

Les maladies virales du pois ailé en Côte-d'Ivoire

C. FAUQUET, D. LAMY et J.-C. THOUVENEL

Résumé

Trois maladies de type viral ont été observées sur *Psophocarpus tetragonolobus* en Côte-d'Ivoire et la nature virale de deux d'entre elles a été clairement mise en évidence: il s'agit de la mosaïque nécrotique due à un virus filamenteux, et de la mosaïque en anneaux provoquée par un virus sphérique. En ce qui concerne la troisième maladie, toutes les expériences effectuées jusqu'à présent n'ont pas permis de déceler un agent viral, mais sa présence est néanmoins suspectée. Le présent article décrit les symptômes de ces maladies, leur importance respective sur le développement de la plante, et les premiers résultats concernant leur vecton, leur transmission et la nature des virus mis en évidence.

Le *Psophocarpus tetragonolobus* (ou pois carré ou pois ailé) est d'introduction très récente en Côte-d'Ivoire puisque c'est en 1976 que la fondation Nestlé a importé des graines du Ghana et de Papouasie Nouvelle-Guinée en vue d'étudier l'influence de la consommation par les enfants sur leur développement. *Psophocarpus* est en effet très riche en protéines: 30 pour cent dans les graines, 6 à 15 pour cent dans les gousses et 12 pour cent dans les tubercules.

Jusqu'à maintenant, cette plante n'est cultivée que dans deux régions différentes: en basse Côte-d'Ivoire avec une pluviométrie de 2 300 mm, et à la limite de la forêt et de la savane avec 1 500 mm de pluie. *Psophocarpus* n'est cultivé pour l'instant que dans un but expérimental; cependant, il a déjà été distribué à 130 paysans d'une même région et la culture devrait bientôt s'étendre à d'autres régions de la Côte-d'Ivoire.

Dès les premières cultures, des problèmes phytosanitaires se sont posés et, en particulier, l'apparition de maladies virales. Les trois maladies observées ainsi que les premiers résultats obtenus sont décrits ci-après.

Matériel et méthodes

Inoculation mécanique. Les essais d'inoculation mécanique se font de la façon suivante:

Les auteurs travaillent avec Orstom BP V-51, Abidjan, Côte-d'Ivoire. Ils remercient vivement les chercheurs de la fondation Nestlé qui ont mis leurs cultures à leur disposition, ainsi que le docteur Monsarrat pour ses observations au microscope électronique. Ils remercient également le professeur Hirth qui a bien voulu diriger ce travail et rédiger le manuscrit.

l'échantillon est broyé dans un mortier ou dans de la glace pilée, avec un tampon phosphate de potassium 0,1 M pH 7,1 contenant 0,02 M de chlorhydrate de cystéine, à raison de 5 ml de tampon par gramme de plante. Le jus brut obtenu est inoculé manuellement en présence de carborundum (M400) sur les feuilles convenablement choisies.

Purification des virus. La méthode de purification décrite ci-après a été utilisée pour les trois maladies. Les feuilles malades sont broyées dans un homogénéisateur pendant deux minutes avec un tampon phosphate 0,2 M pH 8,2 contenant de l'urée 1 M, de l'EDTA (0,1 pour cent) et du mercapto-éthanol (0,4 pour cent), à raison de 3 ml de tampon par gramme de feuille. Le jus est clarifié par du chloroforme, à proportion de 1 ml par gramme de feuille. Le virus est ensuite purifié par alternance de centrifugations à haute et basse vitesses, le dernier stade de purification étant une centrifugation sur un gradient de saccharose (10-40 pour cent). Le virus est ensuite remis en suspension dans du tampon borate 0,05 M pH 8.

Observation au microscope électronique. Le matériel à observer est déposé sur des grilles de microscopie électronique carbonées, et coloré à l'acétate d'uranyle à 3 pour cent.

Mosaïque nécrotique du pois ailé

Localisation. Cette maladie est apparue uniquement dans la culture effectuée en basse Côte-d'Ivoire. Elle s'est manifestée rapidement,

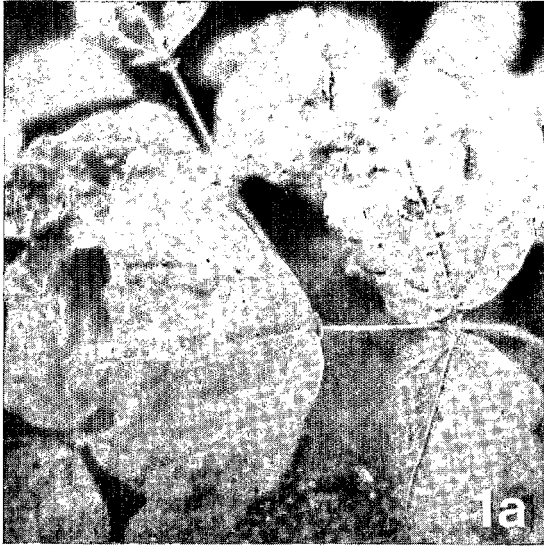


Figure 1a. Symptômes en champs de mosaïque nécrotique sur *Psophocarpus tetragonolobus*.

