

Mise en évidence des répercussions économiques de la mosaïque en tirets du bananier en Côte d'Ivoire. Possibilités de lutte par éradication.

A. LASSOUDIÈRE*

MISE EN EVIDENCE DES REPERCUSSIONS ECONOMIQUES
DE LA MOSAIQUE EN TIRETS DU BANANIER
EN COTE D'IVOIRE
POSSIBILITES DE LUTTE PAR ERADICATION
A. LASSOUDIÈRE (IRFA)

Fruits, jan. 1979, vol. 34, n° 1, p. 3-34.

RESUME - Après une étude bibliographique des viroses du bananier, l'auteur donne une description des symptômes de mosaïques observés en Côte d'Ivoire. Les symptômes les plus fréquents correspondent à la mosaïque en tirets, mais la présence de symptômes plus graves doit être prise en considération.

L'auteur indique que la propagation de la maladie se fait principalement par la multiplication de matériel végétal infesté. Les répercussions sur la productivité s'observent surtout à partir du deuxième cycle. On estime que le poids moyen des régimes est diminué de 8 p. 100 et que le rendement brut décroît de 3,5 p. 100 pour 10 p. 100 de plants atteints dans une population. Le rendement net, après conditionnement, est bien plus influencé. Une formule générale est donnée, tenant compte du taux de mosaïque et des écarts supplémentaires lors du conditionnement.

Dans la seconde partie est abordée la lutte par éradication. Pour obtenir une bonne efficacité, l'éradication doit être bimestrielle. Les difficultés de réalisation sont liées à la production de matériel végétal très assaini. Des recommandations sont données pour la définition d'un programme efficace de lutte contre la mosaïque.

En Côte d'Ivoire, la mosaïque du bananier fut observée en 1958. Depuis 1962, elle prit une forte extension, principalement dans la vallée du Niéky. Cette aggravation justifia un premier programme de recherches, mené par R. GUEROUT et P. FROSSARD sur la Station IRFA de l'Anguédédou. Toutefois, les planteurs n'ont pas appliqué les recommandations données en 1966 et 1967.

A partir de 1973-1974, la forte infestation de certaines plantations entraîne une perte de production durement ressentie par les producteurs de bananes. Ceux-ci ont demandé à l'IRFA de construire et de mener un programme complémentaire d'étude de la mosaïque. Cet article en présente les principaux résultats.

Nous avons commencé par un examen de la symptomatologie, avant d'étudier les répercussions de la mosaïque sur la croissance et le développement du bananier. Ainsi avons-nous pu déterminer les pertes de production brute et estimer les pertes de production nette, donc l'incidence économique. Parallèlement, on a pu faire une approche pratique de la lutte par éradication et fournir des conseils pour la mise en oeuvre d'un programme d'assainissement.

LES VIROSES DES MUSACÉES

Analyse bibliographique

Nous ferons pour commencer un tour d'horizon sur les différents types de maladies virales décrites sur bananier dans le monde. Ensuite, en se limitant aux mosaïques, on examinera la littérature concernant la nature des virus et la transmission.

Différents types de maladies virales.

La famille des Musacées, regroupant en particulier les bananiers à fruits de dessert, les plantains (bananes à cuire), l'abaca (production de fibres), est attaquée par un certain nombre de virus répertoriés dans le monde.

WARDLAW (1962 et 1972) en donne la liste, en faisant les regroupements suivants :

1. **Bunchy top des bananes et plantains** («strangles», «cabbage top», «curly top», «the disease», etc.).
2. **Bunchy top de l'abaca** présentant quelques symptômes différents du précédent.
3. **Roxana disease** du Costa-Rica, semblant étroitement lié au Bunchy top.
4. **Chlorose infectieuse** (avec pourriture du coeur) mosaïque du bananier ou mosaïque du concombre, mosaïque de l'abaca.
5. **Les mosaïques** (sans pourriture du coeur).
6. **Autres mosaïques** : raies foliaires (leaf striping), chimères (*chimaerus*), etc.

En l'absence d'études comparatives entre ces diverses maladies, il est difficile de déterminer les synonymies et les parentés. On peut seulement dire que deux groupes sont probables : le bunchy top et les mosaïques.

Le **bunchy top** se caractérise par un fort tassement des pétioles (engorgement), une réduction de la longueur des limbes, des raies sombres de 5 cm de long sur la nervure centrale et le pétiole. Le limbe présente une chlorose marginale et une ondulation des marges (MAGEE, 1940-1967).

Le **bunchy top** n'a jamais été observé dans le nouveau monde et l'Afrique de l'ouest, du moins sous sa forme typique. Cependant, la Roxana disease découverte au Costa-Rica en 1956 (WAITE, 1960) serait très proche de ce bunchy top (WARDLAW, 1962).

Les dégâts sont très importants et des mesures sévères d'éradication ont été mises en oeuvre, en particulier en Australie à partir de 1927. L'agent vecteur serait *Pentalonia nigronervosa* COQ, le puceron noir du bananier.

Les **mosaïques** constituent un groupe assez disparate par les symptômes rapportés dans la littérature. Elles sont

signalées dans la quasi-totalité des régions bananières du monde.

MAGEE (1940) signale la chlorose infectieuse en Nouvelles Galles du Sud (Australie) en 1929. Les bananiers présentent une pourriture du cylindre central et des feuilles du coeur. Les plants n'ayant pas ces symptômes ont par contre une mosaïque sur les feuilles.

WARDLAW (1962) a pu observer cette virose dans les îles Caraïbes, (Trinidad, Guadeloupe, Haïti).

BRID et WELLMAN (1965) rappellent que la mosaïque est apparue à Porto Rico dès 1945. Les symptômes sont très voisins de ceux signalés en Australie et au Honduras.

CASTILLO (1952) signale la présence d'une mosaïque aux Philippines en 1951, se caractérisant par une diminution des dimensions foliaires et une pourriture du coeur.

WAITE (1960) indique que la chlorose infectieuse a fait son apparition au Honduras en 1955 et que depuis, tous les pays d'Amérique centrale sont infestés (HEROLD et DAO au Vénézuéla, VAN HOOFF au Surinam, etc.).

DASAÏ l'a montrée en Inde, la FAO en Egypte, NITZANI et WILKINSON en Israël, BRODRICK et LAERT en Afrique du Sud.

CHAMPION l'a signalée aux Canaries. Elle est observée dans tous les pays producteurs de bananes de l'Afrique de l'ouest et de l'Afrique centrale, et en particulier en Côte d'Ivoire.

Les mosaïques.

Dans le groupe des mosaïques, YOT-DAUTHY et BOVÉ (1966) ont pu mettre en évidence trois types :

- la mosaïque en plage, observée aux Antilles et en Côte d'Ivoire,
- la mosaïque en tirets en Côte d'Ivoire,
- des mosaïques intermédiaires, correspondant probablement à des différences de virulence.

Ces auteurs ont fait une série d'études sur la mosaïque en plages et la mosaïque en tirets, aboutissant à des résultats positifs pour la plage et des résultats négatifs pour les tirets. GUÉROUT (1966-1967) s'est heurté au même problème.

Transmission artificielle.

Les résultats obtenus divergent selon les auteurs, et même à l'intérieur des publications d'un même auteur.

• Transmission mécanique.

MAGEE (1940) et CASTILLO (1952) n'ont pu assurer une transmission mécanique directe à partir du bananier. La transmission est possible à partir de plantes-hôtes autres

que les bananiers (concombres, courges, tabacs).

YOT-DAUTHY et BOVÉ (1966) n'ont pu transmettre la mosaïque en tirets malgré la préparation spéciale de l'inoculum (présence d'albumine d'oeuf, de sérum albumine ou de polyvinyl pyrrolidone).

Par contre, les mosaïques en plages ont été transmises avec succès à *Vigna sinensis*, *Nicotiana tabacum*, *Nicotiana glutinosa*. Les autres plantes herbacées utilisées par ces auteurs (*Cucumis sativus*, *Cucurbita pepo*, *Chenopodium*, etc.) n'ont présenté des symptômes qu'après passage du virus sur tabac (rien pour les inoculations réalisées directement à partir du bananier).

Les difficultés de transmission mécanique résident principalement dans le fait qu'il se produit une inactivation du virus au moment du broyage des feuilles du bananier.

Ceci a pu être vérifié par YOT-DAUTHY et BOVÉ en utilisant le VMT comme test.

L'inhibition serait liée à la grande richesse des feuilles de bananier en tannins. Ces tannins (composés polyphénoliques) ont la propriété de précipiter les alcaloïdes et les protéines, et se combinent vraisemblablement à la protéine virale lors du broyage.

• Transmission par l'intermédiaire de pucerons.

Nous avons signalé qu'en 1934, WELLMAN avait utilisé avec succès *Aphis gossypii*.

MAGEE (1940) et CASTILLO (1952) ont obtenu une transmission par l'intermédiaire d'*Aphis gossypii* et *Aphis maidis*. WAITE (1960) a également réussi à l'aide de *Rhopalosiphum prunifoliae*.

MAGEE, en 1957, indique que le puceron gris du bananier (*Pentalonia nigronervosa*) ne serait pas vecteur. D'autres essais ont donné des résultats plus ou moins positifs. En tout cas, ce puceron serait beaucoup moins efficace que d'autres vecteurs.

GUÉROUT (1966-1967) a pu transmettre la mosaïque en plages par l'intermédiaire d'*Aphis gossypii*, du bananier au *Commelina* sp. et vice-versa. Par contre, il n'a jamais réussi à transmettre la mosaïque en tirets.

Nature de l'agent viral.

WELLMAN (1934) a pu transmettre le virus I du céleri au bananier à partir de *Commelina nudiflora* par l'intermédiaire du puceron du cotonnier. Ce virus I du céleri est une souche du virus I du concombre.

YOT-DAUTHY et BOVÉ (1966) ont purifié plusieurs souches de la mosaïque en plages du bananier. Ces auteurs ont examiné les relations sérologiques des diverses souches

de virus du bananier, en prenant pour référence l'antisérum du virus I de la mosaïque du concombre.

Ils ont ainsi obtenu des résultats positifs avec l'antisérum anti-virus I de cette mosaïque du concombre en prenant des extraits de tabac inoculé avec différentes souches de mosaïque en plages du bananier.

Par contre, il ne fut pas possible de réaliser ces tests sérologiques en partant de jus de feuilles de bananier (précipitation dans tous les cas, même sans virus).

YOT-DAUTHY et BOVÉ concluent : «La nature des hôtes sensibles, la taille, la masse et les réactions sérologiques des particules virales montrent que les mosaïques en plages sont dues à des souches du virus I de la mosaïque du concombre».

Commentaires.

Ce groupe des mosaïques présente une grande hétérogénéité si l'on tient compte des résultats obtenus lors des transmissions mécaniques et des transmissions par pucerons. Il existerait deux types extrêmes :

- le type plages, dû au virus I de la mosaïque du concombre, facilement transmis par pucerons et mécaniquement (en prenant quelques précautions chez le bananier à cause des tannins),
- le type tirets, dont le virus n'a pu être purifié et identifié. La transmission n'a jamais pu être réalisée artificiellement. C'est donc une mosaïque pratiquement inconnue sur le plan virologie.

En outre, dans toute étude des virus des bananiers, on se heurte au problème des tannins. C'est certainement l'écueil le plus important dans la progression des connaissances sur ces virus et la mise au point de tests sérologiques efficaces.

ETUDES SUR LA MOSAÏQUE EN TIRETS

Présentation.

La mosaïque en tirets fut observée en 1958 dans la région du Niéky par M. MOITY, planteur venant de Guinée. Cette mosaïque a pris une grande extension depuis 1964, surtout dans cette vallée, probablement en liaison avec l'extension des surfaces cultivées ayant demandé une multiplication intensive des plants, sans qu'un contrôle de l'état sanitaire soit assuré. On a pu observer jusqu'à 70 p. 100 de plants atteints dans certaines plantations ne pratiquant pas d'éradication régulière.

L'étude que nous avons menée comporte quatre aspects principaux :

- la symptomatologie, afin de préciser d'une part les symptômes classiques de mosaïque à tirets et d'autre

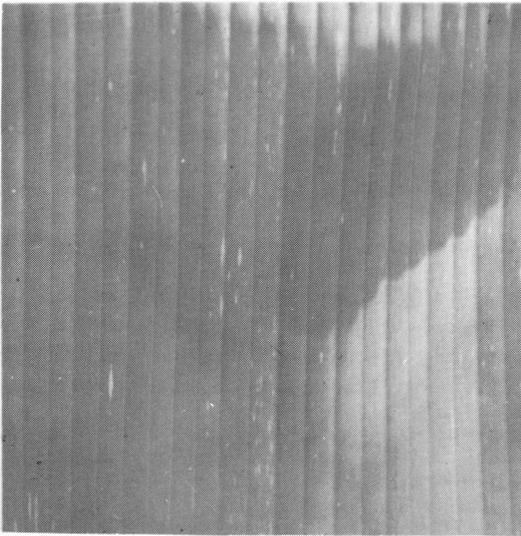


Figure 1. Tirets parallèles aux nervures secondaires du limbe (vue face inférieure du limbe). Présence sur et entre les nervures secondaires (Niéky - Côte d'Ivoire).

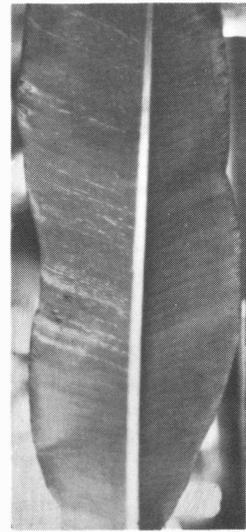


Figure 3. Tirets disposés en lignes. Répartition hétérogène sur une jeune feuille (vue face inférieure du limbe (Niéky - Côte d'Ivoire).

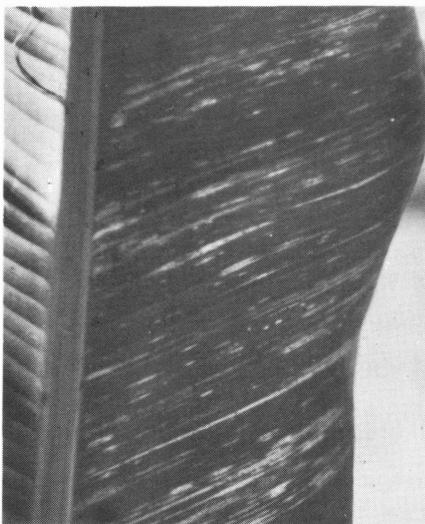


Figure 2. Tirets disposés en lignes continues toujours parallèles aux nervures secondaires (Niéky - Côte d'Ivoire).



