

La cercosporiose des agrumes due à *Phaeoramularia angolensis*. Evolution de la maladie sur fruits en zone forestière humide

J. KUATE
BELLA MANGA
F. DAMESSE
IRA Nkolbisson
programme fruits
BP 2067
Yaoundé
Cameroun

E. FOURÉ
IRFA/CRBP Njombé
BP 832
Douala
Cameroun

J.Y. REY
IRFA
BP 856
Korhogo
Côte-d'Ivoire

La cercosporiose des agrumes due à *Phaeoramularia angolensis*. Evolution de la maladie sur fruits en zone forestière humide.

RÉSUMÉ

La cercosporiose des agrumes provoquée par *Phaeoramularia angolensis* (de Carvalho et O. Mendés) P.M. Kirk occasionne des dégâts importants sur feuilles et fruits au Cameroun. L'évolution de la maladie au champ a été étudiée à Nkolbisson en zone forestière humide entre octobre 1989 et octobre 1991 sur huit variétés d'agrumes de sensibilité différente. Plusieurs critères ont été examinés en fonction du temps :

- la chute de fruits malades,
- la proportion de fruits tachés,
- le nombre moyen de lésions par fruit,
- l'accroissement du diamètre moyen des fruits.

Selon les saisons, c'est-à-dire selon les quantités de pluies reçues par les arbres, les attaques de cercosporiose sont plus ou moins importantes.

Citrus Leaf Spot Induced by *Phaeoramularia angolensis*. Course of the Disease on Fruit in a Rain Forest Zone.

ABSTRACT

Citrus leaf spot, induced by *Phaeoramularia angolensis* (de Carvalho et O. Mendés) P.M. Kirk, causes considerable leaf and fruit damage in Cameroon. The course of the disease in the field was studied in a rain forest zone at Nkolbisson from October 1989 and October 1991, on eight citrus varieties with different degrees of susceptibility to the disease. Several criteria were analysed over a time-course, including: fall of diseased fruit; proportion of spotted fruit; mean number of lesions per fruit; and mean fruit diameter increase. The incidence of leaf spot disease was found to vary according to seasons, i.e. quantity of rainfall on the trees.

La cercosporiosis de los cítricos debida a *Phaeoramularia angolensis*. Evolución de la enfermedad en los frutos en una zona forestal húmeda.

RESUMEN

La cercosporiosis de los cítricos provocada por *Phaeoramularia angolensis* (de Carvalho et O. Mendés) P.M. Kirk ocasiona daños importantes sobre las hojas y frutos en plantaciones de Camerún. La evolución de la enfermedad en condiciones de campo fue estudiada en Nkolbisson, una zona forestal húmeda entre octubre de 1989 y octubre de 1991, en ocho variedades de cítricos de sensibilidad diferente. Varios criterios fueron evaluados en función del tiempo : la caída de los frutos enfermos, la proporción de frutos atacados, el número promedio de lesiones por fruto, el incremento del diámetro promedio de los frutos. De acuerdo con las estaciones, es decir, según las cantidades de lluvia recibidas por los árboles, los ataques de cercosporiosis son más o menos importantes.

Fruits, vol. 49, n°2, p. 93-101

MOTS CLÉS

Citrus, Cameroun, cercosporiose, *Phaeoramularia*, dégât, sensibilité aux maladies, chute de fruits, lésion.

KEYWORDS

Citrus, Cameroon, blotches, *Phaeoramularia*, damage, susceptibility to infection, fruit drop, lesions.

PALABRAS CLAVES

Citrus, Camerún, cercosporiose, *Phaeoramularia*, daños, susceptibilidad a infecciones, caída prematura de frutos, lesiones.

•••• introduction

Les agrumes constituent un groupe de végétaux d'une grande importance. Il s'agit des seules espèces utilitaires du genre *Citrus* et de deux genres voisins *Fortunella* et *Poncirus* (PRALORAN, 1971). Ils peuvent être consommés frais ou, après transformation, en jus, en confiture et en liqueurs. On en extrait également des essences et des produits cosmétiques. Les agrumes contiennent de nombreux sels minéraux et sont riches en vitamines, notamment en vitamine C (30 mg/100 g).

En 1989, les agrumes représentaient, par le volume d'exportation, la première production fruitière (65 Mt) devant le raisin (63 Mt) (LOEILLET, 1991). La cercosporiose africaine des agrumes, limitée pour le moment au continent africain, est une maladie redoutable qui s'étend dangereusement et pourrait atteindre d'autres régions productrices dans le monde.