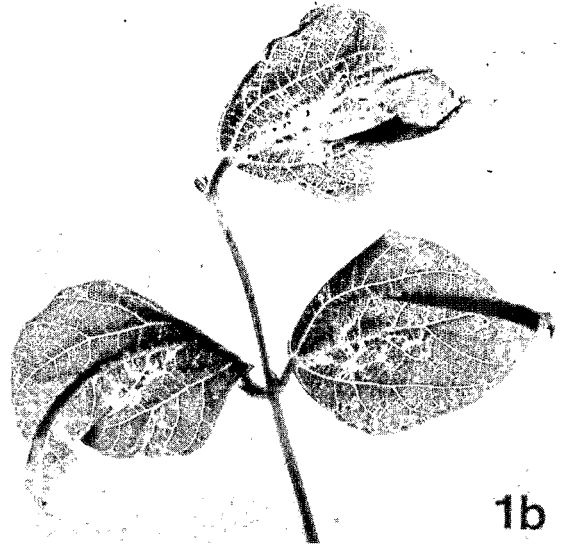
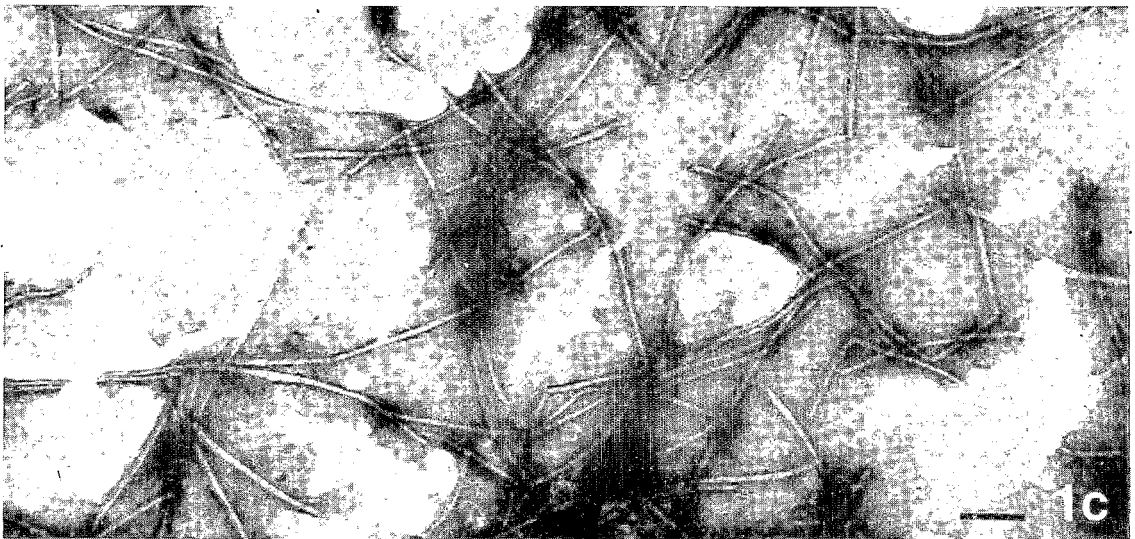


Figure 1b. Symptômes de nécrose obtenus sur feuilles de *P. tetragonolobus* par inoculation mécanique.

Figure 1c. Virus de la mosaïque nécrotique du pois ailé au microscope électronique. Trait = 200 nm.



mais pas systématiquement, sur les jeunes pieds; sur 1 364 pieds observés, 118 (9 pour cent) montraient des symptômes. Ces pieds malades étaient répartis uniformément sur toute la surface du champ.

Symptômes. Les plantes malades montrent des nécroses sur les feuilles, qui déforment les folioles. Autour des taches nécrotiques, on peut également remarquer des zones jaunes de mosaïque (figure 1a). La surface foliaire est nettement réduite et la plante dans son ensemble a un aspect chétif et peu développé. La maladie est systémique, toutes les nouvelles feuilles présentant ces symptômes de nécrose. La gravité de la maladie semble proportionnelle à la précocité de l'attaque. En effet, si la plante est infectée très jeune, des nécroses apicales l'empêchent aussitôt de croître. Par contre, si le pois ailé est relativement âgé, les nécroses se produisent uniquement sur les feuilles. Le nombre de fleurs est nettement réduit, et beaucoup d'entre elles avortent.

Transmission mécanique. Les auteurs ont artificiellement transmis cette maladie à des plantules saines de *Psophocarpus* par inoculation mécanique de jus brut de *Psophocarpus* malade. Ils ont obtenu la reproduction exacte des symptômes naturels (figure 1b) et ont pu confirmer les observations faites sur le terrain concernant la gravité des symptômes. L'inoculation réalisée sur de jeunes plantules de 14 jours provoque la nécrose apicale et la mort de la plantule. Plus la plante est âgée, plus elle résiste à cette infection.

L'inoculation mécanique de cette maladie à de nombreuses plantes a été tentée parmi les chénopodiacées, les solanacées et les légumineuses, mais seules quelques plantes hôtes comme *Phaseolus vulgaris*, *Canavalia ensiformis* et *Nicotiana megalosifon* ont été trouvées.

Transmission par la graine. Des graines récoltées sur des plants malades ont été semées dans de la terre stérile et sous abri, afin de tester la transmission par la graine. Sur 1 200 graines, aucune plante obtenue n'a montré les symptômes caractéristiques de cette maladie.

Vecton. Des expériences de transmission par pucerons ont été effectuées avec *Aphis craccivora*, rencontré fréquemment sur *Psophocarpus*, mais aucune transmission n'a pu être

décelée, que ce soit par le mode non persistant ou par le mode persistant.