Figure 4. Variabilité d'une feuille à l'autre. La feuille au premier plan présente peu de tires alors que la feuille au-dessous est très infestée (Azaguié - Côte d'Ivoire)



Figure 5. Présence de taches dans le pétiole et le début de la gaine foliaire (Niéky - Côte d'Ivoire).

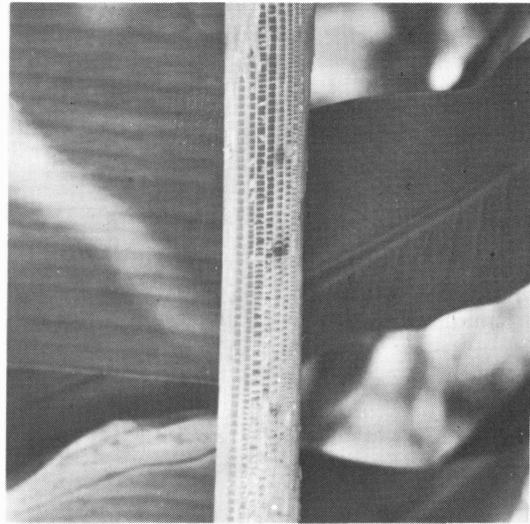


Figure 6. Coupe longitudinale dans le pétiole d'une feuille très atteinte. Présence de zones brunâtres très étendues (Niéky - Côte d'Ivoire).

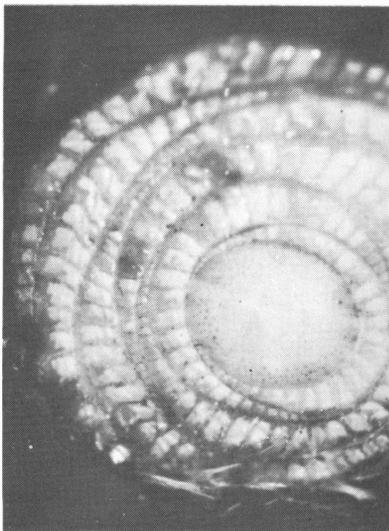


Figure 7. Coupe transversale dans le pseudo-tronc (Niéky - Côte d'Ivoire).

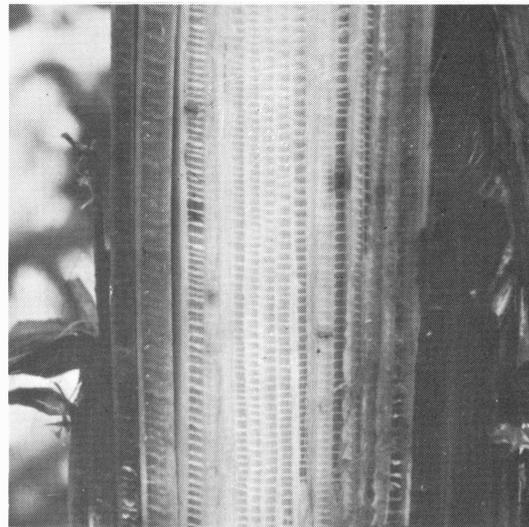


Figure 8. Coupe longitudinale dans le pseudo-tronc (Niéky - Côte d'Ivoire).

MOSAÏQUE EN TIRETS : symptômes classiques.

part tous les autres symptômes de virose rencontrés dans les plantations.

- l'évolution de la mosaïque dans une population, au cours d'un cycle et d'un cycle à l'autre.
- les répercussions sur la croissance et la production, de façon à déterminer l'incidence économique de la mosaïque. L'évaluation de cette incidence permettra de justifier ou non les méthodes de lutte et en particulier l'éradication.
- l'efficacité de l'éradication. On a recherché à définir la méthode la plus efficace et en même temps l'incidence économique de celle-ci.

Symptomatologie.

Dans la bananeraie ivoirienne, on a pu observer toute une gamme de symptômes liés à des maladies virales. Nous distinguerons les symptômes classiques observés fréquemment et les symptômes exceptionnels n'apparaissant que dans quelques cas.

Symptômes classiques.

Les premiers signes visibles de la présence du virus dans le bananier sont des tirets jaunes sur les limbes foliaires. Ensuite, on peut observer avec une plus ou moins grande régularité et intensité des symptômes sur les nervures centrales, les pétioles, les gaines foliaires, les doigts du régime.

Sur les feuilles, les tirets sont bien visibles sur les deux faces du limbe. Ils sont de couleur jaune pâle, de 2 à 3 mm de long, disposés toujours parallèlement aux nervures secondaires (figure 1).

Ces pointillés s'observent aussi bien entre les nervures latérales que sur ces nervures. Ils deviennent coalescents, ce qui se traduit par des tirets jaunâtres pouvant couvrir la largeur du limbe (figure 2).

La figure 3 montre bien que l'intensité des tirets peut être très variable. D'autre part, toutes les feuilles ne sont pas également atteintes. On peut observer tous les intermédiaires entre quelques tirets sur une seule feuille et beaucoup sur toutes les feuilles (figure 4). C'est une difficulté pour assurer une éradication complète de la maladie comme nous le verrons plus loin.

Par leur conformation et leur disposition, les tirets ne peuvent être confondus avec les symptômes d'autres anomalies :

- leur disposition parallèle aux nervures les distingue des tirets résultant d'une carence en bore (perpendiculaires aux nervures).
- leur maintien jaune les différencie des premiers stades de développement du *Cercospora musae* (tirets très courts,

blancs, s'élargissant en formant les taches typiques de la cercosporiose).

Il s'agit donc du critère principal de la mosaïque à tirets du bananier, les autres symptômes sont moins fidèles.

Sur la nervure principale, le pétiole et les gaines foliaires, on observe plus ou moins fréquemment des taches ovales vert foncé. Ces taches correspondent en réalité à la présence de zones brunâtres dans les tissus de ces organes (figures 5 et 6). Ces taches ne sont pas continues dans toute la longueur du limbe, du pétiole ou de la gaine. Si bien qu'une coupe transversale dans le pseudo-tronc est insuffisante pour en déceler la présence. Si l'on écarte la gaine foliaire, on voit fréquemment, de l'extérieur, ces taches arrivant au contact de l'épiderme.

Ces zones brunâtres, en coupe perpendiculaire à l'axe foliaire, ont une surface de 0,10 à 0,25 cm². Elles ne se prolongent pas obligatoirement tout le long de cet axe et font, le plus souvent, quelques centimètres seulement. Des isollements réalisés à partir de ces zones ont mis en évidence la présence de bactéries, en particulier *Erwinia chrysantemi* (ORSTOM Côte d'Ivoire).

Ce symptôme peut être utilisé comme critère de sélection sanitaire lors des replantations, dans le cas où l'éradication en cours de végétation fut nulle ou mal faite. Cependant, il faut prendre quelques précautions, car les feuilles sénescentes ou les pseudo-troncs, après la récolte du régime, présentent de telles zones. Par conséquent, c'est un critère applicable seulement pour des plants avant récolte et en examinant les gaines intérieures et non les plus externes (figures 7 et 8).

Sur le pseudo-tronc, on assiste à un décollement des gaines foliaires donnant un aspect buissonnant à la plante et réduisant la résistance mécanique du bananier. Très souvent, le sommet du faux-tronc présente un engorgement marqué (entassement des bases pétiolaires).

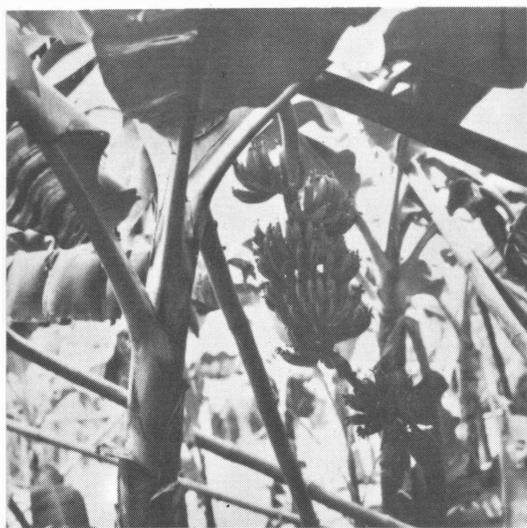
Cependant, le caractère le plus spectaculaire est constitué par l'éclatement de la base de ce faux-tronc. On observe une véritable fissuration plus ou moins longue, correspondant au déchirement des gaines foliaires (figure 9).

Sur le régime, on a remarqué quelquefois la présence de tirets sur les bractées florales situées avant la première main de fruits (bractées dites vides). On peut dire que les symptômes visuels sur fruits sont assez rares, si l'on exclut la faible longueur des fruits et leur forte courbure (caractères atypiques car pouvant être dus à tous les facteurs de mauvaise croissance de la plante : déficit hydrique et carences minérales). Toutefois, deux critères sont typiques sur les régimes :

1. la présence de taches brunâtres sur les arêtes des fruits,
2. la présence d'un second régime en-dessous du régime normal.



Figure 9. Éclatement du pseudo-tronc. La marque de polyéthylène est mise à tous les bananiers présentant des symptômes de mosaïque (km 17 - Côte d'Ivoire).



Figures 10 et 11. Présence d'un petit régime au-dessous du régime normal, après production de fleurs mâles. Remarquer la conformation médiocre du régime normal : peu de mains, fruits très courbés. (Km 17 - Côte d'Ivoire).

MOSAÏQUE EN TIRETS : symptômes classiques.

Après quelques entre-nœuds sans fleurs persistantes (fleurs mâles sénescentes), on observe plusieurs mains de doigts très courts disposés en deux rangées (figure 10).

Soulignons un point non mentionné dans la littérature et que nous avons observé dans 90 p. 100 des plants virosés et environ 10 p. 100 des pieds supposés sains : les doigts provenant de ces bananiers présentent une peau fine et très difficile à séparer de la pulpe lorsque les régimes sont au stade récolte.

Ce fait pourrait constituer un marqueur supplémentaire de la présence de la virose, ce qui serait appréciable, compte-tenu de la variabilité des symptômes au cours du cycle et d'un cycle à l'autre.

Symptômes exceptionnels.

En février-mars 1978, lors de diverses visites de plantations, on a pu observer plusieurs cas particuliers.

La présence de plages : la mosaïque en plages typique, décrite en particulier par YOT-DAUTHY et BOVÉ, existe en Côte d'Ivoire, mais son importance économique est très restreinte. Elle se caractérise par une croissance très réduite du pseudo-tronc, des feuilles étroites à limbe épais et ondulé. Sur le limbe, on observe des zones claires, plus ou moins nécrotiques, de forme irrégulière (figure 12). Nous n'en avons vu que quelques spécimens, probablement du fait que les planteurs assurent une éradication plus ou moins involontaire. En effet, le bananier ayant une faible croissance et un port chétif, son remplacement est réalisé d'une façon systématique.

Outre le cas typique de la mosaïque en plages, on peut observer des symptômes foliaires intermédiaires entre la plage et le tiret : une plage diffuse atypique et des tirets peu nets.

On a pu examiner plusieurs plantes ayant à la fois des feuilles avec de nombreux tirets et des feuilles avec des plages et réduction du limbe (figure 13).

A signaler aussi trois plants ayant des taches en forme de losange (figure 14), dont les dernières feuilles émises ont un limbe de plus en plus réduit et de plus en plus chlorotique.

La réduction des dimensions foliaires a été observée sur des plants présentant un double régime. Les limbes ont une longueur quasi-normale, alors que la largeur est très réduite (10-20 cm au lieu de 60-80 cm). Les cas que nous avons observés étaient toujours liés à cette anomalie de l'inflorescence, mais on n'a pratiquement jamais vu de tirets.

La pourriture du cigare foliaire fut remarquée avec une association de symptômes non identiques.

- pourriture sèche du cigare foliaire avec avortement du méristème apical.

Deux cas s'observent assez régulièrement. Le premier se caractérise par une réduction rapide des limbes foliaires avec tirets assez peu nombreux. Après 2-3 feuilles réduites, sort un cigare qui pourrait avant déroulement (figures 15 et 16).

Le second cas se caractérise par l'absence de feuilles à dimensions réduites. On a passage direct d'une feuille à très nombreux tirets à la mort du cigare suivant (figure 17).

- pourriture sèche du cigare avec avortement du méristème mais sans aucun symptôme sur les feuilles.
- pourriture sèche du cigare avec ou sans symptômes foliaires et sans avortement du méristème apical.

Sur la figure 18, nous montrons un bananier présentant des symptômes sur une feuille. Au-dessus, quatre cigares sont morts, mais on assiste à la reprise de l'émission foliaire avec un très long faux entrenœud. Ceci est illustré par la coupe transversale dans le faux-tronc (figure 19). Le schéma ci-après donne plus de détails que les photos.

Confrontation aux données de la littérature.

Toute une série de symptômes existe dans les plantations bananières de Côte d'Ivoire. Il est délicat de dire que nous avons affaire à la même virose avec un polymorphisme de manifestations très élevé. Cependant, beaucoup de présomptions sont en faveur d'une même maladie ou bien d'un complexe viral comprenant plusieurs souches d'un même virus ou de plusieurs virus (?). Seule une étude de virologie pure permettrait d'y voir plus clair.

Si nous comparons les symptômes observés à ceux décrits par YOT-DAUTHY et BOVÉ, on a bien des cas identiques :

- **la mosaïque en tirets typique** avec de fines taches jaunes (tirets) rectilignes et parallèles aux nervures. Ces tirets peuvent devenir coalescents et, dans certains cas (rares) nécrotiques.
- **la mosaïque en plages** dont les symptômes sont très différents. Le limbe est souvent ondulé et épaissi, ses dimensions sont réduites, pouvant aller jusqu'à son absence quasi-complète.
- **les mosaïques intermédiaires**, mais dans ce cas, ces auteurs ne signalent pas la mort du cigare avec ou sans destruction du méristème apical de la tige. En 1978, en Côte d'Ivoire, on a pu en voir un certain nombre, en particulier dans deux plantations (3.000 plants au km 17 et 600 plants à Azaguié).

Nous ferons encore une autre remarque concernant la localisation géographique des différents cas observés. Au Niéky, on observe seulement les cas typiques de mosaïque en tirets (depuis cinq ans, nous avons vu moins de dix plants ayant de la mosaïque en plages). La pourriture du cigare

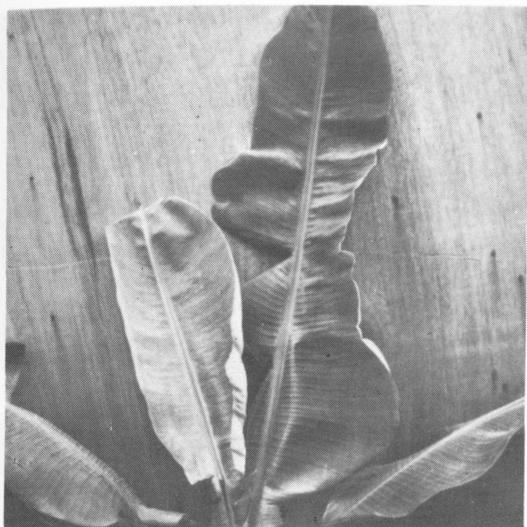


Figure 12. Plages sur les feuilles. Déformation du limbe foliaire. Difficultés de déroulement du cigare (Azaguié - Côte d'Ivoire).