Au Cameroun, le développement de cette culture est limité par un certain nombre de facteurs, parmi lesquels figurent les maladies parasitaires. En effet, depuis quelques décennies un champignon pathogène, *Phaeoramularia angolensis*, inflige de lourdes pertes aux récoltes d'agrumes, en particulier dans les zones d'altitude supérieure à 300 m. Cette maladie attaque à la fois les feuilles et les fruits et y provoque de nombreuses lésions. Sur certaines espèces d'agrumes, elle est capable de détruire la totalité de la production : ainsi des pertes de l'ordre de 100 % peuvent être enregistrées sur pomelos.

Si des travaux préliminaires ont permis de mettre en évidence l'efficacité de quelques benzimidazoles pour contrôler ce pathogène, le nombre de traitements préconisés reste très élevé faute de connaissances précises sur la biologie et l'épidémiologie. Par ailleurs, en cas de traitements trop fréquents une résistance aux benzimidazoles peut être redoutée. Il importe donc de connaître le cycle de la maladie dans le milieu naturel pour envisager une intervention efficace et économique. Cela suppose des études

épidémiologiques à partir de plusieurs paramètres climatiques : pluviométrie, humidité relative, humectation, température, etc. En attendant que de telles recherches soient entreprises, certains aspects pratiques peuvent être abordés. L'un d'eux concerne l'évaluation de l'importance des attaques de cercosporiose à chaque saison des pluies à partir du taux de dépréciation, du nombre moyen de lésions par fruit et de la chute des fruits malades. Un autre aspect est la durée de la période de sensibilité des fruits : est-il utile de traiter continuellement les fruits de la nouaison à la récolte ? Sinon, existe-t-il des stades phénologiques au-delà desquels les fruits ne seraient plus sensibles ?

Pour tenter d'apporter des réponses à ces questions, les paramètres suivants ont été examinés en fonction du temps :

- proportion de fruits tachés ;
- chute de fruits malades ;
- nombre de lésions par fruit ;
- accroissement du diamètre du fruit.

•••• matériel et méthodes

localisation de l'étude

Le verger expérimental qui a permis cette étude est situé à Minkoameyos, à environ 10 km de Yaoundé. Les données climatiques à Nkolbisson pour la période 1970-1981 (figure 1) sont issues des travaux de OMOKO rapportés par AMBASSA-KIKI (1990). Elles peuvent s'appliquer à Minkoameyos seulement éloigné de 1,5 km à vol d'oiseau de Nkolbisson. De plus, la pluviométrie a été relevée sur le site du verger pendant la période des observations.

La région de Yaoundé possède un climat subéquatorial de type guinéen forestier (VALLÉRIE, rapporté par AMBASSA-KIKI, 1990). La station de recherche agronomique de Nkolbisson est représentative de la zone forestière humide du Cameroun. L'altitude moyenne est de 740 m et le pH du sol varie de 5 à 6.

La distribution annuelle des pluies (figure 1) est bimodale (deux pics de pluie en mai et en octobre). Une petite saison sèche a lieu en juillet alors que la grande saison sèche se situe de décembre à février. La pluviométrie annuelle a peu varié en 11 ans (1400 à 1600 mm).

Les températures annuelles moyennes varient de 19 °C (minimum) à 28 °C (maximum). Cependant, des températures journalières extrêmes ont été relevées pendant la période de l'étude : 17 °C et 32,1 °C.

L'hygrométrie moyenne mensuelle varie peu, avec un minimum en février et un maximum en petite saison sèche, période de faible insolation. En juillet-août, l'évapotranspiration est à son niveau le plus bas, alors qu'elle atteint son maximum en février-mars.

La figure 2 présente la hauteur et le nombre de jours de pluie enregistrés au verger de Minkoameyos de 1989 à 1991. Au cours des trois années, le site n'a reçu aucune pluie durant le mois de janvier. Le mois de juillet est resté complètement sec en 1991. Par ailleurs, le nombre de jours de pluie ainsi que les quantités tombées ont été variables d'une année à l'autre. C'est ainsi que 1989 a été plus pluvieux que 1990 par le nombre de jours de pluie, mais avec une quantité totale de pluie inférieure à celle de 1990 (1525 mm contre 1729 mm).