Identification. Les résultats obtenus par inoculation mécanique et l'étude des propriétés biologiques du jus brut de plante malade font penser à une maladie virale. Le virus a pu être purifié et des observations au microscope électronique ont révélé des particules filamenteuses de 620 nm de longueur et 14 nm de largeur (figure 1c). Cette suspension de virus purifié, réinoculée à des pois ailés, provoque l'apparition de symptômes nécrotiques caractéristiques.

Conclusion. Il a été démontré que la mosaïque nécrotique du pois ailé est provoquée par un virus de type filamenteux. Aucune maladie de ce genre n'a jamais été décrite sur *Psophocarpus* et aucun virus ayant des caractères morphologiques comparables n'est connu pour provoquer de tels symptômes sur cette plante. Parmi tous les virus filamenteux de légumineuses, aucun ne semble avoir les mêmes propriétés que celui-ci. Cependant, les résultats sont encore imprécis et trop peu nombreux pour affirmer qu'il s'agit d'un nouveau virus. Néanmoins, afin d'éviter toute confusion, celui-ci sera désigné provisoirement sous le nom de *Psophocarpus necrotic mosaic virus*.

Il semble que ce virus ne soit pas transmis par la graine, mais plutôt naturellement par un insecte; cependant, ceci n'a pas encore pu être prouvé.

Mosaïque en anneaux du pois ailé

Localisation. Cette maladie est apparue dans la zone de culture à la limite de la forêt. Tous les pieds étaient atteints et, apparemment, la contamination avait eu lieu précocement, car les symptômes étaient visibles sur les toutes premières feuilles.

Symptômes. Les plantes malades montrent sur leurs feuilles des taches vert clair en forme d'anneaux qui souvent se joignent les unes aux autres (figure 2a). Ce symptôme, qui est le plus caractéristique, peut évoluer vers une mosaïque en taches plus jaunes ou même vers une coloration des nervures très discrète. D'une façon générale, les pieds très atteints ont leurs feuilles cloquées et légèrement déformées (figure 2b).

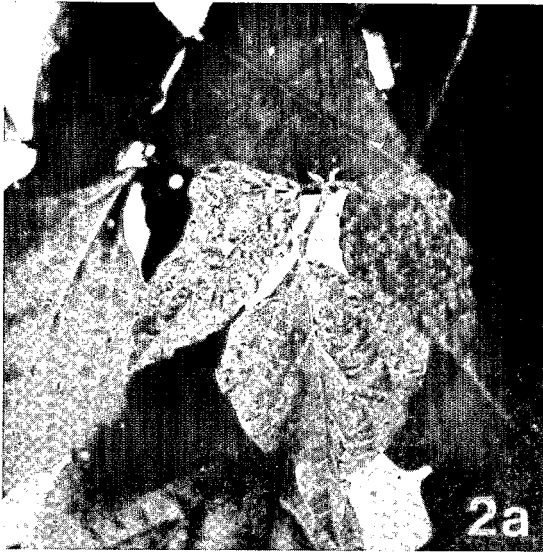


Figure 2a. Symptômes en champs de mosaïque en anneaux sur *Psophocarpus tetragonolobus*.

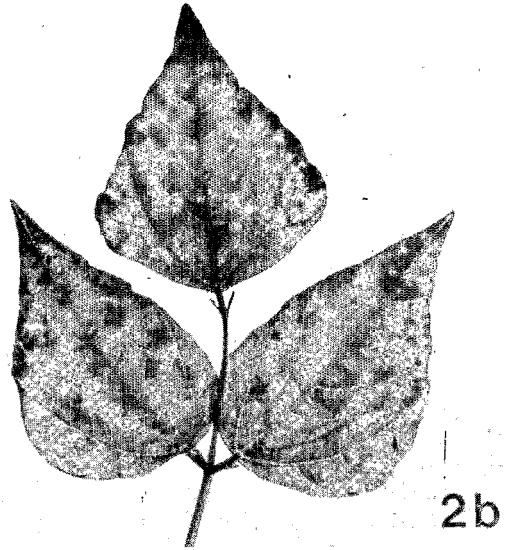


Figure 2b. Symptômes de mosaïque en anneaux sur feuilles de pois ailé obtenus par inoculation mécanique.

Figure 2c. Particules virales de la mosaïque en anneaux de *Psophocarpus tetragonolobus* au microscope électronique. Trait = 100 nm.