Figure 13. Feuilles de la base sans aucun symptôme, une feuille avec tirets très nombreux. Les deux dernières feuilles ont un limbe déformé et réduit avec présence de plages (Azaguié - Côte d'Ivoire).



Figure 14. Taches en forme de losanges (trois cas observés à Azaguié) (IRFA - Azaguié - Côte d'Ivoire)



Figure 15. Présence de tirets sur la FIII - Réduction très forte des limbes des FII et FI. Le cigare de la feuille suivante est pourri dès sa sortie (Azaguié Côte d'Ivoire)

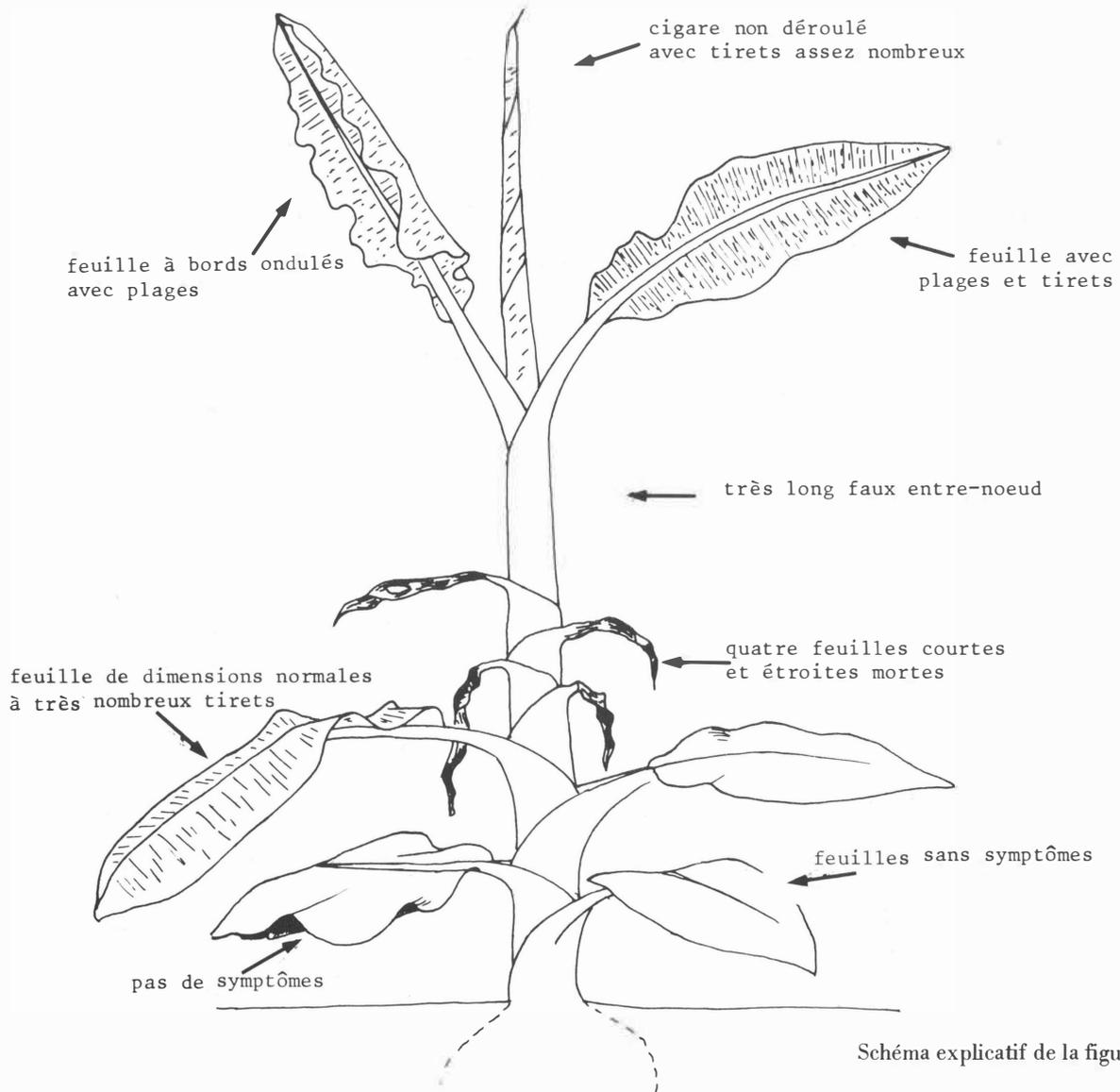


Schéma explicatif de la figure 18.

n'a été signalée qu'au km 17 et à Azaguié.

WARDLAW (1962) présente un certain nombre de symptômes, dont le principal est la présence de tirets plus ou moins abondants. Il considère que la pourriture du cigare est un stade plus prononcé de la maladie, qui apparaît lié aux conditions climatiques défavorables. Cet auteur répertorie sensiblement les mêmes types de symptômes que ceux que nous avons décrits : zones brunes dans les gaines foliaires, mort du cigare, tirets sur les feuilles, etc.

En définitive, les différents symptômes que nous avons répertoriés en Côte d'Ivoire ont été plus ou moins décrits dans la littérature, sans qu'il soit possible de définir avec précision leur origine. En accord avec YOT-DAUTHY et BOVÉ, et aussi avec GUÉROUT, la distinction des trois types est pratique. Cette distinction permet en outre de

mieux préciser ce que l'on entend par mosaïque en Côte d'Ivoire. Nous pouvons considérer que la mosaïque en plages est rare et entraîne à plus ou moins brève échéance la mort du plant. Les cas de pourriture du cigare avec ou non avortement ainsi que les réductions du limbe peuvent être considérés comme l'expression d'une mosaïque intermédiaire plus grave que la mosaïque en tirets typique, mais moins que la mosaïque en plages.

On peut estimer que 98 p. 100 des cas de viroses en Côte d'Ivoire correspondent à la mosaïque en tirets typique.

Par typique, nous entendons :

- présence de tirets sur les feuilles,
- présence de taches brunâtres dans les gaines, pétioles et nervures,
- possibilités de décollement des gaines foliaires et éclate-



Figure 16. Mêmes caractéristiques que la figure 15. On voit très nettement le cigare mort au centre. (Azaguié - Côte d'Ivoire).



Figure 18. Pourriture de quatre cigares foliaires avec ensuite reprise de l'émission foliaire (Azaguié - Côte d'Ivoire).



Figure 17. Mort du cigare immédiatement après la sortie d'une feuille à très nombreux tirets mais de dimensions normales (IRFA - Azaguié - Côte d'Ivoire).

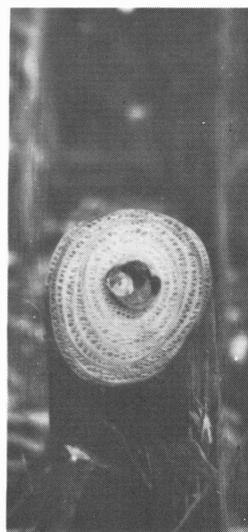


Figure 19. Coupe transversale dans le pseudo-tronc d'une plante analogue à celle montrée sur la figure 18. On observe deux gaines pourries suivies au centre de cigares normaux (Azaguié - Côte d'Ivoire).

ment du pseudo-tronc.

Dans nos études, nous n'avons eu à examiner que des plants correspondant à ces symptômes. Toutefois, compte-tenu du manque fréquent d'expression de l'affection, il n'est pas possible d'assurer qu'une plante est saine. Pour cette raison, on est obligé de se fier au moindre indice. Il est probable que des plantes atteintes n'ont aucune manifestation extérieure mais provoquent une dissémination de la maladie, soit indirectement (plante-hôte), soit directement (multiplication végétative).

Évolution de la mosaïque dans une population donnée.

On a examiné deux aspects. Le premier concerne le nombre de plants atteints et le second l'intensité des symptômes sur feuilles.

Évolution du nombre de plants présentant des symptômes

Nous avons dénombré les plants atteints dans trois populations plus ou moins infestées :

- **population A** de 948 plants n'ayant subi aucune éradication, mosaïque depuis au moins huit mois. L'étude a commencé à la floraison du premier cycle et s'est échelonnée sur un an, jusqu'à la floraison du deuxième cycle. Les bananiers sont répartis en quatre parcelles de 237 plants chacune.
- **population B** de 2.500 plants, ayant été éradiquée avant replantation, mais lors d'un seul passage.
- **population C** de 6.600 plants dont l'éradication fut identique à celle réalisée dans B.
- **population D** où l'on a pu suivre trois traitements de seulement 100 plants chacun, présentant les caractéristiques suivantes :
 - D 1 : plants provenant d'une bananeraie très peu infestée (Station IRFA d'Azaguié).
 - D 2 : plants provenant d'une bananeraie très infestée mais ayant subi une éradication en trois temps :

45 j, 30 j, 15 j avant l'arrachage (région du Niéky).

- D 3 : plants issus de pied-mères mosaïqués.

● Population A.

Le pourcentage de plants présentant des symptômes sur les feuilles (nombre de plants virosés sur nombre de plants observés) était très élevé dès la floraison du premier cycle (220 jours). Ainsi, pour les quatre parcelles, il a varié de 54,8 à 65,8 p. 100.

L'accroissement d'un cycle à l'autre n'est pas net dans cette population où le niveau de mosaïque est élevé. Par exemple, si nous comparons au stade floraison :

- premier cycle : 60,4 p. 100
- deuxième cycle : 59,6 p. 100
- troisième cycle : 65,8 p. 100

En second et troisième cycles, le pourcentage s'accroît du stade rejet au stade floraison. Au stade rejet, il fut de 6,5 à 11,4 p. 100 en deuxième cycle, et de 7,8 à 16,5 p. 100 en troisième cycle, alors qu'à la floraison on a :

- 57,9 à 60,7 p. 100 en deuxième cycle
- 64,3 à 67,5 p. 100 en troisième cycle.

Il ne semble pas y avoir de liaison étroite entre le pourcentage au stade rejet et le pourcentage au stade floraison.

● Population B.

Le taux est beaucoup plus faible que dans la population A, car tous les bananiers présentant des symptômes visibles ont été éliminés avant replantation (avant, le pourcentage de plants virosés était compris entre 40 et 60 p. 100).

Les premières manifestations de la maladie n'ont été observables que deux mois après la mise en terre (tableau 1).

L'accroissement du taux d'apparition des symptômes est particulièrement net dans les deux plantations. Pour B, la

TABLEAU 1 - Progression du taux d'infestation entre la mise en terre et la floraison, premier cycle, population B et C.

population B		population C	
temps en jours après replantation	taux de mosaïque	temps en jours après replantation	taux de mosaïque
75	1,0	79	0,2
115	5,5	96	2,4
155	9,8	132	8,6
180	12,7	180	10,4
200	14,1	205	14,4

vitesse est quasi-constante (13,1 p. 100 en 125 jours, soit 3,1 p. 100 par mois) ; celle de C est plus irrégulière, quoique globalement voisine de B. Les symptômes sont apparus avec intensité en juillet-août (période nébuleuse).

• Population D comportant trois parcelles différentes.

La parcelle D 1 n'a présenté aucun symptôme alors que D 2 a un pourcentage de virosés de 2,3 p. 100 dès le deuxième mois après mise en terre. Ce taux reste constant et la manifestation en second cycle n'est pas apparue sur les bananiers au stade rejet.

La parcelle D 3, plantée avec du matériel virosé, manifeste dès le départ un pourcentage important de plants porteurs de tirets. Cinq mois après la mise en terre, tous les bananiers sont porteurs de tirets. En outre, le second cycle donne rapidement des symptômes (tableau 2).

TABLEAU 2 - Évolution du pourcentage de plants avec symptômes foliaires dans la population D, de la replantation à la floraison premier cycle (et début deuxième cycle).

cycle	temps après replantation en mois	D 1	D 2	D 3
1	2	0,0	2,3	78,1
1	3	0,0	2,3	87,1
1	4	0,0	2,3	94,7
1	5	0,0	2,3	97,0
1	6	0,0	2,3	97,8
1	7	0,0	2,3	97,8
2	5	0,0	0,0	10,0
2	6	0,0	0,0	22,5
2	7	0,0	0,0	37,5
2	8	0,0	0,0	57,5

Ceci montre :

- qu'une population bien éradiquée permet de réduire le pourcentage de plants atteints après replantation,
- que les bananiers virosés manifestent des symptômes dans la quasi-totalité des cas après mise en terre,
- que le taux de plants présentant des tirets est faible au stade rejet.

Dans les résultats donnés ci-dessus, on n'a pas tenu compte de la variabilité des symptômes sur une même plante au cours des cycles successifs. Comme nous l'avons souligné dans le chapitre symptomatologie, la manifestation du virus est capricieuse et se traduit dans certains cas par l'absence de symptômes pendant tout un cycle.

Ainsi, sur la population A, en suivant individuellement les bananiers on constate que 13 p. 100 de plants avec tirets en premier cycle ne présentent pas de symptômes en deuxième cycle. Ceux-ci restent sans tirets dans 75 p. 100 des cas en troisième cycle.

Parmi les plants apparemment sains en premier cycle et mosaïqués en deuxième cycle, 18 p. 100 ne manifestent pas de symptômes en troisième cycle.

A la fin du troisième cycle, on a donc seulement 21 p. 100 de bananiers apparemment restés sains, tous les autres ont manifesté des symptômes à un moment ou à un autre. Globalement, le taux d'infestation varie de 62 p. 100 en premier cycle à 67 p. 100 en troisième cycle. Soulignons que les bananiers fortement atteints (note 3 ou 4) à une date donnée ne manifestent jamais de retour à un meilleur état. (Les résultats détaillés ont été donnés dans *Fruits*, vol. 29, n° 5, p. 349-357).

Évolution de l'intensité des symptômes sur le feuillage.

L'intensité des symptômes a été analysée d'une part au niveau global du système foliaire et, d'autre part, au niveau

de chacune des feuilles.

Pour quantifier, on a établi, d'une manière empirique, une échelle d'intensité des symptômes. Cette notation (tableau 3) est subjective et les comparaisons ne peuvent être faites que pour un observateur donné.

Évolution de l'intensité des symptômes au niveau du système foliaire.

L'intensité s'accroît du stade rejet au stade floraison pour les trois cycles (tableau 3 bis). Par exemple en deuxième cycle, la proportion de bananiers ayant la note 1 au sein des plants virosés décroît du 269ème jour après mise en terre au 416ème jour. Par contre, la note 2 passe par un maximum situé vers 40 p. 100. Dans la plupart des cas, les bananiers très atteints (note 3 et surtout note 4) sont chétifs, avec un faux-tronc déformé par décollement des gaines.