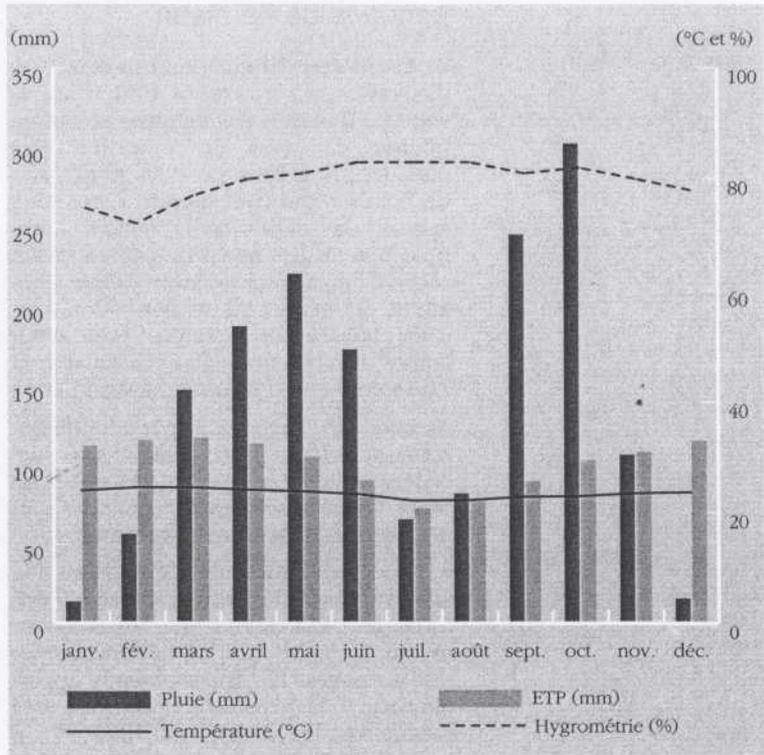
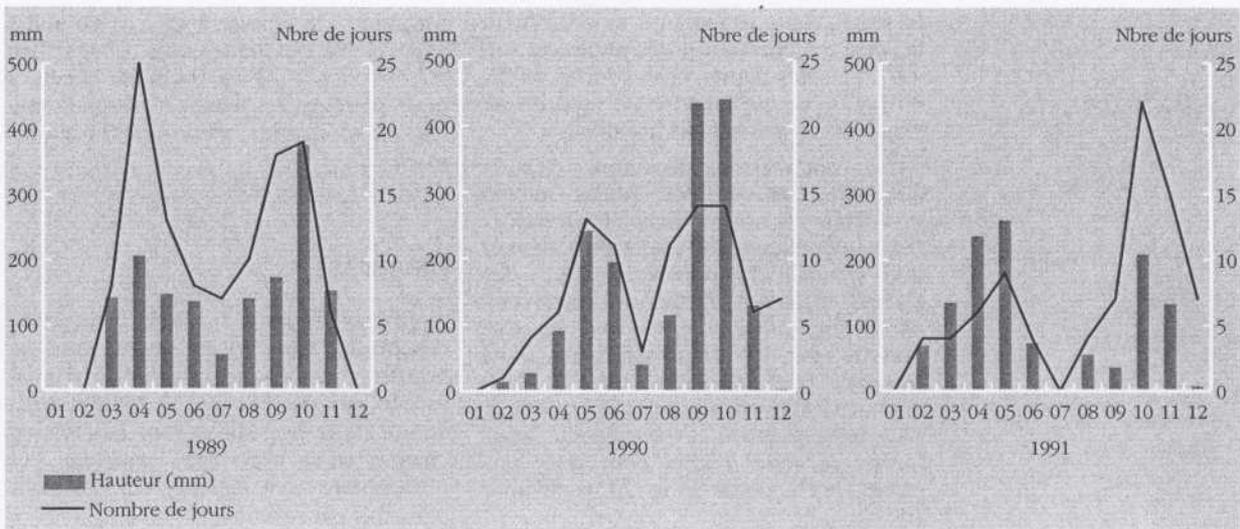


Figure 1
Données climatiques moyennes à Nkolbisson, 1970 à 1981.
(Source : OMOKO rapporté par AMBASSA-KIKI, 1990).

Figure 2
Pluviométrie à Minkoameyos de 1989 à 1991.



périodes de floraison

Le travail s'est déroulé pendant deux ans, d'octobre 1989 à octobre 1991. Dans la zone, la floraison des agrumes se fait en période de pluie. En zone forestière humide, il y a deux périodes principales de floraison qui correspondent aux deux saisons des pluies de la région. Ainsi, pour obtenir des fructifications en saison sèche il faut arroser les arbres. Cette technique, qui permet de décaler la floraison, a été utilisée sur le caféier pour lutter contre l'anthracnose des baies due à *Colletotrichum coffeanum* (MULLER, 1975).