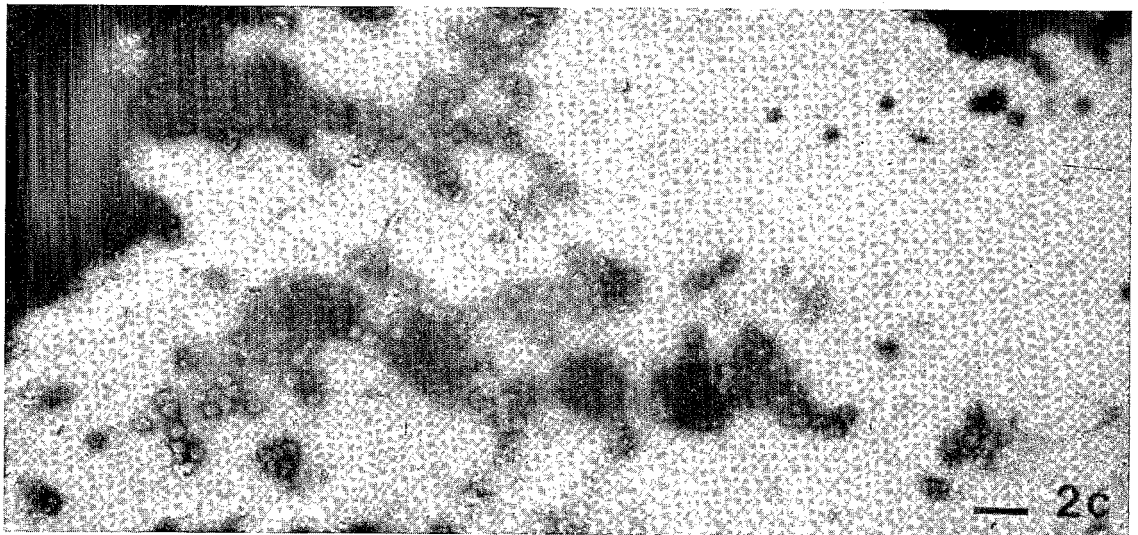




Figure 3a. Symptômes en champs de rabougrissement sur *Psophocarpus tetragonolobus*.

Les feuilles malades ont une surface foliaire réduite et le développement général de la plante est également diminué.

L'incidence de cette maladie sur le rendement n'est pas connue, mais on peut penser qu'elle est de l'ordre de 10 à 20 pour cent, ce qui entraîne une perte de récolte non négligeable, car tous les plants de cette zone de culture sont infectés.

Transmission. Cette maladie a pu être transmise par inoculation mécanique de *Psophocarpus* (figure 2b), ainsi qu'à toute une série de plantes hôtes parmi les chénopodiacées, les solanacées et les légumineuses.

La transmission par la graine a également été testée en semant, dans de la terre stérile et sous abri, 800 graines provenant de pieds malades. Une transmission positive, donnant exactement les mêmes symptômes que sur le terrain, a été constatée à un taux relativement faible de 1 pour cent maximum.

Vection. Des expériences de transmission avec *Aphis craccivora* ont été effectuées, soit avec des pucerons trouvés sur des plantes malades,

soit avec des pucerons d'élevage. Une transmission sur le mode non persistant a pu être démontrée.

Des expériences de transmission avec des Chrysomelidae ou des Pentatomidae se sont révélées négatives.

Identification. Tous les résultats obtenus par inoculation, étude des propriétés biologiques du jus brut de plante malade et transmission par aphide démontrent qu'il s'agit bien d'une virose. Le virus a pu être purifié par la méthode utilisée pour le virus précédent, et des grilles de microscopie électronique ont pu être effectuées révélant des particules sphériques de 24 nm de diamètre (figure 2c). Cette suspension purifiée inoculée à des pois ailés provoque l'apparition des symptômes observés sur le terrain.

Conclusion. Il a été démontré que la mosaïque en anneaux du pois ailé est due à un virus sphérique. C'est la première fois que cette maladie est décrite sur *Psophocarpus* et aucun virus de ce type n'est connu pour provoquer de tels symptômes sur cette plante. Les propriétés de ce virus laissent penser qu'il s'agit d'un cucumovirus; cependant, il n'a pas été possible de

l'identifier de façon précise avec les autres souches de cucumber mosaic virus qui infectent les légumineuses. Les expériences seront poursuivies dans le but d'établir cette identité et, en attendant, il sera désigné sous le nom de *Psophocarpus ringspot virus*.

Enroulement du pois ailé

Localisation. Cette maladie n'est apparue que dans la zone de culture à la limite de la forêt et de la savane. Toutes les plantes étaient atteintes, mais tardivement, au début de la floraison.

Symptômes. Les feuilles deviennent vert foncé, épaississent et s'enroulent vers le bas (figure 3a et 3b), la croissance des apex est stoppée, et un grand nombre de fleurs tombent. Les nervures des feuilles deviennent saillantes et leurs ramifications sont perturbées. Il semble que cette maladie soit très importante en ce qui concerne la production de graines. A chaque

Figure 3b. Enroulement de trois pieds de *Psophocarpus tetragonolobus*: un sain, un malade de la mosaïque en anneaux et un de rabougrissement.



culture, elle a été constatée en fin de cycle. De plus, lorsqu'il y a des repousses après la première récolte, les nouvelles feuilles sont saines et il faut attendre longtemps avant de voir réapparaître les mêmes symptômes. Il semble donc que le développement de cet agent soit lent.

Transmission. Toutes les techniques courantes d'inoculation mécanique se sont révélées négatives sur *Psophocarpus*. Des greffes de feuilles ou de méristèmes ont donc été tentées, sans résultat, sur pois ailé ou arachide, et aucun symptôme n'est apparu sur les porte-greffes même plusieurs mois après les expériences.

Les graines prélevées sur des plantes très atteintes par cette maladie (800 environ) ont donné des plantes saines; il ne semble donc pas que la maladie soit transmissible par la semence.

Vection. Tous les pieds étant malades, aucun rapprochement n'a pu être fait avec un vecteur quelconque. Par ailleurs, il n'a pas été observé de pullulation d'insectes. Des expériences envisageant toutes les possibilités devront être entreprises pour cerner ce problème.

Conclusion. Les purifications réalisées sur du matériel malade n'ont pas permis de caractériser des particules virales; les observations en microscopie électronique se sont également révélées négatives; par conséquent, il est prématuré à ce jour de conclure à l'origine virale de la maladie. Toutefois, l'hypothèse d'une cause physiologique semblant être à écarter, les cultures se faisant sur défriche et sans apport d'engrais ou de pesticides, la nature des symptômes fait retenir celle d'un agent viral.