TABLEAU 3 - Notation de l'intensité des symptômes.

note	niveau du système foliaire	niveau d'une feuille
0	pas de tirets sur les feuilles faux-tronc normal <i>bananiers supposés sains</i>	pas de tirets
1	quelques tirets sur une ou deux feuilles	quelques tirets
2	tirets assez abondants sur 2-4 feuilles	tirets peu abondants
3	tirets abondants sur au moins quatre feuilles	tirets nombreux
4	feuilles couvertes de tirets	tirets coalescents feuille recouverte

TABLEAU 3 bis - Évolution de l'intensité des symptômes au niveau du système foliaire en deuxième cycle (pourcentage de plants pour chaque note au sein des bananiers ayant des tirets).

nombre de jours après plantation	note 1	note 2	note 3	note 4
269	78,1	21,6	0,3	0,0
299	53,8	40,7	5,3	0,2
340	43,7	43,9	11,9	0,5
385	25,5	43,7	24,0	6,8
416	24,0	37,3	26,8	11,9

On s'est demandé s'il n'y avait pas une liaison entre l'intensité des symptômes sur bananiers avant replantation et la manifestation de la maladie après mise en terre. Pour cela, nous avons choisi quatre lots de plants virosés :

- I : plants mères notés 1 (quelques tirets)
- II : plants mères notés 2 (tirets assez abondants sur deux à quatre feuilles)
- III : plants mères notés 3 (tirets abondants sur au moins quatre feuilles)
- IV : plants mères notés 4 (feuilles couvertes de tirets pseudo-tronc plus ou moins fendu).

Il existe effectivement une liaison : plus le matériel végétal a manifesté de symptômes foliaires, plus le premier cycle a présenté de tirets (tableau 4).

D'autre part, les premiers tirets apparaissent plus précocement sur les rejets deuxième cycle. A huit mois après mise en terre, on a obtenu les notes moyennes suivantes :

- I : 0,2
- II : 0,6
- III : 1,1
- IV : 1,2

● Répartition des tirets sur les feuilles.

L'objectif n'est pas d'analyser la topographie des tirets sur chacune des feuilles, mais seulement de préciser le nombre de feuilles atteintes et l'évolution des symptômes. Le taux d'infestation s'accroît jusqu'au dixième mois après mise en terre, puis reste sensiblement constant (tableau 5).

TABLEAU 4 - Notes moyennes en fonction de l'âge des plants premier cycle et de l'intensité des symptômes sur le matériel végétal.

âge des plants en mois	lot I	lot II	lot III	lot IV
3	1,2	1,1	1,4	1,6
4	1,7	1,8	1,9	2,6
5	1,8	2,0	2,1	3,1
6	1,8	2,5	2,5	3,2

TABLEAU 5 - Répartition des tirets sur le feuillage.

nombre de jours après mise en terre	deuxième cycle					troisième cycle				
	228	259	290	322	350	380	413	462	490	527
virovés sur total (p. 100)	14,1	32,4	45,6	53,4	58,3	58,3	60,6	42,6	51,5	64,5
bananiers virovés										
nombre feuilles atteintes/plant	2,8	4,4	5,1	5,7	5,2	5,5	5,4	4,0	4,7	4,8
nombre feuilles observables/plant	5,2	7,4	8,5	9,2	8,6	8,5	8,7	5,9	7,4	7,5
feuilles atteintes/feuilles observables (p. 100)	54	60	60	61	62	66	62	69	64	63
note par bananier	4,0	5,8	6,8	8,2	7,2	8,6	9,5	5,2	6,7	6,4
note par feuille atteinte	1,4	1,3	1,3	1,5	1,4	1,5	1,8	1,3	1,4	0,9
note par feuille observée	0,8	0,8	0,8	0,9	0,8	1,0	1,1	0,9	0,9	0,9
nombre feuilles observées/ ban. sain	3,8	6,5	7,6	9,1	0,5	9,8	9,5	6,2	8,0	9,1

Le nombre de feuilles présentant des symptômes passe de 2,8 à 5,1 et plus, en même temps que le nombre total de feuilles observées s'accroît. Le rapport du nombre de feuilles présentant des symptômes à celui des feuilles observées par bananier se situe entre 54 et 66 p. 100 en moyenne. Mais, d'une plante à l'autre, l'amplitude de variation pour une même date est très supérieure (100 p. 100 à 10 p. 100).

Le tableau 6 donne une illustration de cette variabilité.

Globalement, les tirets deviennent plus nombreux, l'indice passe de 4,0 à 9,5 (somme des notes attribuées à chaque

feuille). La note moyenne par feuille est assez constante (1,4 à 1,8), mais la variabilité d'une plante à l'autre est élevée (tableau 5).

On s'est demandé, pour une feuille donnée, quand apparaissent les tirets et s'il y avait accroissement du nombre de tirets avec l'âge de la feuille. Les résultats obtenus présentent une variabilité élevée, si bien qu'il n'est pas possible de donner un modèle général.

- l'apparition des symptômes peut aussi bien se faire lorsque la feuille est au stade cigare proche du déroulement qu'un mois après celui-ci. Il est rare de voir apparaître des tirets

TABLEAU 6 - Variabilité de l'apparition des tirets sur les feuilles successives d'une même plante (la note indiquée pour chaque feuille est la valeur maximale donnée lors des observations successives).

	N° bananier	numéros des feuilles																				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
nombreuses feuilles atteintes	VI-1	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2
	VI-5	0	3	3	2	3	2	3	2	2	2	4	2	2	2	4	4	4	3	4	3	2
	VI-7	1	2	0	1	1	1	3	3	4	3	4	1	1	1	2	1	1	1	1	1	0
	VI-13	4	4	3	4	1	4	1	1	0	0	0	0	1	2	2	3	3	2	2	0	0
	VI-32	3	3	2	4	4	1	4	4	4	4	3	3	3	3	4	3	3	4	3	4	2
variabilité de la présence de tirets	VI-14	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0
	VI-15	0	1	1	2	2	2	2	1	1	0	2	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0
	VI-34	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	VI-36	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0
	VI-37	0	0	0	2	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	2	1	0	1	0
	VI-39	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	3	2	3	3	1	0	0
peu de feuilles atteintes	VI-12	0	0	0	0	0	2	0	1	1	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	VI-21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3	3	3	2	2	1	2
	VI-26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	0	2

plus de 1,5 mois après l'étalement du limbe.

- il est très rare d'observer de nombreux tirets au moment de l'étalement du limbe. L'intensité des tirets augmente rapidement pendant le mois suivant, mais parfois il faut attendre deux mois avant d'avoir une explosion de symptômes.

En résumé : environ 50 p. 100 des feuilles sont atteintes, la note moyenne variant assez peu, c'est donc le nombre de feuilles manifestant des tirets qui augmente.

L'évolution pour des plantes voisines l'une de l'autre est des plus fantaisiste. On peut avoir une stagnation des symptômes ou au contraire une généralisation sans que des conditions différentes soient visibles.

Synthèse et discussion.

L'analyse de l'évolution de la mosaïque dans plusieurs populations a permis de montrer que le nombre de plants manifestant des symptômes s'accroît :

- du début à la fin de chaque cycle. On a très peu de symptômes sur les bananiers au stade rejet baïonnette.

- au cours des cycles successifs. La quantité de plants présentant des symptômes s'accroît, mais le plus important est que l'intensité moyenne augmente d'un cycle à l'autre.

En outre, l'expression des symptômes est très variable, si bien qu'il est nécessaire de faire un examen bimestriel et mieux, mensuel. Dans la lutte par éradication, en cours de cycle ou avant replantation, il sera indispensable de tenir compte de ce fait. Une seule observation ne suffira pas à réduire notablement le pourcentage de plants virosés.

On peut se demander quels sont les facteurs empêchant ou au contraire favorisant - l'apparition des symptômes. En première approximation, il semble bien qu'en période climatique défavorable (saison sèche, saison fraîche et nébuleuse), les tirets apparaissent en plus grande quantité.

Le fait que le pourcentage de plants atteints s'accroisse d'un cycle au suivant pose aussi le problème de savoir s'il s'agit d'une infestation récente ou bien simplement de l'expression visuelle de la maladie à la faveur de conditions d'environnement favorables.

Répercussion sur la croissance et le développement de la plante.

Pour déterminer les répercussions de la mosaïque sur la croissance et le développement du bananier, nous avons réalisé trois types d'études :

1. la comparaison globale bananiers sains-bananiers virosés dans une population en début de second cycle très infestée et dans une population ayant trois mois lors des premières mensurations. Dans chacune, on a suivi 100 plants sains et

100 plants virosés.

2. l'appréciation de l'influence de l'intensité de la maladie soit sur le plant observé, soit sur le matériel de plantation. Dans chaque traitement, on a suivi dix plants.

3. l'analyse détaillée de la croissance en second cycle selon l'intensité des symptômes du bananier observé. Dans ce cas, les mensurations sont réalisées tous les dix jours sur cinq bananiers par traitement.

Comparaison globale bananiers sains-bananiers virosés.

● Population en début de second cycle lors de la première mesure.

Au départ, la taille des bananiers est identique, puis les écarts s'accroissent jusqu'à la floraison (30 cm de différence). Par contre, en circonférence, on note dès le début une différence de 2,7 cm, trente centimètres au-dessus du sol. A la floraison, on a un écart de 6,7 cm en C 100, ce qui est considérable (1 mètre au-dessus du collet = C 100).

En troisième cycle, dès le stade rejet, les bananiers sains ont des caractéristiques dimensionnelles supérieures aux bananiers virosés mais l'écart à la floraison n'est pas plus important en taille (29 cm) et en circonférence à C 100 (6,9 cm).

Ces caractéristiques différentes vont se répercuter sur les caractères des régimes obtenus comme nous le verrons dans le chapitre suivant.

● Population ayant trois mois lors de la première mesure.

En premier cycle ; un mois avant la floraison, l'écart est peu important en taille (15 cm) et circonférence à 100 cm (2,9 cm).

Contrairement à la population précédente, la taille des rejets mosaïqués est plus faible dès le cinquième mois. Toutefois, la différence ne s'accroît pas, si bien que nous avons seulement 14 cm d'écart en taille et 3,8 cm en circonférence à 100 cm, onze mois après la mise en terre.

L'examen des résultats antérieurs (LASSOUDIÈRE, 1974) comparés à ceux que nous venons d'exposer, permet de dire qu'au premier cycle, les écarts sont peu importants, de l'ordre de 10-15 cm à la floraison. Par contre, au second et troisième, les différences de taille avoisinent 30 à 40 cm en moyenne sans tenir compte des bananiers morts ou très rachitiques. On peut noter un retard de l'ordre de deux mois dans la croissance des rejets de troisième cycle. En début de second cycle, le décalage est voisin de un mois.

Ces faits sont observés d'une façon quasi-générale dans tous les essais où l'on pouvait comparer apparemment sains et virosés. L'influence est toutefois plus ou moins

intense probablement en liaison avec les facteurs climatiques.

Appréciation de l'influence de l'intensité de la maladie.

L'influence des symptômes du matériel végétal ne se fait aucunement sentir sur la taille en premier cycle (tableau 7). La circonférence à 30 cm est même légèrement plus élevée pour les plants atteints. Ce fait s'explique par le décollement des gaines foliaires, qui fausse la mesure de la circonférence.

Tout à fait en début de second cycle, les plants issus de matériel noté 0 sont plus courts que ceux issus de matériel virosé.

A six, sept et huit mois, taille et circonférence s'accroissent avec l'intensité des symptômes sur le matériel de plantation.

L'influence des symptômes du bananier premier cycle (notation à six mois) est nulle sur la taille du premier cycle à 6 mois (tableau 8) sauf pour les plants ayant la note 4.

En début de second cycle, on peut remarquer que les rejets issus de plants apparemment sains sont plus petits que ceux issus de plants mosaïqués.

Il faut remarquer que les mensurations à huit mois sont

faites en période de floraison du premier cycle. Les meilleures caractéristiques des rejets à ce moment-là ne préjugent pas de l'avenir, comme nous allons maintenant le voir par l'étude détaillée de la croissance du rejet second cycle.

Analyse de la croissance et du développement en second cycle.

Comme nous l'avons indiqué au début de ce chapitre, on a étudié la croissance et le développement du bananier en deuxième cycle, en fonction de l'intensité des symptômes de mosaïque sur le pied-mère au stade floraison.

Le tableau 9 donne un résumé des résultats obtenus :

- la taille des rejets à la floraison premier cycle est minimale pour les plants notés 0 ou 4. C'est dire que la taille est plus élevée pour les bananiers virosés, mais sans atteindre la déformation du pseudo-tronc.
- la vitesse de croissance en taille entre la floraison et la récolte du premier cycle est bien plus faible pour les notes 2, 3 et 4. Les bananiers avec quelques tirets (note 1) ont une croissance assez bonne.
- il n'y a pas d'influence sur la quantité de feuilles émises
- le nombre de mains et de doigts des régimes produits en

TABLEAU 7 - Influence de l'intensité de la maladie du matériel de plantation sur la croissance en premier cycle et début de second cycle.

note	taille en cm				circonférence à 30 cm (en cm)			
	premier cycle		deuxième cycle		premier cycle		deuxième cycle	
	6 mois	6 mois	7 mois	8 mois	6 mois	6 mois	7 mois	8 mois
0	218	55	65	73	57,5	13,5	15,7	17,8
1	218	67	84	93	59,8	16,5	19,8	23,4
2	221	72	81	94	59,6	16,8	19,7	24,7
3	218	81	96	107	60,1	18,8	23,7	27,9
4	218	96	109	126	60,2	21,7	26,1	30,5

TABLEAU 8 - Influence de l'intensité de la maladie des bananiers premier cycle à la floraison sur la croissance en premier cycle et début second cycle.

note	taille en cm				circonférence à 30 cm (en cm)			
	premier cycle		deuxième cycle		premier cycle		deuxième cycle	
	6 mois	6 mois	7 mois	8 mois	6 mois	6 mois	7 mois	8 mois
0	219	57	65	74	57,4	13,7	16,0	18,2
1	219	84	95	100	60,0	18,5	22,5	25,2
2	223	71	81	94	58,9	17,2	19,4	24,3
3	221	93	107	119	61,3	21,7	26,3	30,4
4	200	56	74	93	57,8	13,7	17,7	26,8

deuxième cycle diminue des plants sains aux plants avec de nombreux tirets sur plusieurs feuilles.

Par conséquent, le fait que les rejets virosés aient des caractéristiques végétatives supérieures au moment de la floraison n'entraîne pas une plus grande précocité et un plus gros régime. L'important est la vitesse de croissance au cours de l'intervalle floraison-récolte (voir à ce sujet LASSOUDIERE 1977 et 1978).

