait penser n'en distinguer que deux. Ceci peut s'expliquer de diverses manières :

- les conditions d'expérimentation n'auraient pas été précises sur le plan de la température.
- il y aurait plusieurs gènes d'hypersensibilité.
- il pourrait y avoir trois gènes allèles dans certaines variétés de sorgho, donnant un système de résistance analogue à celui de *Solanum acaule* à l'infection par le Virus X de la pomme de terre (COCKERHAM, 1958).
- Les souches SCMV-D et SCMV-E pourraient être un mélange de souches.

En effet, les variétés de sorgho ne donnent qu'un certain pourcentage de plants malades avec ces souches alors que le MDMV, SCMV-A, SCMV-H et SCMV-Ampefy donnent des résultats entièrement positifs ou négatifs. Par ailleurs, après plusieurs passages de SCMV-D sur la variété de canne à sucre «GP 31-294», on obtient les

symptômes de SCMV-A (SUMMERS, BRANDES & RANDS, 1948). Cette transformation fait penser à un clonage de souche par lequel «GP 31-294» permet de séparer SCMV-A.

La souche SCMV-Ampefy ne diffère pas en virulence de la souche SCMV-A d'après les variétés de sorgho proposées. Les deux souches ont de nombreux hôtes communs. Par contre, la variété de riz «BG 79» ne montre aucun symptôme lorsqu'elle est inoculée par SCMV-Ampefy, alors qu'elle manifeste une mosaïque lorsqu'elle est inoculée par SCMV-A (ANZALONE & LAMEY, 1968). Il n'est pas possible pour le moment de dire s'il s'agit entre les deux souches d'une différence d'agressivité ou de virulence.

### BIBLIOGRAPHIE

- ABBOTT E.V. 1953. Tolérance to dilution and heat of six strains of the sugarcane mosaic virus. *Proc. Inter. Soc. Sugar Cane Technol.* 8, 911-913.
- ABBOTT E.V. 1961. A new strain of sugarcane mosaic virus. *Phytopathology* 51, 9, 642.
- ABBOTT E.V. & I.E. STOKES. 1966. A world survey of sugarcane mosaic virus strains. *Sugar y Azucar*, Mars 1966.
- ABBOTT E.V. & R.L. TIPPETT. 1966. Strains of sugar cane mosaic virus. *U.S. Department of Agriculture, Techn. Bull. N° 1340*, 25 pp.
- ABBOTT E.V., ZUMMO N. & R.L. TIPPETT. 1967. Methods of testing sugar cane varieties for disease resistance at the U.S. Sugar cane field station, Houma Louisiana. *Proc. Inter. Soc. Sugarcane Technol.* 12, 1138-1142.
- ANZALONE L., GIMALVA M. & J.P. CHILTON. 1967. Methods used to select disease resistant varieties of sugar cane at the Louisiana State University *Proc. Inter. Soc. Sugarcane Technol.* 12, 31.
- ANZALONE L. & H.A. LAMEY. 1968. Possible differential reaction of certain rice varieties to sugar cane mosaic virus. *Plant disease Reporter*, 52, 775-777.
- BANCROFT J.B., A.J. ULLSTRUP, M. MESSIEHA, C.E. BRACKER & T.E. SNAZELLE. 1966. Some biological and physical properties of a midwestern isolate of maize dwarf mosaic virus. *Phytopathology*, 56, 474-478.
- BAUDIN P. 1970. Diagnostic sérologique du Virus de la Mosaïque de la canne à sucre, *Terre Malgache*, 8, 196-206.
- BRANDES E.W. 1920. Artificial and insect transmission of sugar cane mosaic virus. *J. Agr. Res.* 19, 131-138.
- BRANDES E.W. 1927. Sugarcane mosaic. *Proc. Intern. Soc. Sugarcane Technol.* 2, 83-85.
- CHONA B.L. 1944. Sugar cane mosaic and its control. *Indian Farming*, 5, 174, 8.
- COCKERHAM 1958. *Proc. 3rd Conf. Potato Virus diseases*, Lisse, Wageningen 1957; 199-203, H. Velman & Zonen, Wageningen.
- COSTA A.S. & M.P. PENTEADO. 1951. Corn seedlings as test plants for the sugar cane mosaic virus. *Phytopathology*, 41, 758-763.
- DALE J.L. 1964. Isolation of a mechanically transmissible virus from corn in Arkansas. *Plant Disease Reporter*, 48, 661-663.