Conclusion générale

Jusqu'à présent, on sait peu de chose sur les viroses du pois ailé. Plusieurs auteurs (National Academy of Sciences, 1975; Pospisil *et al.*, 1971; Rachie, 1973) décrivent cette culture comme relativement indemne de viroses, alors que Sinnaduraï (1977) signale une sévère virose sur les pois ailés au Ghana.

En Inde, Newton et Pieris (1953) décrivent le pois ailé comme hôte possible pour la mosaïque du pois d'Angole (*Cajanus cajan*), ainsi que pour la mosaïque de *Crotalaria striata*, mais sans autre précision.

En Côte-d'Ivoire, dès les premières cultures de pois ailé, trois maladies importantes sont apparues. Deux d'entre elles sont attribuables de façon certaine à des virus. La mosaïque nécrotique est due à un virus filamenteux, et la mosaïque en anneaux est provoquée par un virus sphérique transmis par aphide. Il est encore trop tôt pour parler de virose dans le cas de la troisième maladie, mais cette hypothèse est très vraisemblable.

L'incidence de ces viroses sur la culture est importante à la fois par l'intensité des symptômes dans le cas de la nécrose, et par le nombre de pieds malades dans le cas de la mosaïque en anneaux. Le rabougrissement est néfaste par son action sur toutes les plantes du champ pendant la floraison. Le contrôle de ces maladies sera un facteur très important pour le développement de cette culture en Côte-d'Ivoire.

Ouvrages cités

- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. *The winged-bean: a 1975 high protein crop for the tropics*. Washington, DC, États-Unis. 41 p.
- NEWTON, W. & PIERIS, J.W.L. Les viroses des plantes 1953 à Ceylan. *Bull. phytosan. FAO*, 2: 17-21.
- POSPISIL, F., KARIKARI, S.K. & BOAMAH-MENSA. E. 1971 Investigations of winged bean in Ghana. *World Crops*, 43: 260-264.
- RACHIE, K.C. *Potentials of field beans and other 1973 food legumes in Latin America*. Colombia, CIAT.
- SINNADURAI. The winged bean flyer, 1, 2, p. 6. 1977

ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE

**LES MALADIES VIRALES DU POIS AILÉ
EN CÔTE - D'IVOIRE**

C. Fauquet, D. Lamy et J.-C. Thouvenel



Tiré à part du
Bulletin phytosanitaire de la FAO
Vol. 27, N° 3, 1979

11 DEC. 1980
O. R. S. T. O. M.

Collection de Référence

n° M 10.103 PZ A

Viral diseases of winged bean in the Ivory Coast

C. FAUQUET, D. LAMY and J.C. THOUVENEL

Summary

Three diseases have been observed on *Psophocarpus tetragonolobus* in the Ivory Coast and the viral nature of two of them has been demonstrated: a necrotic mosaic caused by a filamentous virus and a ringspot mosaic induced by a spherical virus. None of the experiments carried out so far on the third disease have led to the identification of a viral agent, but its presence is nevertheless suspected. The present article describes the symptoms of these diseases, their effects on the development of winged beans and the first results relating to transmission of the pathogens and the nature of the viruses identified.

The winged bean, *Psophocarpus tetragonolobus*, was introduced into the Ivory Coast only very recently. In 1976 the Nestlé Foundation imported seed from Ghana and New Guinea in order to study the effects of eating winged beans on the development of children. *Psophocarpus tetragonolobus* is very rich in protein with 30 percent in the seed, 6 to 15 percent in the pods and 12 percent in the tubers.

This plant has so far only been grown locally in two different regions: the lowlands of the Ivory Coast, with a rainfall of 2 300 mm, and lands bordering the forests and savanna, with 1 500 mm of rainfall. The winged bean is cultivated here at present only for experimental purposes; however, it has already been distributed to 130 farmers in one region and should soon be distributed in other regions of the country.

There have been plant protection problems since the first crops, including, in particular, the appearance of viral diseases. The three diseases will be described in turn, together with the first results obtained.

Materials and methods

Mechanical inoculation. Mechanical inoculation tests were made as follows: the sample

The authors are with Orstom BP V-51 Abidjan, Ivory Coast. They are very grateful to research workers at the Nestlé Foundation, who placed cultures at their disposal; Dr Monsarrat for electron-microscope observations; and to Professor Hirth who directed this project and edited the manuscript.

was ground in a mortar containing flake ice, a potassium phosphate buffer (0.1 M, pH 7.1) and 0.02 M cystein hydrochlorate, using 5 ml of buffer per gram of plant. The crude sap obtained was inoculated manually, with the aid of carborundum (M400), on suitably chosen leaves.

Purification of the viruses. The method of purification described here was used for all three diseases. The diseased leaves were ground in a homogenizer for two minutes with a phosphate buffer (0.2 M, pH 8.2) containing urea (1 M), EDTA (0.1 percent) and mercapto-ethanol (0.4 percent), using 3 ml of buffer per gram of leaves. The extract was clarified by chloroform using 1 ml per gram of leaves. The virus was then purified by alternate high-speed and low-speed centrifugation, the last stage of purification being a centrifugation on a sucrose gradient (10-40 percent). The virus was then resuspended in a borate buffer (0.05 M, pH 8).

Electron-microscope observation. The material to be observed was deposited on carbon-coated electron-microscope grids and stained with 3 percent uranyl acetate.