On voit très nettement, sur le tableau 9, que la vitesse de croissance en taille au cours de cette période décroît lorsque les symptômes de mosaïque augmentent. Il est probable que certains cas observés dans les plantations trouveraient une explication par l'étude du comportement des rejets au cours de l'intervalle floraison-récolte. Mentionnons en particulier les deux cas extrêmes :

- la présence de régimes normaux en nombre de doigts et de mains, malgré des symptômes très abondants au moment de la floraison du porteur.

- la présence de régimes très déformés en l'absence de symptômes au stade adulte.

Examinons plus en détail les résultats obtenus grâce à des mesures décennales.

● Évolution de la taille des bananiers.

La figure 20 est à notre avis très démonstrative. Les bananiers atteints (3,4,5,6) présentent une vitesse de croissance avant la récolte du pied-mère, plus faible que les sains ou peu atteints (1 et 2).

Après la coupe du pied-mère, la reprise est faible pour les plants 3, 4, 5 et 6, mais par la suite - en dehors du n°6 qui meurt et du n°4 fleuri très précocement - la croissance en taille est bonne puisque l'on observe des tailles comprises entre 280 et 320 cm à la floraison second cycle.

● Évolution de la circonférence du pseudo-tronc prise à la surface du sol.

TABLEAU 9 - Principales caractéristiques de la croissance et du développement deuxième cycle en fonction de l'intensité des symptômes de mosaïque sur le pied-mère lors de sa floraison (exemples typiques).

numéro du bananier		1	2	3	4	5	6
note mosaïque pied-mère		0	1	2	2	3	4
caractéristiques rejets deuxième cycle à la floraison (F1) et à la récolte (C1) du pied-mère premier cycle	taille (en cm) F1	93	115	112	116	135	95
	C1	175	165	125	150	145	110
	circonférence au sol (cm) F1	34	39	38	39	40	32
	C1	47	46	43	48	46	36
	circonférence à 30 cm (cm) F1	22	27	25	29	30	23
C1	40	37	33	39	36	29	
nombre de feuilles émises	F1	10	12	9	13	12	9
	C1	18	19	15	21	17	16
vitesse de croissance en dix jours (entre F1 et C1)	taille (cm)	9,1	6,3	1,6	3,8	1,3	1,7
	circ. sol (cm)	1,4	0,9	0,6	1,0	0,8	0,4
	circ. 30 cm (cm)	2,0	1,3	1,0	1,1	0,8	0,7
	Nb feuilles émises	0,89	0,88	0,75	0,89	0,63	0,77
intervalle entre coupe premier cycle (C1) et floraison deuxième cycle (F2) (en jours)		157	168	201	137	191	*
numéro de la feuille de 10 cm de large		10	13	10	7	11	10
nombre de feuilles émises de Fe 10 cm à floraison 2e cycle		25	25	26	24	25	*
caractéristiques à la floraison du deuxième cycle	taille (en cm)	325	305	320	235	280	*
	circ. sol (cm)	85	78	70	64	63	*
	circ. 30 cm (en cm)	79	76	65	57	58	*
	Nb feuilles émises	35	38	36	35	36	*
	Nb de mains	10	9	7	7	6	*
	Nb de doigts	175	134	96	93	73	*

* - mort avant floraison.

La circonférence au sol et la circonférence à 30 cm s'accroissent plus pour les bananiers sains au cours de l'intervalle floraison-récolte du premier cycle. Le bananier n° 4 fait exception, mais sa floraison est trop précoce en second cycle. On a remarqué également une forte progression de la circonférence pendant la période de différenciation florale pour les bananiers 1 et 2 par rapport aux autres.

● Influence sur les caractéristiques du limbe des feuilles.

Le comportement du bananier n° 4 est différent des autres, car au moment de la récolte, le rejet a atteint son autonomie et la différenciation de son inflorescence est proche. Nous n'examinerons par conséquent que les autres cas.

La longueur des limbes s'accroît plus rapidement pour les bananiers 1 et 2 par rapport aux 3, 5 et 6 entre la feuille de 10 cm de large et la feuille émise à la récolte du pied-mère. On constate ensuite que le n° 5 présente des anomalies, alors que le n° 3 a une progression régulière, sensiblement normale.

La largeur des limbes a une évolution présentant des caractères voisins de celle de la longueur entre la feuille de 10 cm de large et la feuille émise à la récolte du pied-mère.

Ces caractéristiques foliaires ne sont en définition que très peu modifiées par la présence de la mosaïque.

Synthèse et discussion.

Nous n'avons pas trouvé d'éléments précis de comparaison dans la littérature. Les chercheurs signalent seulement que la mosaïque freine la croissance des bananiers et, dans certains cas, peut entraîner l'annulation de la production.

Seul, GUÉROUT, à l'IRFA en 1966-1967, avait réalisé une étude comparative sur sol sableux. Il avait noté en particulier une reprise plus mauvaise (moins 2,8 p. 100). Comme dans nos résultats, GUÉROUT n'a pas trouvé d'influence majeure sur la croissance du premier cycle.

Les aspects essentiels des résultats obtenus concernent deux points :

- La croissance est réduite à partir du deuxième cycle.

FIGURE 20. Évolution de la taille deuxième cycle en fonction de l'intensité des symptômes de mosaïque sur le premier cycle.

- - floraison premier cycle
- - début différenciation florale deuxième cycle.

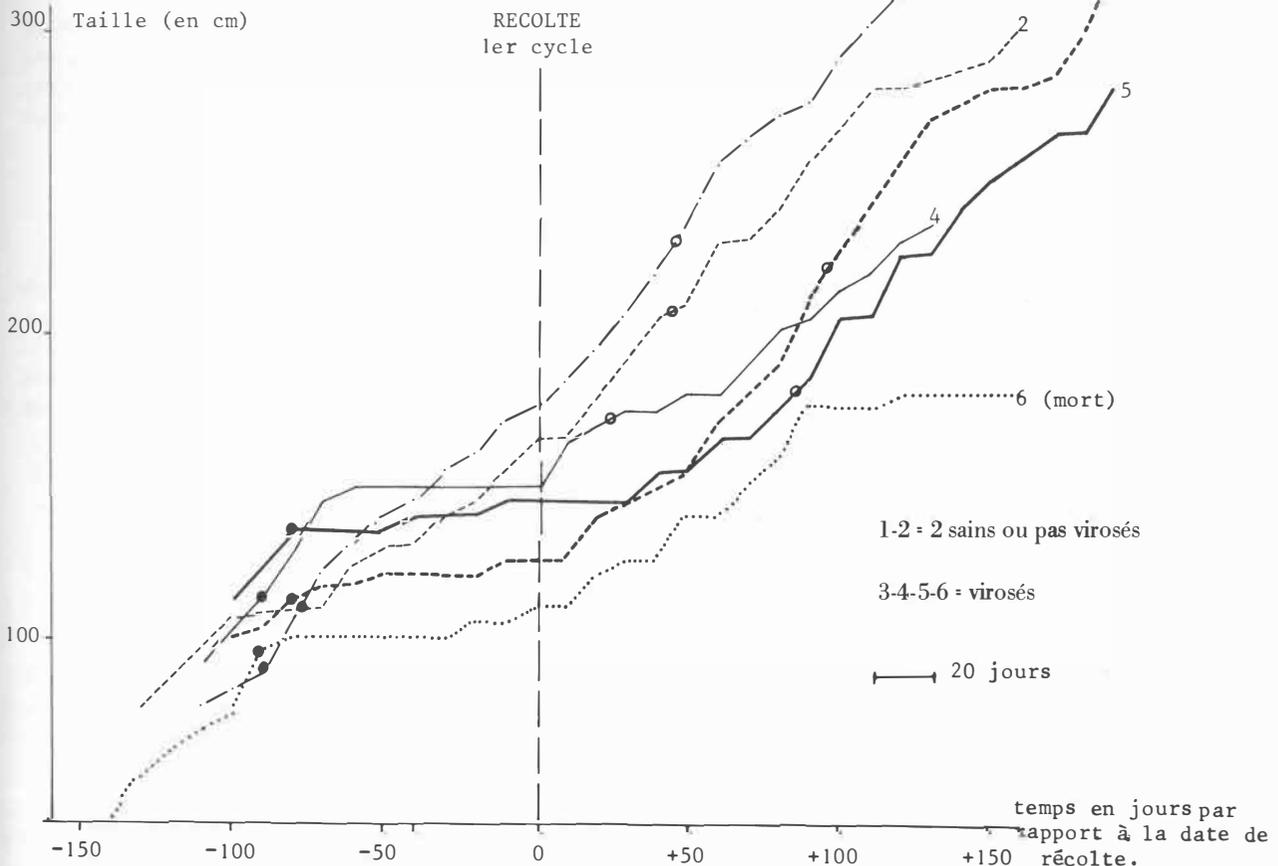


TABLEAU 11 - Nombre de plants productifs en premier et second cycles (comparaison plants sains-plants mosaïqués).

caractéristiques des populations		saine	virocée	ensemble population
pourcentage de plants en fin de :				
premier cycle		77,1	22,8	100
deuxième cycle		70,3	29,7	100
premier cycle	plants fleuris p. 100	96,5	94,9	92,2
	régimes récoltés p. 100	79,8	73,0	78,3
	tornadés p. 100	10,3	13,9	11,1
	non productifs p. 100	10,0	13,1	10,7
deuxième cycle	plants fleuris p. 100	92,9	85,0	90,4
	régimes récoltés p. 100	76,5	57,1	70,3
	tornadés p. 100	4,9	4,5	4,8
	non productifs p. 100	18,7	38,4	24,9

TABLEAU 12 - Caractéristiques des régimes.

caractéristiques		plants sains	plants virosés	ensemble population
premier cycle	nombre de mains	8,6	8,4	8,5
	poids moyen en kg	22,4	20,9	21,9
	grade deuxième main (1/32')	44,5	44,1	44,3
deuxième cycle	nombre de mains	7,8	7,7	7,7
	poids moyen en kg	20,7	19,1	20,3
	grade deuxième main (1/32')	44,7	44,4	44,5

TABLEAU 13 - Rendement brut en tonnes par hectare.

en tonnes/ha	population saine à 100 p. 100	population virosée à 100 p. 100	population réelle
rendement du premier cycle	35,8	30,4	34,2
rendement du deuxième cycle	31,7	21,9	28,5
rendement premier et second cycles	67,5	52,3	62,7
rendement par an	43,5	32,6	40,0

tiennent donc compte :

- du poids des régimes,
- du pourcentage de plants productifs,
- de la durée des cycles (pour le rendement annuel).

On peut remarquer qu'une population totalement virosée a une production annuelle brute inférieure de onze tonnes par rapport à une population saine (25 p. 100).

Dans la population virosée à 30 p. 100 à la floraison second cycle, la perte due à la virose est de 3,5 tonnes/an, soit 8 p. 100 par rapport à une plantation saine.

Il faut aussi remarquer que l'incidence est bien plus forte en second cycle qu'en premier (10,1 p. 100 contre 4,5 p. 100).

Production d'une population de 948 plants infestés à 60 p. 100 à la floraison du second cycle.

Dans cette population, on a tenu compte de la note mosaïque attribuée à chaque bananier au moment de la floraison premier et second cycle.

Ceci nous permet d'estimer l'incidence de l'intensité des symptômes sur toutes les caractéristiques de la production brute par hectare. La durée de l'étude fut de 600 jours (intervalle plantation-arrêt de l'essai pour cause de replantation).

On peut voir (tableau 14) que l'intensité des symptômes s'accroît du premier au deuxième cycle (32 p. 100 notés 3 et 4 en deuxième cycle contre 9 p. 100 en premier cycle).

- Le nombre de plants productifs.

En premier cycle, les tornadés furent nombreux. L'effet est plus intense sur les bananiers notés 3 (plus 17 p. 100 par rapport à la note 0). Les bananiers non productifs ne sont guère plus nombreux si l'on excepte le cas des notés 4 où l'on n'a récolté aucun régime. Les plants recépés du fait que leurs fruits seront refusés au conditionnement (mûrs sur pied, évolution de la pulpe stoppée ...) sont nombreux pour les notes 3 et 4.

Par conséquent, le pourcentage de régimes récoltés par rapport au nombre de plants mis en terre est surtout influencé par les fortes attaques de mosaïque (tableau 14).

Les écarts entre apparemment sains et virosés notés 1 sont faibles (2 p. 100). Les plants notés 2 sont déjà inférieurs (5 p. 100 par rapport aux sains). Les bananiers marqués 3 ont été récoltés à un faible pourcentage (20 p. 100 de moins que les sains).

En second cycle, l'influence de la mosaïque est encore plus nette, suite à l'accroissement des symptômes. Six cents jours après la plantation, le nombre de plants non récoltés est très élevé pour les classes 3 et 4. On peut remarquer que la classe 4 présente 20 p. 100 de plants non productifs.

- Les caractéristiques des régimes.

Entre les notes 0 et 1, on a un écart de un kg (tableau 15)

en premier cycle et 1,3 kg en second cycle (4,3 p. 100 et 5,0 p. 100). Plus les symptômes sont importants en second cycle, plus le poids du régime est faible. Ceci est lié à un nombre de mains plus faible et probablement à des doigts plus petits. La moindre différence observée en premier cycle peut s'expliquer par le fait que la différenciation florale a lieu vers le troisième-quatrième mois après replantation, alors que les symptômes de mosaïque sont encore réduits. En premier cycle, la mosaïque n'agit que sur la conformation des doigts et non sur le nombre de mains et de bananes.

L'écart entre virosés et sains est de 1,2 kg en premier cycle et 2,4 kg en deuxième cycle, soit respectivement 5,1 p. 100 et 8,9 p. 100.

- Le rendement brut avant entrée en station de conditionnement.

Il faut remarquer que la récolte second cycle fut arrêtée 600 jours après la mise en terre. Les résultats sont donnés dans le tableau 16.

Une population totalement virosée, mais avec une note faible (1) a un rendement brut inférieur de 2,4 tonnes en premier cycle et 2,2 tonnes en second cycle (7,0 p. 100 et 6,5 p. 100).

En prenant l'ensemble des plants virosés quelle que soit leur note, on a un écart de production de 5,1 tonnes en premier cycle et 12,4 tonnes en second cycle (15 p. 100 et 37 p. 100).