- DEAN J.L. & O.H. 1967. Screening sugar cane seedlings for mosaic resistance by mechanical inoculation. *Proc. Congr. Intern. Soc. Sugar Cane Technol.* 12, 1188-1193.
- DIJKTRA T. & P. GRANCINI. 1960. Serological and electron microscopical investigations of the relationship between the sorghum red stripe virus and sugar cane mosaic virus. *Tidjsh. Plantenziekten*, 66, 295-300.
- FLOR H.H. 1959. Host parasite interaction in flax rust, its genetics and other implications. *Phytopathology*, 45, 680-685.
- GILLASPIE A.G. 1967. Maize dwarf mosaic virus recovered from commercial varieties of sugar cane. *Plant Disease Reporter*, 51, 761-763.
- GILLASPIE A.G. 1972. Sugar cane mosaic virus : Purification. *Proc. Intern. Soc. Sugarcane Technol.* 14, 961-970.
- GOIDANICH G. 1939. Ricerche sul deperimento del Sorgho Zuccherino varificatosi in Italia nella primavera 1936. *Boll. Stz. Patol. Veg. Roma*, NS 39, 1, 1-74.
- GOLD A.H. & J.P. MARTIN. 1953. Election microscopy of particles associated with sugar mosaic. *Phytopathology*, 45, 694.
- GRANCINI P. 1957. Un mosaico del mais e del sorgo in Italia. *Maydica* 2, 83-104.
- HOLMES F.O. 1941. A distinctive strain of tobacco mosaic virus from Plantago. *Phytopathology*, 31, 1089-1098.
- HOLMES F.O. 1958. Genetics of pathogenicity in viruses and of resistance in host plants. *Advances in Virus Research*, 11, 139-161.
- KHURANA S.M.P. & SHTRUGHNA SINGH, 1972. *Sugar cane Pathologists' New-letter* 9, 6-8.
- KLINKOWSKI M. 1968. *Planzliche virologie. Die virosen des europäischen raumes* Akademie verlag, Berlin, 457 pp.
- LIU H.P. & H.W. LI. 1953. Studies on the sugar cane mosaic virus in Taiwan II. The mode of resistance of cane varieties and the wild relatives of the cane to strains of mosaic. *Taiwan Sugar Expt. Station, Report* 10, 89-103.
- LOVISOLO O. 1957. Contributo sperimentales alla conoscenza e alla determinazione del virus agente dell'arrosamento striato del sorgo e di un mosaico del mais *Boll. Staz. Patol. Veg.*, Roma Ser III, 14, 261-321.
- MAC KENZIE R.R. 1967. Studies with maize dwarf mosaic virus from the northeastern United States. M.S. Thesis, The Pennsylvania State University, University Park, Parck', 46 pp.
- MARTIN-C. & M. GALLET. 1966. Contribution à l'étude de l'action de la température sur la réaction d'hypersensibilité de certains hôtes à l'égard du virus de la mosaïque du tabac. *C.R. Acad. Sc. Paris*, 262, 646-649.
- MATZ J. 1933. Artificial transmission of sugar cane mosaic. *J. Agric. Res.* 46, 821-840.
- MATZ J. 1938. Comparative study of sugar cane mosaic from different countries, *Proc. Intern. Soc. Sugarcane Technol.* 6, 572-580.
- PIRONE T.P. & L. ANZALONE Jr. 1966. Purification and electron microscopy of sugar cane mosaic virus. *Phytopathology*, 56, 371-372.
- SAMUEL G. 1931. *Ann. Applied Biol.* 18, 194.
- SEIN F. 1930. A new mechanical method for artificially transmitting sugar cane mosaic virus. *Proc. Intern. Soc. Sugarcane Technol.* 6, 554-63
- SHEPHERD R.J. 1965. Properties of a mosaic virus of corn and Johnson grass and its relation to the sugar cane mosaic virus. *Phytopathology*, 55, 1250-1257.
- SIGNORET P.A. 1970. Une mosaïque du sorgho dans le Sud de la France : premières observations. *Ann. Phytopathol.* 2, 681-687.

- SMITH K.M. 1957. *A Textbook of plant virus diseases*. Churchill Londres 652 pp.
- SNAZELLE T.E., J.B. BANCROFT & A.J. ULLSTRUP 1971. Purification and serology of maize dwarf mosaic and sugar cane mosaic viruses. *Phytopathology*, 61, 1059 - 1063.
- STANIER R.Y., M.DOUDOROFF & E.A. ADELBERG. 1966. *Microbiologie générale* Masson Paris 638 pp.
- STOREY H.M. 1924. Diseases of sugar cane of the mosaic type in South Africa. *J. of the Dept. of Agriculture* N° 32.
- STOREY H.H. 1927. Strains of the viruses affecting the gramineae. *Proc. Intern. Soc. Sugar-cane Technol.* 2, 87-88.
- SUMMERS E.M., E.W. BRANDES & R.D. RANDS. 1948. Mosaic of sugar cane in the United States, with special reference to strains of the virus. *U.S.D.A. TECHNICAL Bull.* 955, 44-99.
- TAYLOR R.H. & R.D. PARES. 1958. The relationship between sugar cane mosaic virus and mosaic viruses of maize and Johnson grass in Australia. *Aust. J. Agric. Res.* 19, 767-773 .
- TEAKLE D.S., R.F. MOORE, D.M. GEOGE & D.E. BYTH. 1970. Inheritance of the necrotic and mosaic reactions in sorghum infected with a Johnson grass strain of sugar cane mosaic virus. *Austr. J. Agric. Res.* 21, 549-556.
- TIPPETT R.L. & ABBOTT E.V. 1968. A new strain of sugar cane mosaic virus in Louisiana. *Plant Disease Reporter*, 52, 450-451.
- TODD E.H. 1964. Sugar cane mosaic on Ste Augustine grass. *U.S. Agric. Res. Serv. Plant Dis. Reporter*, 48, 442.
- TOLER R.W. 1968. Maize dwarf mosaic and other currently important diseases of sorghum. *Proc. annual corn and sorghum research conf.* Washington, 23, 1-11.
- TOSIC M. & R.E. FORD. 1972. Grasses differentiating sugar cane mosaic and maize dwarf mosaic viruses. *Phytopathology*, 62, 1466-1469.
- VAN DER PLANDK J.E. 1968. *Disease resistance in plants* Academic Press N.Y. & Londres, 206 pp.
- VON WECHMAR B. & H.S. HAHN: 1967. Virus diseases of cereals in South Africa. II. Identification of two elongated plant viruses as strains of sugar cane mosaic virus. *S. Afric. J. Agric. Sei.* 10, 241-252.
- WILLIAMS L.E. & L.J. ALEXANDER. 1964. An unidentified virus isolated from corn in Southern Ohio. *Phytopathology*, 54, 912.

\*

\*

\*