Au cours de l'année, trois périodes de floraison (dont une provoquée) se sont succédées pendant lesquelles des séries de fruits ont été observées. Ces périodes sont déterminées de la manière suivante.

- De décembre à février, c'est la grande saison sèche ; elle est caractérisée par des fortes températures et une faible hygrométrie. La floraison a été déclenchée par des arrosages. Les fruits obtenus appartiennent à la série 1 ; l'ouverture des pétales a eu lieu le 26 février 1990.
- De mars à juin a lieu la première saison des pluies. Elle correspond à la première période normale de floraison. Au cours de l'étude, quatre séries de fruits, résultant des floraisons s'étant produites à ces dates (avril 1990, mai 1990, juin 1990 et mars 1991), avaient été observés ; les données correspondant à la floraison de mars 1991 (l'ouverture des pétales s'est faite le 28 mars 1991), représentatives de la saison, ont été retenues et constituent la série 2. Cette saison des pluies est suivie d'une très courte saison sèche (la 2^e) en juillet, ce qui favorise une reprise de végétation après le mois d'août.
- De septembre à décembre, c'est la deuxième saison des pluies et la deuxième période normale de floraison. Les hauteurs des pluies sont plus élevées que pendant la première saison des pluies, mais les floraisons correspondantes sont moins importantes. Pour cette période, sur les deux séries de fruits observés (fin novembre 1989 et septembre 1990), celle de septembre 1990, la plus représentative, a été retenue pour former la série 3 : ici l'ouverture des pétales s'est produite le 20 septembre 1990.

matériel végétal

Huit variétés d'agrumes de sensibilité différente ont été étudiées, avec deux arbres par variété, plantés en 1984.

Trois variétés sont considérées comme peu sensibles à la cercosporiose : le citronnier Eureka, la lime Tahiti et le satsuma St Jean.

Les orangers Valencia Late et Hamlin sont des variétés sensibles.

Trois variétés sont très sensibles : Fairchild, le pomelo Marsh et le pomelo Shambar (REY *et al.*, 1986 ; BELLA MANGA *et al.*, 1991).

Ces variétés ont été choisies pour deux raisons principales. En premier lieu, l'ensemble d'entre elles représente les trois grands groupes de sensibilité observés dans la collection d'agrumes de Nkolbisson qui comprend plus de 100 variétés d'agrumes. Ensuite, elles appartiennent à différents groupes taxonomiques importants, ce qui influence profondément la phénologie. En effet, selon les variétés de la collection de Nkolbisson, les pousses foliaires et les floraisons apparaissent à des dates parfois très différentes. Ce phénomène semble général pour les zones tropicales (SOULEZ et FOUQUÉ, 1978). Ainsi, ce choix de variétés permet d'observer des séries de fruits échelonnées au long de l'année.

Pendant toute la période d'observation, les arbres n'ont reçu aucun traitement fongicide ; le dernier a eu lieu en juillet 1989. Seuls des traitements au Dursban (Chloryphos EC 480 g/l) ont été effectués pour protéger les jeunes pousses contre les pucerons, les aleurodes et autres insectes.

mesures

A chaque floraison, la date d'ouverture des pétales (date 0) est notée. Après la nouaison, une trentaine de fruits d'environ 10 mm de diamètre et bien répartis autour de la frondaison sont repérés sur chaque arbre avec des étiquettes. Les observations sont réalisées sur ces fruits deux fois par semaine.

Afin d'examiner l'évolution de la maladie en saison sèche, entre décembre 1989 et mars 1990, la fructification de la série 1 a été déclenchée par des arrosages au pied : 1000 l d'eau pour quatre arbres deux fois par semaine. Cela a été fait uniquement sur les variétés pomelo Shambar et oranger Hamlin qui n'ont plus été observées pendant les autres saisons.