TABLEAU 14 - Nombre de plants productifs en premier et second cycle.

note mosaïque à la floraison		0	1	2	3	4	ensemble population
pourcentage de plants par note	premier cycle	42	25	24	8	1	100
	deuxième cycle	40	14	23	16	16	100
premier cycle	régimes récoltés p. 100	73	71	68	53	0	68
	tornadés p. 100	21	24	28	38	23	25
	non productifs p. 100	6	5	4	9	77	7
deuxième cycle	régimes récoltés p. 100	65	64	53	33	17	54
	tornadés p. 100	4	6	6	3	0	4
	non productifs p. 100	6	9	11	6	20	9
non récoltés à 600 jours		25	21	30	58	63	33

TABLEAU 15 - Caractéristiques des régimes.

cycle	note mosaïque	0	1	2	3	4	ensemble population
1	nombre de mains	8,6	8,5	8,3	8,5		8,5
1	poids régime (kg)	23,4	22,4	21,9	21,8		22,7
2	nombre de mains	8,9	8,8	8,3	8,2	8,2	8,7
2	poids régime (kg)	25,9	24,6	22,7	21,7	21,0	24,5

TABLEAU 16 - Rendements bruts en tonnes par hectare.

note mosaïque ►	0	1	2	3	4	ensemble population
rendement premier cycle	34,2	31,8	29,8	23,1		30,9
rendement deuxième cycle	33,7	31,5	24,1	14,3		26,5
production en 600 jours	67,9	63,3	53,9	37,4	7,1	57,4
rendement annuel	41,3	38,5	32,8	22,8	4,3	34,9

Le rendement brut annuel dans les conditions de l'étude est réduit de 10,6 tonnes soit 25 p. 100 de la production brute d'une population saine.

Dans la population virosée à 60 p. 100 (tableau 16), la perte due à la mosaïque est de 3,3 tonnes en premier cycle (9,7 p. 100) et 7,2 tonnes en second cycle (21,4 p. 100) soit pour une année : 6,4 tonnes (15,5 p. 100).

L'incidence de la mosaïque se fait d'autant plus sentir que les plantations sont âgées. En troisième ou quatrième cycle, on arrive à des rendements bas pour deux causes non indépendantes : le nombre de plants infestés et l'intensité des symptômes. Le planteur est amené à replanter beaucoup plus souvent qu'il serait utile. Ce fut le cas pour cette population qui a été arrachée avant la récolte complète du second cycle.

Estimation des répercussions sur le rendement net après conditionnement.

Nous venons d'indiquer l'incidence sur le rendement brut. Les résultats obtenus dans les deux populations sont globalement bien concordants. La diminution due à la mosaïque est donnée au tableau 16 bis.

Dans les conditions habituelles de culture, les replantations sont faites après quatre cycles et la mosaïque a une influence croissante jusqu'à l'arrachage de la bananeraie.

Si nous faisons comme hypothèse basse :

- que la replantation est réalisée tous les trois ans,
- que l'incidence globale de la mosaïque correspond aux valeurs moyennes obtenues sur le deuxième cycle,

on peut prendre comme éléments de référence :

- réduction du poids moyen brut des régimes de 8 p. 100
- réduction du rendement brut de 3,5 p. 100 pour 10 p. 100 de plants virosés

Au niveau du conditionnement, deux types de refus interviennent :

- l'élimination du régime entier pour cause de mosaïque. Les critères portent sur des caractéristiques diverses :
 - . coloration trop accentuée de la pulpe
 - . insuffisance du développement de la pulpe
- l'élimination des doigts trop courts et/ou trop maigres.

On peut aussi citer la courbure trop importante des fruits.

Les divers sondages réalisés permettent de donner les valeurs moyennes suivantes : elles sont indiquées par rapport aux valeurs obtenues pour les régimes sains :

- élimination du régime entier : 20 p. 100 des régimes mosaïqués,
- élimination systématique de 1,5 mains ce qui représente un poids moyen de 2,4 kg pour les régimes de 8 mains, soit 10 p. 100 de poids brut,
- élimination de doigts mal conformés sur les autres mains : 1,2 kg pour les régimes de 8 mains soit 5 p. 100 du poids brut.

Ainsi pouvons-nous faire une estimation de l'incidence de la mosaïque sur la production nette après conditionnement.

Nous utiliserons les abréviations suivantes :

M = taux de plants virosés dans la population (ramené à l'unité)

Pms = poids moyen brut d'un régime sain

Pmv = poids moyen brut d'un régime virosé

Rbs = rendement brut d'une population saine

TABLEAU 16 bis - Diminution due à la mosaïque.

	poids moyen	rendement brut/hectare	
		30 p. 100 mosaïqués	60 p. 100 mosaïqués
premier cycle	6,7 et 5,1 %	4,9 %	9,7 %
second cycle	7,7 et 8,9 "	10,1 "	21,4 "
par an (établi sur 2 cycles)		8 "	15,5 "

Rbr = rendement brut d'une population virosée à M p. 100
 Rns = rendement net d'une population saine
 Rnr = rendement net d'une population virosée à M p. 100
 α = coefficient d'usinage pour les régimes sains
 x = nombre de régimes récoltés

Le supplément d'écart de triage dû à la mosaïque sera le suivant :

$$0,2 \cdot \frac{Pmv \cdot M}{\text{rég.refusés}} + 0,15 \cdot \frac{Pmv \cdot 0,8M}{\text{dgts éliminés}} = 0,32 \cdot \frac{Pmv \cdot M}{\text{rég.refusés}} = 0,30 \cdot \frac{Pms \cdot M}{\text{rég.refusés}}$$

Le rendement net réel est ainsi défini par la formule :

$$Rnr = \alpha x(1 - M) \cdot Pms + \alpha x(1 - 0,2)M \cdot Pmv - 0,30 \cdot Pms \cdot x \cdot M$$

$$Rnr = x \cdot Pms (\alpha - 0,26 - \alpha M - 0,30M)$$

Étant donné que le rendement réel peut s'écrire :

$$Rbr = (1 - M)x \cdot Pms + M \cdot x \cdot Pmv = x \cdot Pms (1 - 0,08M)$$

le coefficient d'usinage sera donc :

$$\frac{Rnr}{Rbr} = \frac{\alpha(1 - 0,26M) - 0,30M}{1 - 0,08M}$$

D'autre part, on sait que :

$$Rbr = (1 - 0,35M)Rbs$$

$$\alpha = \frac{Rns}{Rbs}$$

Ainsi peut-on donner un tableau montrant l'influence de la mosaïque au niveau du rendement brut et du rendement réel (tableau 17).

Dans les conditions normales, le coefficient d'usinage

est de 0,70 dans la quasi-totalité des plantations correctement conduites. Avec cette hypothèse (très voisine de la réalité), les pertes de productions pour des taux de mosaïque de 30 et 60 p. 100 sont considérables.

- 30 p. 100 : rendement brut diminué de 10,4 p. 100 et rendement net de 27 p. 100

- 60 p. 100 : rendement brut diminué de 21,0 p. 100 et rendement net de 51 p. 100.

Synthèse et discussion.

La littérature ne donne pas d'éléments de comparaison. On peut se référer seulement aux données de GUÉROUT (1967).

GUÉROUT a trouvé que le poids des régimes mosaïqués était inférieur de 9,5 p. 100. En rendement brut, la parcelle totalement mosaïquée avait un rendement inférieur de 45 p. 100. En outre, cet auteur signale que les doigts étaient plus courts et que la pulpe était plus colorée. On peut donc supposer que les répercussions sur le rendement net auraient été encore plus importantes.

Les résultats que nous venons de présenter sont en accord avec ceux de GUÉROUT, quoique les différences soient légèrement inférieures. Cela provient peut-être du fait que nous avons travaillé sur des populations plus grandes.

L'incidence de la mosaïque est liée :

- à un nombre de plants productifs plus faible,
- à un nombre de régimes éliminés avant récolte plus fort.

TABLEAU 17 - Estimation des répercussions de la mosaïque sur la production d'un hectare de bananiers.

p. 100 de plants virosés	rendement brut réel en p. 100 du rendement brut d'une population saine (Rbs)	coefficient d'usinage réel en fonction du coefficient pour une population saine (α)	rendement net/ha/an pour un Rbs de 50 t et un coefficient α de 0,70	rendement brut/ha/an quand Rbs = 50 tonnes
0	100 R	α	0,70 * - 35,0	50
10	96,5	0,980 α - 0,030	0,656 - 31,7	48,3
20	93,0	0,963 α - 0,061	0,613 - 28,5	46,5
30	89,5	0,945 α - 0,092	0,570 - 25,5	44,8
40	86,0	0,926 α - 0,124	0,524 - 22,5	43,0
50	82,5	0,906 α - 0,156	0,478 - 19,7	41,3
60	79,0	0,887 α - 0,189	0,432 - 17,1	39,5
70	75,5	0,867 α - 0,222	0,385 - 14,6	37,8
80	72,0	0,846 α - 0,256	0,336 - 12,1	36,0
90	68,5	0,825 α - 0,291	0,287 - 9,8	34,3
100	65,0	0,804 α - 0,326	0,237 - 7,7	32,5

* - coefficient réel.

TABLEAU 18 - Évolution du pourcentage de plants virosés pendant trois années.

âge plant. en mois	3	4	5	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36
T 1	0,3	2,4	8,9	13,2	14,4	15,7	16,0	15,7	18,2	21,0	22,6	25,0	29,2	30,1
T 2	0,2	2,6	8,6	11,9	14,4	16,9	17,3	17,8	20,0	21,6	25,0	27,2	28,8	30,1

- au poids moyen inférieur.
- à la durée plus longue des cycles.
- à des fruits plus courts entraînant un écart de triage plus élevé au conditionnement.
- à l'élimination d'un régime sur cinq à l'entrée en station d'emballage.

Il est important de rappeler que l'incidence s'accroît de cycle en cycle, par suite d'un nombre de plants productifs inférieur et d'un poids moyen en baisse. Ainsi, plus une plantation est mosaïquée, plus il faudra replanter souvent. On en arrive d'ailleurs, dans certains cas, à des réfections espacées de moins de deux ans.

Essais de lutte contre la mosaïque.

Nous avons examiné deux aspects essentiels : l'éradication au cours des cycles et l'éradication avant replantation.

Essai éradication en cours de végétation.

L'un des moyens de lutte pouvant être envisagé à l'échelle du planteur consiste à éliminer tous les plants présentant des symptômes foliaires de mosaïque. Avant de mettre en oeuvre une telle technique, il était nécessaire d'en connaître les conséquences économiques et l'efficacité.

Pour cela, nous avons mené un essai en très grandes parcelles, comparant seulement deux traitements :

1. parcelle témoin sans élimination des plants virosés, comportant 3.371 pieds à la replantation (soit 1,69 ha).
2. parcelle éradiquée tous les mois. Tous les bananiers présentant des symptômes sont arrachés et détruits. Cependant, pour éviter une perte trop importante et injustifiée de production, l'arrachage est reporté après la récolte pour les bananiers ne manifestant les premiers symptômes que lorsque l'inflorescence est sortie du faux-tronc. Cette parcelle comporte 3.274 bananiers représentant une superficie de 1,64 hectares.

• Conduite de l'essai.

La fertilisation et les traitements nématicides sont réalisés selon les techniques classiques plante par plante.

Dans la parcelle éradiquée, on avait prévu de remplacer les plants arrachés par des bananiers sains. Étant donné l'ombrage important, ces bananiers n'arrivent pas à se développer, si bien qu'après six mois d'essai, nous avons abandonné cette pratique.

• Observations réalisées.

Chaque mois, tous les bananiers sont examinés pour la mosaïque. Tous les plants atteints sont marqués dans les deux parcelles. On note le nombre de virosés. On relève aussi le nombre de plants arrachés dans le traitement 2.

Seul le poids de chaque régime est pris à la récolte, en distinguant bien, à l'intérieur de chaque traitement, les régimes issus de plants sains de ceux issus de plants ayant manifesté des symptômes de mosaïque à un moment donné de leur existence.

• Évolution du taux de plants atteints.

Le pourcentage de plants présentant des symptômes de mosaïque (établi par rapport au nombre de bananiers plantés), s'accroît du troisième mois après mise en terre jusqu'à la fin de l'essai (trente-sixième mois) (tableau 18). Ainsi passe-t-il de 0,3 à 30 p. 100.

On remarquera la forte poussée du troisième au sixième mois après mise en terre.

La parcelle éradiquée ne présente pas un taux plus faible de mosaïque, ce qui peut provenir de deux causes non vérifiées :

- manifestation plus ou moins tardive de symptômes foliaires des plants virosés.
- taux de réinfestation élevé au cours de l'année.

• Évolution du pourcentage d'éradication (élimination de la densité de plantation).

À la mise en terre, la densité était de 2.000 plants/hectare, par suite de l'éradication, elle a diminué de la façon suivante dans T 2 :

mise en terre	2000 plants/hectare
6 mois	1820
12 mois	1660
18 mois	1640
24 mois	1560
30 mois	1450
36 mois	1400

Cette réduction de densité n'a pas été uniforme sur toute la parcelle, si bien que des surfaces non ombragées sont apparues. Des applications localisées d'herbicide ont dû être faites à partir du dix-huitième mois. Cependant, les surfaces traitées sont peu importantes.

Sur trente-six mois, la quantité de produits apportés plante par plante a diminué. Si l'on exprime cette réduction en pourcentage des quantités fournies à une densité de 2000 plants/hectare, on a :

- moins 16 p. 100 en urée
- moins 17 p. 100 en chlorure de potasse
- moins 13 p. 100 en dolomie et scories
- moins 22 p. 100 en Mocap

Compte tenu des quantités apportées et en fonction des prix du printemps 1978, les dépenses furent diminuées de 60.000 F CFA/ha/an.

● Nombre de régimes récoltés.

Pendant la première année, le nombre de régimes récoltés par hectare est supérieur dans T 1 par rapport à T 2. En fin de deuxième année, les deux parcelles sont équivalentes, de même qu'en fin de troisième année, malgré la réduction du nombre de plants dans T 2.

Le pourcentage de régimes mosaïqués dans l'ensemble des régimes récoltés est de 14,2 p. 100 dans T 1, contre 2,2 p. 100 dans T 2 à la fin de la troisième année.

En définitive, on a récolté :

- dans T 1 : 1845 régimes en première année,
1677 en deuxième, 2569 en troisième
- dans T 2 : 1645 régimes en première année,
1940 en deuxième, 2492 en troisième.

Si nous examinons la figure 21, il est possible de bien

distinguer les cycles successifs pour les deux traitements. Le traitement 1 se décale légèrement vers la droite, c'est-à-dire que les cycles sont un peu plus longs dans la parcelle 1 que dans la parcelle 2.

Le pourcentage de régimes virosés récoltés s'accroît après le pic de récolte globale de chaque parcelle (figure 22). Ceci est particulièrement net en premier et deuxième cycle. C'est dire que la durée des cycles des bananiers virosés est plus longue.

● Poids moyen des régimes.

Le poids moyen des régimes de T 2 est toujours supérieur au poids moyen des régimes de T 1.