Necrotic mosaic of winged bean

Occurrence. This disease has appeared solely in crops grown in the lowlands. It appeared very rapidly but not systematically on young

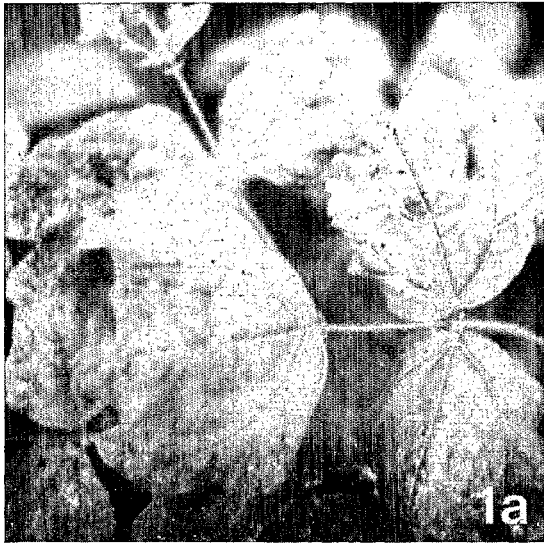


Figure 1a. Symptoms of necrotic mosaic on field-grown *Psophocarpus tetragonolobus*.

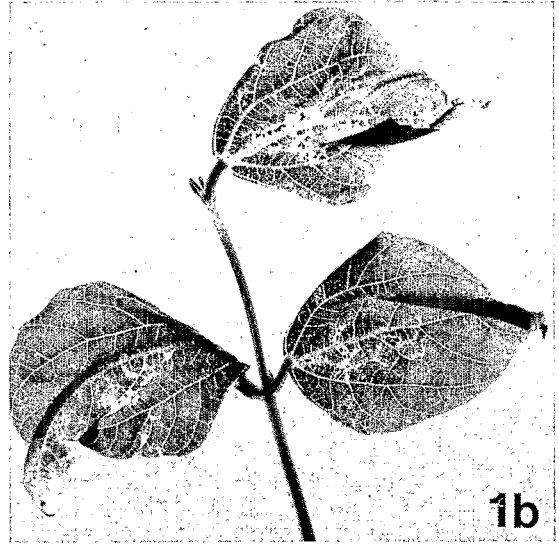


Figure 1b. Symptoms of necrosis obtained on *Psophocarpus tetragonolobus* leaves by mechanical inoculation.

plants; of 1 364 plants observed, 118 (9 percent) showed symptoms. These diseased plants were evenly distributed in the field.

Symptoms. Diseased plants show cankers on the leaves that distort them. Around the necrotic stains, yellow mosaic areas can also be noted (see Figure 1a). The foliar surface is clearly reduced and the plant appears stunted and underdeveloped. The disease is systemic as all the new leaves show these necrotic symptoms. The severity of the disease seems to be related to the precocity of the attack. If the plant is infected at an early stage, apical cankers immediately develop, which prevent it from growing. However, if the winged bean is at a comparatively late stage, the cankers only occur on the leaves. The number of flowers is greatly reduced and many of them fail to ripen.

Mechanical transmission. The authors transmitted this disease artificially to healthy winged bean seedlings by mechanical inoculation of crude sap from diseased plants. The natural symptoms were reproduced (see Figure 1b), and field observations made concerning the severity of the symptoms were confirmed. Inoculations carried out on young 14-day-old

seedlings led to apical necrosis and death of the seedling. The older the plant the better it resisted this infection.

The mechanical inoculation of this disease to a number of plants among the Chenopodiaceae, the Solanaceae and Leguminosae was attempted, but only a few host plants were found, including *Phaseolus vulgaris*, *Canavalia ensiformis* and *Nicotiana megalosifon*.

Seed transmission. Seeds collected from diseased seedlings grown in sterile and sheltered ground were sown in order to test seed transmission. None of the plants obtained from 1 200 seeds showed the characteristic symptoms of this disease.

Vector transmission. Experiments on transmission by aphids were carried out with *Aphis craccivora*, which is frequently found on winged bean. However, no transmission was seen of either a persistent or non-persistent type.

Identification. The results obtained by mechanical inoculation and the study of the biological properties of the sap from the diseased plant suggest a virus disease. It proved possible to purify the virus, and electron-micro-