Pour chaque série de fruits, quelle que soit la saison, les paramètres suivants ont été étudiés en fonction du temps sur les fruits repérés pour observations.

chute de fruits malades

Chaque semaine le nombre de fruits tombés à la suite des attaques de cercosporiose a été noté. Cette quantité a ensuite été exprimée en pourcentage cumulé du nombre total de fruits observés sur chaque variété, pour la série considérée.

proportion de fruits tachés

Chaque semaine, les fruits malades (tachés) ont été comptés et leur pourcentage a été calculé. Après quatre à cinq mois d'observations, les résultats ont été exprimés sous forme de proportions cumulées de fruits tachés. Ainsi la gravité des dégâts dus à la cercosporiose a pu être déterminée selon la saison.

nombre moyen de lésions par fruit

Pour chaque série de fruits, le nombre de lésions provoquées par le pathogène, apparues sur chaque fruit, a été noté une fois par semaine. A la fin des observations, les moyennes ont été calculées pour chaque variété d'agrumes.

accroissement du diamètre moyen des fruits

Pour apprécier le développement du fruit pendant la période d'observation, le diamètre du fruit a été mesuré chaque semaine à l'aide d'un pied à coulisse suivant un plan perpendiculaire au pédoncule. Ce calibre est donné en mm.

Pour tous les calculs, seuls ont été pris en compte les fruits qui sont restés sur l'arbre pendant la durée des observations.

Tous les fruits tombés ne présentant aucune lésion due à la cercosporiose ont été exclus des comptes, les fruits avec lésions ont été comptabilisés dans "la chute de fruits malades".

● ● ● ● résultats et discussion

chute de fruits malades

La figure 3 donne les résultats obtenus après observation des chutes de fruits malades pour les trois séries de fruits.

Pour la série 1 (figure 3a), obtenue après arrosages en saison sèche, les chutes de fruits sont tardives et peu nombreuses, même sur une variété sensible comme l'est l'oranger Hamlin. En effet, sur cette variété, les premières chutes sont enregistrées près de 20 semaines après l'ouverture des pétales. De plus, même sur une variété très sensible à la cercosporiose comme le pomelo Shambar, le pourcentage cumulé des fruits tombés par rapport à l'ensemble des fruits observés n'atteint pas 42 %.

Avant et pendant la nouaison, soit de janvier à mars, la période a été sèche. Les chutes n'ont été observées qu'en avril, au retour des pluies. De plus, le mois de février a été caractérisé par une hygrométrie minimale et une ETP maximale (figure 1). De faibles taux d'humidité sont donc effectivement défavorables au développement de la maladie.

Pendant la première saison des pluies (figure 3b), les chutes de fruits sont plus tardives que pendant la deuxième (figure 3c). Elles sont tardives et peu nombreuses sur variétés peu sensibles (lime Tahiti, citronnier Eureka, satsuma St Jean). Elles sont modérées sur variétés sensibles (oranger Valencia Late) et elles sont très importantes sur variétés très sensibles (Fairchild, pomelo Marsh).

Pendant la deuxième saison des pluies (figure 3c), les chutes de fruits malades sont assez précoces, les premières se produisant moins de 20 jours après l'ouverture des pétales. La totalité des fruits du pomelo Marsh (variété très sensible)