Sur les trois années d'essai, la différence de poids moyen est de 1,9 kg, soit 7,1 p. 100 (tableau 19).

Le poids moyen des régimes virosés est toujours inférieur à celui des régimes sains.

Ainsi, sur les trente-six mois, on a les poids moyens suivants :

T 1 sain	25,4 kg	} soit 4,4 kg - 17,3 p. 100 en moins
T 1 virosé	21,0 kg	
T 2 sain	27,1 kg	} soit 3,3 kg - 12,2 p. 100 en moins
T 2 virosé	23,8 kg	

Pour T 2, le poids moyen des régimes virosés n'est établi que sur assez peu de régimes. En outre, il s'agit de plants n'ayant manifesté des symptômes que depuis peu de temps, c'est-à-dire à l'approche de la floraison.

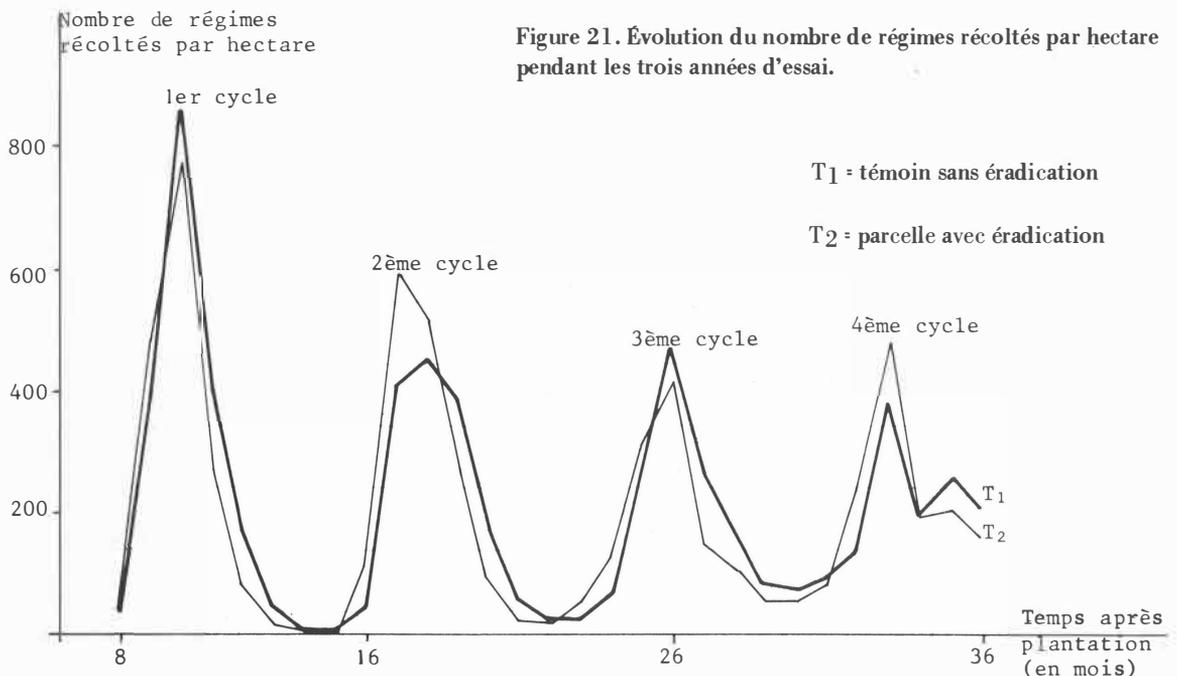
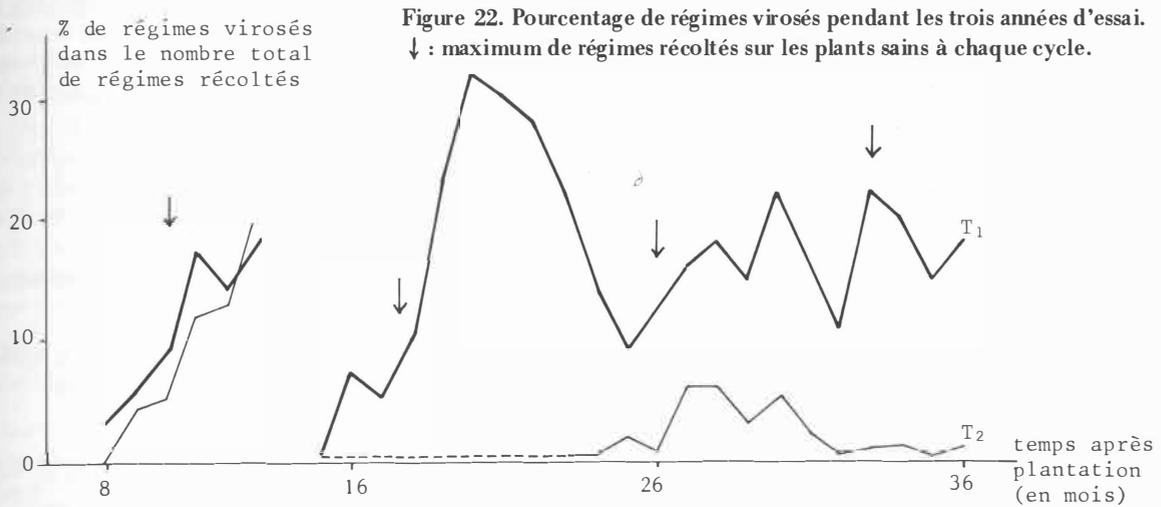


TABLEAU 19 - Poids moyen des régimes dans les deux traitements.

âge de la plantation	en six mois		cumul		en six mois			
	T 1	T 2	T1	T 2	sains		virovés	
					T1	T 2	T 1	T 2
12 mois	25,8	27,0	25,8	27,0	26,1	27,2	23,8	23,6
18 mois	24,9	28,5	25,5	27,6	25,2	28,5	20,7	
24 mois	21,7	27,3	24,7	26,9	23,4	27,3	16,3	
30 mois	23,9	25,5	24,5	26,5	24,2	25,6	21,4	25,2
36 mois	26,0	27,3	24,8	26,7	26,8	27,1	22,5	18,3



● Production par hectare.

Étant donné les fluctuations mensuelles liées au cycle, nous ne considérerons que les productions annuelles (tableau 20). En première année, T 2 a un rendement brut inférieur de 3,2 tonnes, soit de 6,7 p. 100, mais en seconde année il dépasse très largement T 1 (12,5 tonnes, soit plus 31,7 p. 100 de T 1). Ainsi, sur trois ans de culture, l'éradication de 30 p. 100 des plants mis en terre n'a pas entraîné de perte de production brute. On a même récolté en moyenne 3,4 tonnes/ha/an en plus (plus 6,7 p. 100).

Sur les trois années, le pourcentage provenant des plants mosaïqués fut de :

- 12,1 p. 100 en poids dans T 1 contre 1,9 p. 100 dans T 2
- 14,3 p. 100 en nombre de régimes dans T 1 contre 2,1 p. 100 dans T 2.

En supposant récolter le même nombre de régimes (valeurs par défaut) on aurait eu les rendements du tableau 20 bis si tous les pieds étaient sains.

Par la formule établie dans le chapitre précédent, la différence de rendement brut annuel calculé sur les données de trois années consécutives est de 2,3 tonnes, soit 4,5 p. 100 par rapport à une population saine.

Le rendement net au conditionnement, avec un coefficient d'usage régimes sains de 0,7, aurait été celui du tableau 21.

TABLEAU 20 - Production brute annuelle par hectare.

production brute/année/hectare (en tonnes)	témoin T 1	éradication T 2
première année	47,6	44,4
seconde année	39,4	51,9
troisième année	65,1	66,0
moyenne annuelle sur trois ans	50,7	54,1

TABLEAU 20 bis.

tonne/hectare/an	T 1 sain	T 2 sain	calcul selon la formule $1/1-0,35 M$ pour T 1
première année	48,2	44,7	(M = 0,13) 49,9
deuxième année	41,1	54,5	(M = 0,16) 41,7
troisième année	66,5	66,0	(M = 0,25) 71,3
moyenne annuelle	51,9	55,1	53,0

TABLEAU 21

tonne/hectare/an	T 1	T 2	T1 sain
première année	31,3	31,3	34,9
deuxième année	25,9	38,2	29,2
troisième année	39,3	46,2	49,9
moyenne annuelle	32,3	38,6	38,0

Ceci montre :

- une différence très appréciable en faveur de la parcelle éradiquée régulièrement : plus 6,3 tonnes/hectare/an, soit 19,5 p. 100 par rapport au témoin
- un faible écart de rendement net entre la parcelle dont la densité décroît de 2000 à 1400 en trois ans et la parcelle à 2000 plants supposée saine.

Essai éradication avant replantation.

Plusieurs constatations nous ont amené à mettre en place cet essai :

- certains planteurs assuraient que l'éradication avant l'arrachage d'un carré ne réduisait pratiquement pas le pourcentage des plants mosaïqués pendant le premier cycle après replantation
- le taux de plants mosaïqués est plus élevé au Niéky (10 à 40 p. 100 et plus) que dans les autres régions de production, notamment Azaguié (1 à 4-5 p. 100).
- dans les essais de l'IRFA au Niéky, menés avec éradication régulière et sévère, le taux de mosaïque est devenu voisin de 2-3 p. 100 après quatre années (taux voisin de 40 p. 100 au départ).

Ces observations soulevaient donc le problème de la technique d'éradication et de l'influence de l'écologie sur la propagation et/ou la manifestation des symptômes.

On a donc implanté le même essai, au même moment, sur les stations IRFA d'Azaguié et du Niéky. Nous comparons trois traitements comportant seulement 130 plants chacun et sans répétitions :

1. matériel végétal sans symptômes provenant d'Azaguié
2. matériel végétal sans symptômes provenant du Niéky
3. matériel végétal avec symptômes de mosaïque provenant

du Niéky.

Le matériel végétal Niéky a été choisi dans une parcelle ayant un taux de mosaïque voisin de 40 p. 100 (non éradiquée). Compte tenu des constatations faites sur la variabilité de l'apparition des symptômes, on a réalisé trois passages d'éradication à quinze jours d'intervalle : 45 jours, 30 jours, 15 jours avant arrachage des bananiers.

Par conséquent :

- T 2 correspond à des plants sans symptômes au moment de ces trois passages.
- T 3 correspond à des plants ayant des symptômes à chacun de ces trois passages.

Le pourcentage de plants manifestant des symptômes après replantation est donné dans le tableau 22.

On remarque :

- que le comportement est identique à Azaguié et au Niéky.
- que la mosaïque est nulle sur la parcelle plants sains d'Azaguié (T 1)
- que le taux d'apparition des tirets est faible dans la parcelle plantée en bananiers issus d'une éradication en trois fois (T 2)
- que la quasi-totalité des plants mosaïqués avant arrachage manifestent des symptômes (T 3). L'apparition fut plus rapide au Niéky qu'à Azaguié.

Le fait que nous n'atteignons pas 100 p. 100 est dû à des plants n'ayant pas poussé après la mise en terre.

TABLEAU 22 - Évolution du pourcentage de plants présentant des symptômes de mosaïque.

localisation ►	Azaguié			Niéky		
	1	2	3	1	2	3
âge en mois						
2	0,0	1,0	10,1	0,0	2,3	75,8
3	0,0	2,0	55,1	0,0	2,3	87,1
4	0,0	2,0	79,8	0,0	2,3	94,7
5	0,0	2,0	88,9	0,0	2,3	97,0
6	0,0	2,0	92,9	0,0	2,3	97,0
7	0,0	2,0	96,0	0,0	2,3	97,0

Par conséquent, les forts taux de virose observés au Niéky ne seraient pas liés aux conditions écologiques particulières de cette zone.

Cet essai nous amène à dire qu'une éradication correctement faite avant replantation est efficace, mais qu'elle ne supprime pas totalement la mosaïque. Il faudra donc assurer un marquage régulier en cours de végétation pour réduire encore plus le pourcentage de plants virosés. En outre, lorsque l'on partira de populations très infestées, on ne pourra obtenir un très faible niveau qu'après plusieurs années. La poursuite de cet essai va nous permettre d'estimer le taux de réinfestation dans les années à venir.

On peut donner une explication aux remarques faites par les planteurs :

- si le taux de plants virosés n'est pas diminué, c'est que l'éradication fut insuffisante ou mal faite. D'autre part, le fait d'éradiquer oblige le planteur à multiplier du matériel. Or aucune sélection sanitaire n'est faite sur celui-ci. De plus, la tendance est de prélever deux rejets sur les plants non éradiqués. Par conséquent, il y a de fortes probabilités que l'on multiplie des plants virosés.

La lutte contre la mosaïque impose donc au planteur toute une organisation et une discipline sanitaire très sévère.

- si le taux de plants virosés est plus élevé au Niéky, cela n'est pas lié aux conditions écologiques particulières, mais au fait qu'il s'agit d'une zone en expansion. On prélève du matériel végétal sur n'importe quel plant sans contrôle sanitaire. Il est hautement probable que la dissémination de la mosaïque se soit faite par la multiplication du matériel végétal.

- nos essais sont en bon accord avec les résultats obtenus dans cette étude d'éradication avant replantation. Ils confirment tout l'intérêt d'une éradication bien menée, liée à un contrôle régulier du matériel végétal utilisé.

Synthèse et discussion.

Les deux essais dont nous venons de présenter les résultats ne couvrent pas l'ensemble des moyens de lutte à mettre en oeuvre pour réduire l'incidence de la mosaïque. Ils permettent cependant de préciser les aspects majeurs.

- l'éradication en cours de végétation, réalisée tous les mois, sauf pendant l'intervalle floraison-récolte, n'entraîne pas de diminution de production. Elle se traduit même par un supplément de bénéfice.

- la replantation doit être assurée lorsque la densité a diminué de 25-30 p. 100 par rapport à la densité de mise en terre.

- les remplacements des plants éradiqués ne sont pas efficaces et il est par conséquent inutile de les faire, surtout si le planteur n'a pas de pépinières indemnes de viroses.

- l'éradication avant replantation est également efficace si l'on réalise trois passages à 45, 30 et 15 jours avant l'arrachage du carré.

- la zone écologique (à l'intérieur de la bananeraie ivoirienne) n'a pas d'influence.

Lié à l'éradication, le problème du matériel végétal se pose :

- sélection sanitaire dans les parcelles de multiplication.
- interdiction d'utiliser du matériel provenant de parcelles infestées à plus de 5 p. 100.
- interdiction de transporter du matériel provenant de plantations fortement infestées.

Nous estimons, en accord avec WARDLAW (1972), que la multiplication du matériel infesté constitue la source essentielle de la dissémination de la mosaïque. MAGEE (1957) confirme qu'une bonne sélection sanitaire permet de réduire rapidement l'incidence des viroses du bananier. Il insiste sur la nécessité d'un contrôle fréquent étant donné les phénomènes d'infestation latente.