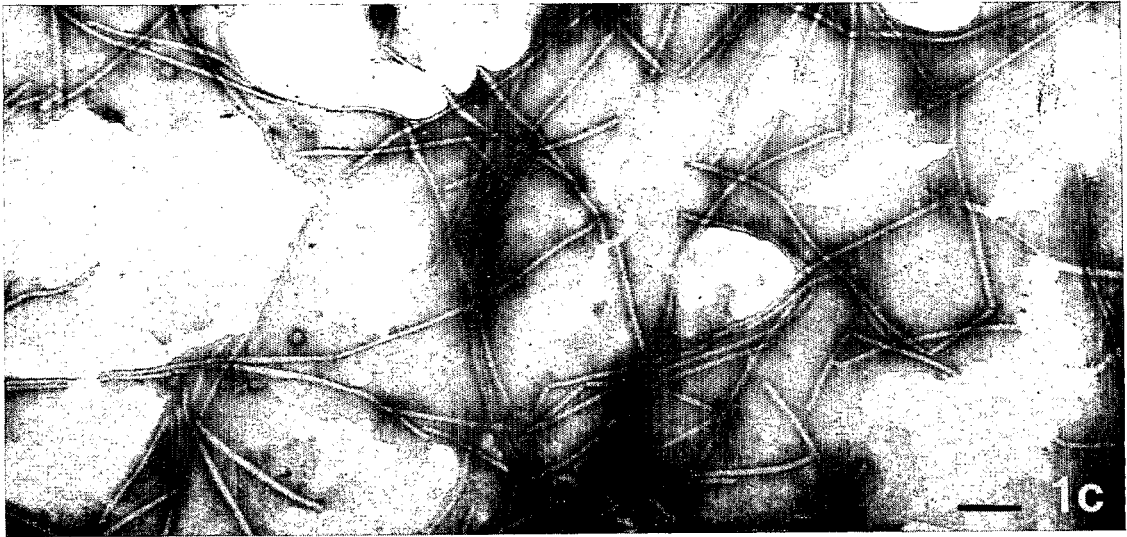


Photo: Dr MONSARRAT

Figure 1c. Electron micrograph of winged bean necrotic mosaic virus. Bar = 200 nm.

scope observations revealed filamentous particles 620 nm long and 14 nm wide (see Figure 1c). This purified virus suspension, re-inoculated into healthy winged-bean plants, provoked characteristic necrotic symptoms.

Conclusion. It has been shown that the necrotic mosaic of winged bean is caused by a filamentous virus. No disease of this type has previously been described on this crop and no virus having comparable morphologic characteristics is known to cause similar symptoms on it. None of the filamentous viruses of leguminous plants seem to have properties identical to this one. However, the results are neither accurate nor numerous enough to prove that this is a new virus. Nevertheless, in order to avoid any confusion, the virus will provisionally be termed the winged-bean necrotic mosaic virus.

This virus does not seem to be seed-transmissible and it may be naturally disseminated by an insect, but proof of this is lacking.

Ringspot mosaic of winged bean

Occurrence. This disease has appeared in crop areas bordering the forest. All the plants were

affected and apparently the contamination took place at an early stage as the symptoms were visible on the very first leaves.

Symptoms. The diseased plants show light green spots on their leaves in the form of rings



Figure 2a. Symptoms of ringspot mosaic on field-grown *Psophocarpus tetragonolobus*.

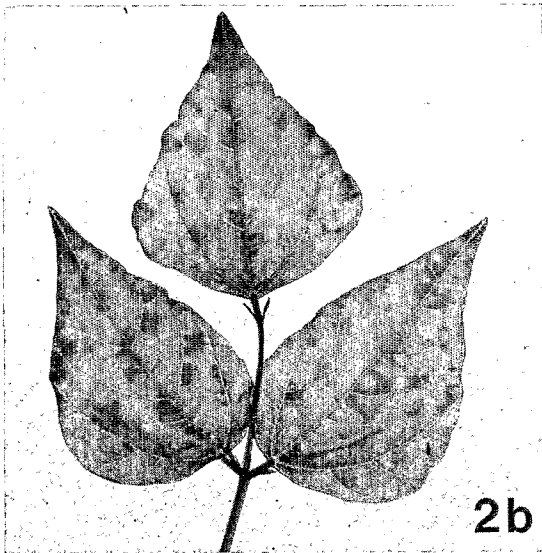


Figure 2b. Symptoms of ringspot mosaic on *Psophocarpus tetragonolobus* leaves obtained by mechanical inoculation.

that may often join together (see Figure 2a). This symptom, which is the most characteristic one, can develop into a yellow mosaic or even into a very discrete colouring of the veins. In general, the seriously affected plants have

blighted and slightly deformed leaves (see Figure 2b). The diseased leaves have a reduced foliar surface and the general development of the plant is stunted.

The impact of this disease on crop yields is not known but it is thought to be about 10 to 20 percent, which entails a significant crop loss since all the seedlings are infected in this crop area.

Seed transmission. The disease is transmissible by mechanical inoculation from one winged bean plant to another (see Figure 2b), as well as to a series of host plants among the Chenopodiaceae, the Solanaceae and the Leguminosae.

Seed transmission was tested by sowing 800 seeds taken from diseased stock in sterile and sheltered ground. Positive seed transmission was noted, giving the same symptoms as in the field, at the comparatively low incidence of 1 percent.

Vector transmission. Transmission experiments with *Aphis craccivora* were carried out, both with aphids found on diseased plants and with laboratory-reared aphids. The existence of a non-persistent virus was demonstrated.