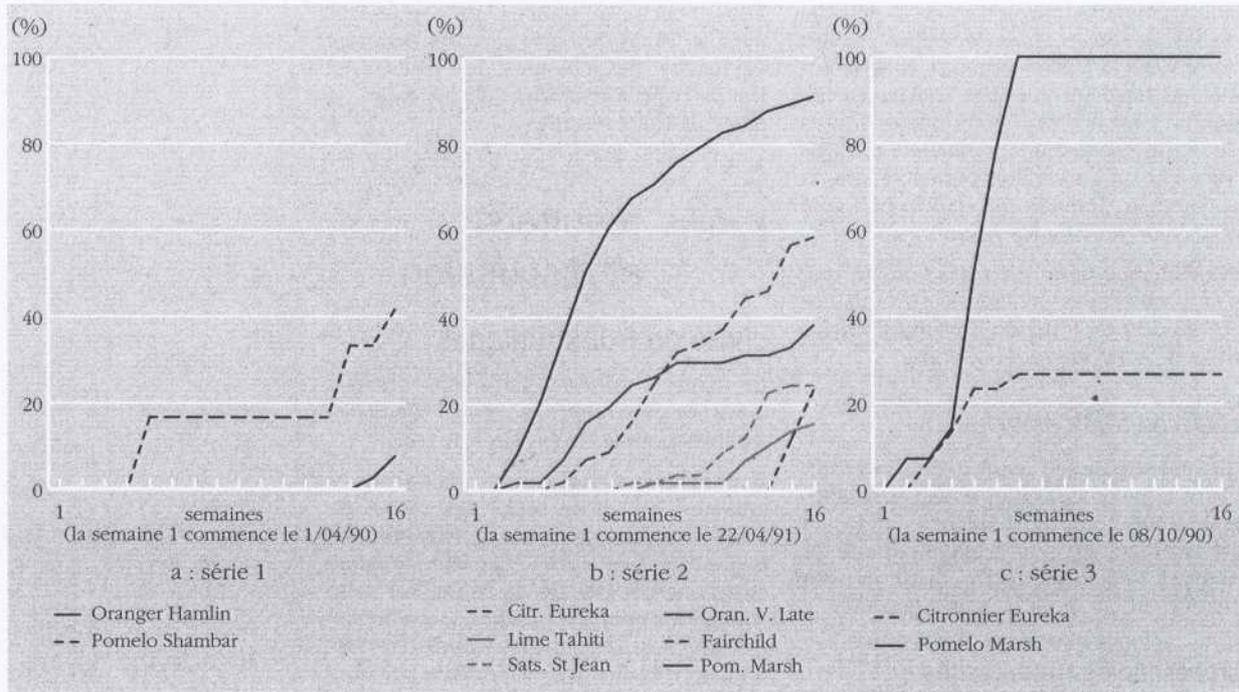


Figure 3
Chute de fruits malades en fonction du temps. Les mesures ont été exprimées en % cumulé de fruits tombés par rapport à l'ensemble des fruits repérés a priori pour observations.

tombe dès la septième semaine. La phase de reproduction (de la fleur au fruit mature) de cette série 3 se déroule pendant une période de pluies favorables à la maladie. Les pousses foliaires sont alors aussi très attaquées par le champignon, ce qui constitue une source d'inoculum.

proportion de fruits tachés

Les proportions cumulées de fruits tachés pour chacune des séries sont présentées dans la figure 4.

La série 1 a connu des attaques assez tardives puisque les premières lésions ont été enregistrées près de dix semaines après l'ouverture des pétales. Elles n'apparaissent que fin avril après le retour des pluies. Ces attaques deviennent très sérieuses au bout de quatre mois : elles atteignent 56 % sur oranger Hamlin et 100 % sur pomelo Shambar (figure 4a). Ici, la phase de reproduction a été accompagnée par un temps sec, défavorable au pathogène. Le retour des pluies a permis le développement de la maladie.

Pour la série 2, les proportions de fruits tachés sont très importantes (figure 4b), même sur les variétés d'agrumes réputées

peu sensibles à la cercosporiose : elles atteignent 61 % sur citronnier Eureka, 36 % sur lime Tahiti et 81 % sur satsuma St Jean.

La série 3 présente aussi des proportions de fruits tachés importantes (figure 4c) : 100 % sur pomelo Marsh dès la troisième semaine. Même le citronnier Eureka, variété réputée peu sensible, a subi d'importants dégâts (60 % à partir de deux mois après la floraison). Ce phénomène pourrait s'expliquer de la manière suivante : cette série correspond à la plus grande saison des pluies et l'humidité est alors favorable à l'extension de la maladie. De plus, le développement des fruits se fait dans un milieu déjà fortement attaqué par le champignon : les feuilles de l'arbre sont une source potentielle d'inoculum.

Les séries 2 et 3 ont donc des proportions élevées de fruits tachés. Les attaques surviennent avant la maturation des fruits, et sont donc à la fois précoces et nombreuses, même sur les variétés d'agrumes réputées peu sensibles à la cercosporiose.

Les fruits de la série 1 ont subi des attaques tardives mais qui deviennent importantes avant la maturation. Plusieurs