Les résultats obtenus ne semblent pas confirmer l'hypothèse de BERG et BUSTAMANTE (1974) supposant que tous les bananiers sont porteurs de virus.

Plusieurs chercheurs ont proposé des recommandations spécifiques pour contrôler la mosaïque : REINKING (1951), OCFEMIA (1949), CASTILLO et AGATI (1951), HEROLD et DAO (1961), ADAM (1962), GUÉROUT (1967).

Globalement, ces recommandations correspondent à celles proposées pour la majeure partie des viroses des plantes en plein champ :

- destruction des mauvaises herbes et des autres espèces hôtes par des herbicides puissants
- destruction des cultures sensibles (maïs, melon, etc.) à proximité des plantations
- interdiction de fournir du matériel végétal infesté
- contrôle régulier des plantations avec arrachage des plants présentant des symptômes.

ELEMENTS POUR UN PROGRAMME DE LUTTE

La réduction de l'importance économique de la mosaïque du bananier ne peut être obtenue que par un **effort continu et couvrant tous les aspects de l'écologie de cette virose.**

La lutte contre la mosaïque implique donc une intervention à plusieurs niveaux :

- la non-diffusion du matériel végétal infesté
- la réduction des conditions favorables à la transmission du virus
- l'élimination du maximum de plants atteints.

Le matériel végétal.

La première consigne est de ne pas introduire de matériel végétal provenant d'un pays ou d'une zone infestée. Par exemple, lors de la création d'une nouvelle plantation, il ne faudra prendre du matériel végétal que chez des planteurs indemnes de virose ou à très faible taux de virose.

L'autre aspect est plus difficile. Il s'agit des plantations infestées devant assurer une multiplication plus ou moins intense pour remplacer les plants virosés. Dans ce cas, il est indispensable de réaliser des carrés de multiplication avec contrôle sanitaire sévère et fréquent. On peut distinguer trois cas :

- **pépinières réalisées avec du matériel provenant d'une plantation peu infestée** (il n'existe pas de plantations indemnes en Côte d'Ivoire) : contrôle sanitaire mensuel et prélèvement des plants aussitôt que leur croissance est satisfaisante.
- **pépinières réalisées avec du matériel à prendre en plantations infestées** : dans ce cas, il est obligatoire de réaliser un contrôle mensuel pendant une année dans la plantation où seront prises les souches (avec arrachage chaque mois des plants malades). Après mise en terre, en pépinière, contrôle sanitaire mensuel. Les premiers rejets ne devront être prélevés qu'un an après la plantation.
- **matériel végétal prélevé en parcelles de production où on laisse deux rejets par plant** : c'est le cas le plus défavorable, quoique le plus fréquent. On doit assurer un contrôle mensuel avec évidemment arrachage des plants atteints à chaque fois. Le prélèvement de matériel ne doit se faire qu'après une année de contrôle sanitaire mensuel.

La lutte contre les plantes hôtes et les vecteurs possibles.

Elle a pour but de limiter les possibilités d'infestation à partir du milieu. Il faut dire que, sur ce point, nos connaissances sont insuffisantes pour dire avec précision ce qu'il faudrait faire. Néanmoins, il est primordial de détruire les adventices et, le cas échéant, de lutter contre les insectes.

- **maintenir propre la bananeraie** par des traitements herbicides efficaces et réalisés lorsque les herbes sont encore jeunes. Dans les parcelles, la lutte contre les adventices va de soi étant donné que le bananier supporte très mal la concurrence de celles-ci. Cependant, cela n'est pas toujours facile, compte tenu de la sensibilité du bananier à beaucoup d'herbicides. Il arrive souvent que les plantes à feuilles cirseuses soient mal détruites. C'est le cas en particulier des Commelinacées, hôtes privilégiés de la mosaïque.

En dehors des parcelles, les routes et les drains, ainsi que les abords immédiats des plantations sont à maintenir désherbés en permanence (pratique hélas peu fréquente).

- **interdire la culture des plantes sensibles** dans la bananeraie ou aux abords. Il s'agit en particulier des cultures de Solanacées et de Cucurbitacées.
- **supprimer les vecteurs** : cela devrait être un point secondaire si l'on assure la destruction des adventices dans toutes les bananeraies et s'il n'existe pas de cultures hôtes autour de celles-ci.

Le contrôle sanitaire régulier.

Il est indispensable d'assurer une éradication régulière de la mosaïque.

- **avant replantation**, il est nécessaire de faire trois passages à 45, 30 et 15 jours avant l'arrachage de la parcelle.
- **après replantation**, l'éradication sera faite impérativement tous les deux mois. On peut cependant laisser les bananiers au stade floraison arriver jusqu'à la récolte. Il suffit de marquer ces plants afin de les éliminer après la coupe. On estime que le remplacement des bananiers arrachés ne donne pas de résultats intéressants.

Il faut distinguer trois situations différentes :

- **en plantation très infestée, c'est-à-dire ayant au moins 30 p. 100 de plants virosés**, on doit commencer par réaliser des pépinières saines ou des parcelles de production saines conduites à deux rejets. Après une année, il sera possible de commencer l'éradication parcelle par parcelle. Bien entendu, au cours de cette période, un marquage bimestriel sans arrachage sera assuré. On fera les trois passages à 45, 30 et 15 jours avant arrachage de la parcelle et tous les plants marqués depuis un an seront détruits. On plantera séparément les plants apparemment sains et les plants issus de la multiplication.

Il s'agit donc ici d'un cas extrême, demandant la mise au point d'un programme s'échelonnant sur quatre ou cinq ans. Une réduction très sensible du taux de mosaïque ne peut y être obtenue qu'en associant l'éradication et la production de matériel très assaini.

- **en plantation infestée de 15 à 25 p. 100**, on aura aussi intérêt à faire une pépinière avec contrôle sanitaire mensuel. Lorsque la densité de plantation aura baissé de 30 p. 100, il sera indispensable d'assurer une replantation en suivant les consignes précédentes.
- **en plantation infestée à moins de 15 p. 100**, un contrôle bimestriel avec arrachage des virosés, suivi d'une éradication en trois fois avant replantation doit ramener rapidement le taux à quelques pour cent.

CONCLUSIONS

Les symptômes observés sur les plantations bananières de Côte d'Ivoire laissent supposer l'existence de plusieurs virus

ou de plusieurs souches d'un même virus. Etant donné que l'on peut observer tous les stades entre «vraie plage» et «vrai tiret», on peut penser qu'il s'agit de souches plus ou moins virulentes d'un même virus. Une étude complète mériterait d'être entreprise, mais on se heurte à la difficulté de purification et à l'inactivation liées à la présence de tannins dans les feuilles. Malgré la faible proportion de symptômes graves, il serait utile de connaître les relations entre les différents types observés, afin de sensibiliser les planteurs aux risques d'intensification de cette maladie. Dans le même ordre d'idées, une meilleure connaissance de la transmission permettrait peut-être de rendre la lutte plus efficace (vecteurs, plantes hôtes).

La difficulté essentielle pour la lutte contre la mosaïque en tirets est due à l'irrégularité d'apparition des symptômes visuels. Des bananiers peuvent être porteurs de virus sans manifestation externe typique. C'est pour cette raison que nous avons tendance à parler de bananiers apparemment

sains ou de bananiers sans tirets. Actuellement, il n'est pas possible de certifier qu'une pépinière est saine. La mise au point d'une technique d'indexage serait très utile.

Les essais éradication ont permis de préciser que le contrôle régulier en cours de végétation et avant replantation était efficace et n'entraînait pas de réduction du bénéfice du planteur. Toutefois, la mise en oeuvre doit être soigneusement préparée en ce qui concerne l'obtention du matériel végétal de remplacement. L'éradication, telle que nous l'avons décrite, ne peut se concevoir à grande échelle que si des secteurs de multiplication indemnes de mosaïque sont réalisés en parallèle. Les planteurs sont réticents à assurer une élimination régulière des plants atteints pour des raisons valables à très court terme (perte de production, réduction du nombre de bananiers). Ce raisonnement n'est absolument pas valable à long terme. En effet, on favorise la progression de la maladie et on risque ainsi d'hypothéquer l'avenir de la culture bananière dans ces régions.

BIBLIOGRAPHIE

- ADAM (A.V.). 1962.
An effective program for the control of banana mosaic.
Plant. dis. Reprt., vol. 46, n° 5, p. 366-370.
- BERG (L.A.) et BUSTAMANTE (M.). 1974.
Heat treatment and meristem culture for the production of virus free bananas.
Phyto., vol. 64, n° 3, p. 320-322.
- BIRD (J.) et WELLMAN (F.L.). 1965.
A mosaic virus disease of Plantains and bananas in Puerto Rico.
in «*The banana industry and research*» (Caribbean Organization) p. 202-206.
- CAPOOR (S.P.) et VARMA (P.M.). 1970.
Investigation on a mosaic disease of banana in the Deccan.
J. Phyta., vol. 23, n°1, p. 62-68.
- CASTILLO (B.S.) et AGATI (J.A.). 1951.
Using weedicides in eradicating mosaic infected Abaca plants.
Philipp. J. Agric., XV, n° 2, p. 175-187.
- CASTILLO (B.S.). 1952.
Transmission studies on banana mosaic in the Philippines.
Philipp. J. Agric., XVII, n° 1-4, p. 91-97.
- CHAMPION (J.). 1963.
Le bananier.
ed. *Maisonneuve et Larose, Paris*, p. 166-168.
- DESAI (M.K.). 1963.
Cheeking chlorosis in banana plants.
Indian Hat., vol. 7, n° 3, p. 9-10.
- FROSSARD (P.), GUEROUT (R.), LASSOUDIERE (A.). 1974.
La mosaïque du bananier en Côte d'Ivoire.
Doc. interne IRFA, 4 p.
- GUEROUT (R.). 1966.
Etat actuel des recherches sur la mosaïque du bananier.
Doc. interne IRFA, RA 66, n° 19, 6 p.
- GUEROUT (R.). 1967.
La mosaïque en tirets du bananier.
Bull. IRFA Côte d'Ivoire, n° 15, p. 1-7.
- HEROLD (F.) et DAO (F.). 1961.
La chlorosis infectiosa, una nueva enfermedad virosa del banano (*Musa sp.*) en Venezuela.
Agron. Trop. Venezuela, vol. 11, n° 3, p. 147-155.
- IRFA (1976).
Les études sur bananier réalisées par l'Institut de Recherches sur les Fruits et Agrumes (1972-1975).
Fruits, vol. 31, n° 4-5, p. 286.
- LASSOUDIERE (A.). 1974.
La mosaïque dite «à tirets» du bananier Poyo en Côte d'Ivoire.
Fruits, vol. 29, n° 5, p. 349-357.
- LASSOUDIERE (A.). 1977.
Croissance et développement du bananier Poyo en Côte d'Ivoire.
Thèse docteur-ingénieur, Fac. Sci. Abidjan, 112 p., 83 fig., 53 tabl., 153 réf.
- LASSOUDIERE (A.). 1978.
Rapport d'expérimentation 1977 de la Station de Recherches bananières du Niéky.
IRFA-Ministère de la Recherche scientifique de Côte d'Ivoire, 52 p., 23 tabl., 8 fig.
- MAGEE (C.J.). 1940.
Transmission of infectious chlorosis or heart-rot of the banana and its relationship to cucumber mosaic.
J. Austr. Inst. Agric. Sci., vol. 6, p. 44-47.
- MAGEE (C.J.). 1967.
The control of banana bunchy top.
Techn. paper Sud Pac. Comm. Noumea, n° 150, p. I-III et 1-13.
- NITZANY (F.E.) et WILKINSON (R.E.). 1961.
The identification of cucumber mosaic virus from different hosts in Israel.
Phytopath. Mediterranea, vol. 1, n° 2.
- OCFEMIA (G.O.). 1949.
The rapid dissemination of mosaic disease of Abaca, or Manila hemp (*Musa textilis* NEE) in the field.
Philipp. Agric., vol. XXIII, n° 2, p. 142-144.
- REINKING (O.A.). 1951.
Third progress report on the Abaca mosaic disease control campaign.
cité par WARDLAW 1962.
- STOVER (R.H.). 1972.
Banana, plantains and Abaca diseases.
Commonw. mycol. Inst. publ., 320 p.

- U.F. Co. 1958.
Problems and progress in banana diseases research.
U.F. Co Botan.
- VAN HOOF (H.A.). 1972.
Een virusziekte van bacove en banaan.
Surinam Landb., vol. 10, n°2, p. 47-52.
- WAITE (B.H.). 1960.
Virus diseases of banana in Central America.
Proc. Caribbean reg., Amer. Soc. hort. Sci., VIII annu. meet., vol. 4, p. 26-30.
- WARDLAW (C.W.). 1962.
Banana diseases, including plantains and Abaca.
Ed. Longmans (Londres), 878 p.
- WELLMAN (F.L.). 1934.
A disease of banana markedly similar to bunchy top produced by celery virus I in USA.
Phytopath., vol. 24, p. 1032-1034.
- YOT-DAUTHY (D.) et BOVE (J.M.). 1966.
Mosaïque du bananier, identification et purification de diverses souches du virus.
Fruits, vol. 21, n° 9, p. 449-466.
- X ... 1972.
Pest control in bananas.
Pans manual n° 1 (Londres), p. 47-52.



LES ARÔMES DE FRUITS ET DE JUS DE FRUITS

15^e rapport de la Commission scientifique et technique de la Fédération internationale des Producteurs de Jus de fruits, Symposium 1978, Berne.

Ce rapport (413 pages) contient, outre le programme exact du symposium et les allocutions qui furent prononcées à son ouverture, tous les exposés faits dans son cadre, ainsi que trois ouvrages consacrés, eux aussi, au thème mentionné ci-dessus. Signalons d'autre part que le rapport reproduit également, en appendice, un compte rendu de ce qui a été dit, lors de la conférence de presse préliminaire, au sujet du développement de la Fédération, de l'importance des jus de fruits pour le monde en général et pour la Suisse en particulier, et de la relation qui existe, dans ce pays, entre la législation sur l'alcool et l'industrie des jus de fruits.

Comme depuis toujours, les exposés ont été reproduits «in extenso» dans la langue d'origine (allemand, français ou anglais) ; ils ont toutefois été complétés d'un résumé rédigé dans les deux autres langues. Le présent ouvrage contient de précieuses informations sur les arômes de fruits et jus de fruits, que les hommes de sciences et les praticiens estimeront à leur juste valeur ; il ne devrait manquer dans aucune bibliothèque spécialisée.

Le rapport est vendu au prix de 35 francs suisses. Veuillez S.V.P. envoyer votre commande à l'adresse suivante :

FRUITS - UNION SUISSE
Baarerstrasse 88
CH - 6300 ZOUG 2