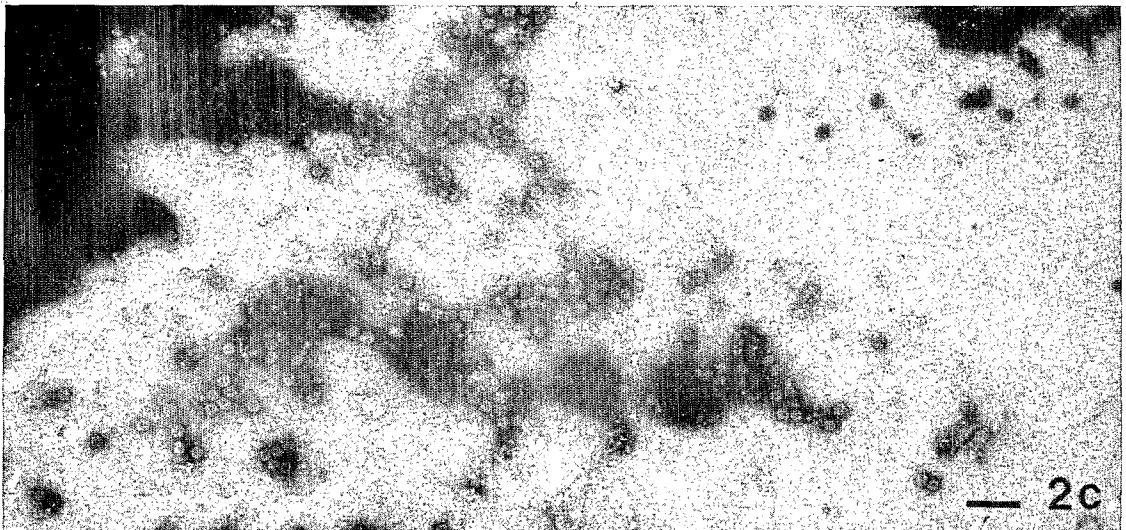


Photo: Dr MONSARRAT

Figure 2c. Electron micrograph of viral particles of winged bean ringspot mosaic. Bar = 100 nm.



Figure 3a. Symptoms of stunting in field-grown *Psophocarpus tetragonolobus*.

Transmission experiments with Chrysomelidae or Pentatomidae were negative.

Identification. All the results obtained from studies on inoculation, biological properties of the crude sap of diseased plants and aphid transmission indicate that this is a viral disease. It proved to be possible to purify the virus by the method described previously and electron microscopy revealed spherical particles 24 nm in diameter (see Figure 2c). The purified suspension, when inoculated into winged beans, caused the appearance of the symptoms observed in the field.

Conclusion. It has been demonstrated that the winged bean ringspot mosaic is caused by a spherical virus. This is the first time that this disease has been described on winged bean, and no virus of this type is known to cause similar symptoms on this crop. The properties of this virus are similar to those of a cucumovirus; however, it was not possible to identify it as

any known cucumber mosaic virus that infects leguminous plants. Experiments to establish identity will be continued. Provisionally, the virus will be called winged bean ringspot virus.

Leaf curl of winged bean

Occurrence. This disease has only appeared in crop areas bordering the forest and the savanna. All the plants were affected at the beginning of the flowering stage.

Symptoms. The leaves become dark green, they thicken and curl downward (see Figures 3a and 3b), the growth of the apex stops and a large number of flowers drop. The veins of the leaves become more conspicuous and their ramification is disrupted. It seems that this disease is very important as far as the production of seed is concerned. With each crop this disease has always been noted toward the end of the cycle. Moreover, when there



Figure 3b. Symptoms of curling in *Psophocarpus tetragonolobus* plants, one of which is healthy, one has ringspot mosaic disease and one has dieback.

are shoots after the first crop the new leaves are initially healthy and then the symptoms reappear much later. It seems, therefore, that this agent develops slowly.

Transmission. All the current techniques of mechanical inoculation proved to be negative on winged bean. Leaf or meristem grafting was not successful on either winged bean or groundnut, and no symptom appeared on the rootstock even several months after the experiments.

The seeds (about 800) taken from plants severely affected by this disease produced healthy plants, and it therefore does not seem to be seed-transmissible.

Vector transmission. As all the plants were diseased, no vector studies could be carried out.

Moreover, no insect pullulation was observed. However, experiments on this problem should be undertaken to explore all possibilities.

Conclusion. It was not possible to distinguish viral particles through the purification of diseased material; electron-microscope observations also proved negative. It is therefore premature to draw any conclusion as to a viral origin of the disease. However, since the hypothesis of a physiological cause would seem to be ruled out, considering that the crops are grown in clearings without the use of fertilizer or pesticides, the nature of the symptoms points to a viral agent.

General conclusion

Little is known, as yet, about virus diseases of winged bean. Several authors (National Academy of Science, 1975; Pospisil *et al.*, 1971; Rachie, 1973) described this crop as being comparatively free of viral diseases, whereas Sinnadurai (1977) draws attention to a severe viral disease on winged bean in Ghana.

Newton and Pieris (1953) describe winged bean in India as a possible host for pigeon pea (*Cajanus cajan*) mosaic as well as for *Crotalaria striata* mosaic but do not give details.

With the first winged-bean crops in the Ivory Coast three important diseases appeared. Two of them are certainly attributable to viruses. Necrotic mosaic is caused by a filamentous virus and ringspot mosaic is induced by a spherical virus transmitted by aphids. It is still too early to attribute a viral cause to the third disease, but it seems very probable that this is the case.

The incidence of these viral diseases on crops is important both because of the severity of the symptoms in the case of necrosis and the high incidence of diseased plants in the case of ringspot mosaic. Stunting is harmful during the flowering period especially because of its high incidence (100 percent). The control of these diseases will be a very important factor for the development of this crop in the Ivory Coast.

References

- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE. *The winged-bean: a 1975 high protein crop for the tropics*. Washington, DC, USA. 41 p.
- NEWTON, W. & PIERIS, J.W.L. Virus diseases of 1953 plants in Ceylon. *FAO Plant Prot. Bull.*, 2: 17-21.
- POSPISIL, F., KARIKARI, S.K. & BOAMAH-MENSA, E. 1971 Investigations of winged bean in Ghana. *World Crops*, 43: 260-264.
- RACHIE, K.C. *Potentials of field beans and other 1973 food legumes in Latin America*. Colombia, CIAT.
- SINNADURÁI. *The winged bean flyer*, 1, 2, p. 6. 1977