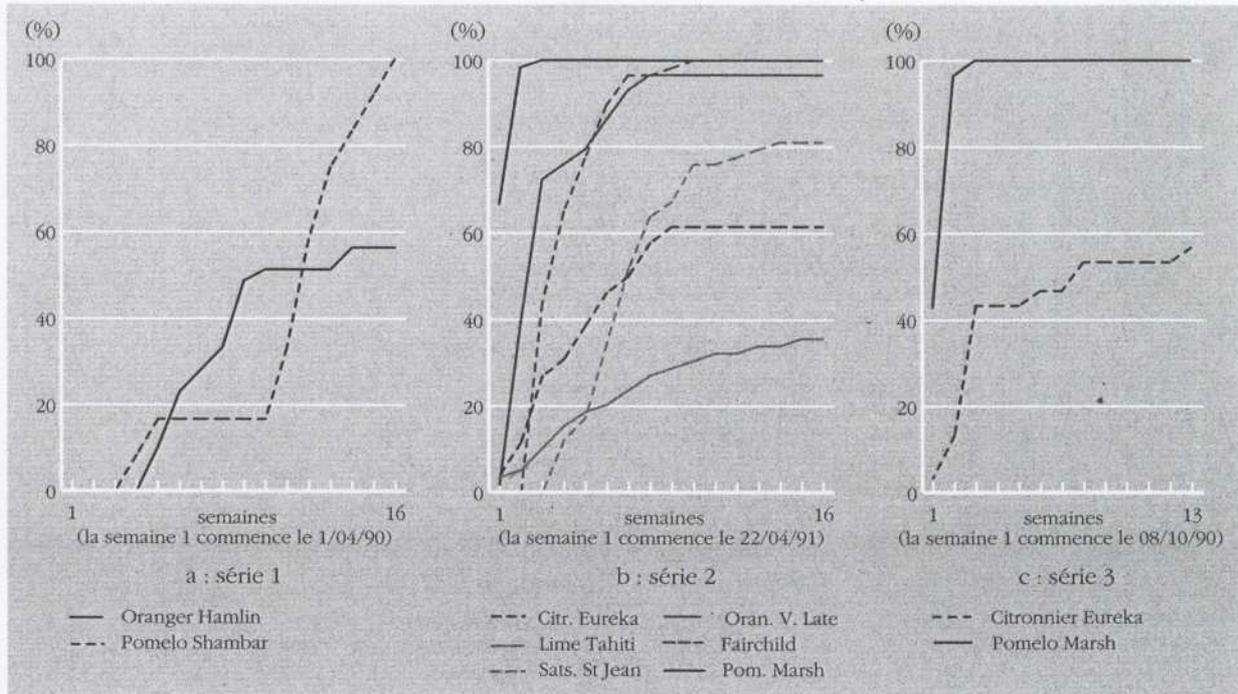


Figure 4
Proportions cumulées
de fruits tachés en fonction
du temps.

explications sont possibles : soit l'inoculum était rare pendant la saison sèche (février-mars), soit les conditions du milieu n'étaient pas encore favorables au développement de la maladie.

Dans tous les cas, les proportions de fruits tachés augmentent continuellement et les attaques surviennent sur des fruits de tous calibres. Il semble donc nécessaire de protéger les fruits pendant tout leur développement. Des études sur la dynamique de l'inoculum dans le milieu naturel devraient permettre de mieux cibler les traitements pour les rendre plus efficaces et plus économiques.

nombre moyen de lésions par fruit

L'évolution du nombre moyen de lésions par fruit en fonction du temps est donnée pour chacune des séries dans la figure 5.

Dans la série 1 (figure 5a), où les chutes des fruits étaient tardives et peu nombreuses, l'oranger Hamlin (sensible) comporte très peu de lésions par fruit par rapport au pomelo Shambar (très sensible).

Pour la série 2 (figure 5b), les variétés peu sensibles présentent peu de lésions

par fruit. Cela s'accompagne pourtant, au début, de proportions élevées de fruits tachés (figures 4b et 5b). En effet, la variété pomelo Marsh, avec une lésion par fruit la première semaine, a 66 % de fruits tachés à la même date.

Dans la série 3 (figure 5c), le nombre de lésions par fruit est très élevé sur pomelo Marsh, variété très sensible. Tous les fruits marqués sont d'ailleurs tombés dès la cinquième semaine (figure 3c). Le citronnier Eureka, peu sensible, n'a que deux lésions par fruit en moyenne, pour près de 60 % de fruits tachés (figure 4c) et de nombreuses chutes précoces.

En résumé, d'une saison à l'autre, on constate que :

- le nombre de lésions par fruit augmente pendant tout le développement du fruit ;
- plus la variété d'agrumes est sensible à la cercosporiose, plus le nombre moyen de lésions par fruit est élevé ;
- le nombre moyen de lésions par fruit ne peut traduire tout seul la gravité des pertes, un nombre très faible de lésions par fruit pouvant correspondre à un taux de dépréciation très élevé.

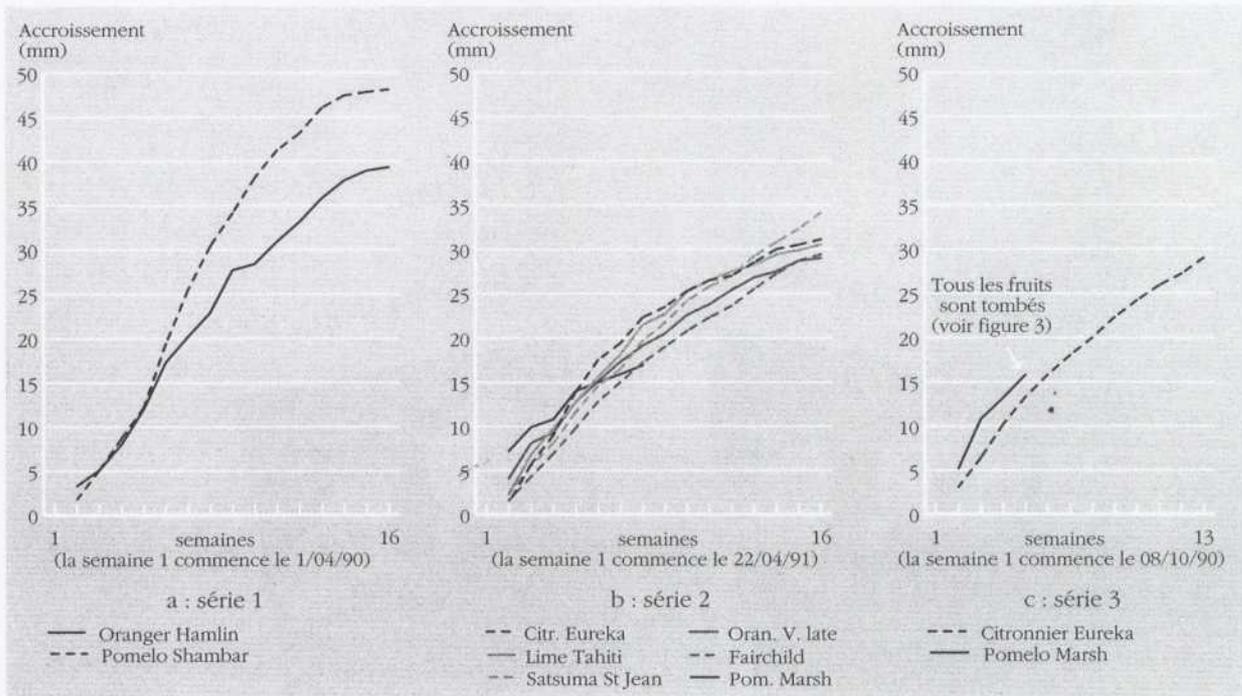


Figure 6
Accroissement du diamètre
des fruits en fonction du
temps.

références

- AMBASSA-KIKI R., 1990.
Un site d'expérimentations du réseau IBSRAM à Minkoameyos, Yaoundé. *IBSRAM proceedings*, n° 10, 425-440.
- BELLA MANGA, KUATE J., REY J.Y., DAMESSE F., MIMBIMI NGBWA M., 1991.
Criblage variétal au champ de divers groupes d'agrumes en fonction de leur sensibilité à la cercosporiose (*Cercospora angolensis* de Carvalho et Mendes). In: *Journées IRFA "Agrumes et Mangués"*, Montpellier, France, 4-10 septembre 1991, Montpellier (France) : CIRAD-IRFA, document n° 45.
- LOEILLET D., 1991.
La dynamique actuelle du marché mondial des agrumes. In: *Journées IRFA "Agrumes et Mangués"*, Montpellier, France, 4-10 septembre 1991. Montpellier (France) : CIRAD-IRFA, document n° 3.
- MULLER R.A., 1975.
L'irrigation précoce, assurance pour une production régulière de haut niveau du caféier Arabica. Analyse des effets d'arrosages de saison sèche et ensoleillée sur la production de l'année, sur l'appareil assimilateur et sur les pousses végétatives, support de la floraison future. *Café, cacao, thé*, 19 (2), 95-122.
- PRALORAN J.C., 1971.
Les agrumes. Paris (France) : Maisonneuve et Larose, 565 p. Collections techniques agricoles et production tropicale.
- REY J.Y., DUCELIER D., NJONGA B., 1986.
Maladies et ennemis des agrumes au Cameroun. Yaoundé (Cameroun) : MESRES-IRA, document interne, 20 p.
- SOULEZ P., FOUQUÉ A., 1978.
Phénologie en zone tropicale des agrumes. *Fruits*, 33 (12), 814-816.