

## Cercosporiose des agrumes causée par *Phaeoramularia angolensis*

Jean Kuate

C'est en 1952 que De Carvalho et Mendes signalent une nouvelle cercosporiose apparue sur les agrumes en Angola et au Mozambique [1]. L'année suivante, ces mêmes auteurs identifient l'agent pathogène, un champignon alors appelé *Cercospora angolensis* [2]. Cette maladie est signalée au Zaïre (actuelle République démocratique du Congo) en 1966, en République centrafricaine en 1968, au Cameroun en 1970, au Congo en 1971 et au Gabon en 1973 [3]. À cette date, *C. angolensis* n'avait qu'un impact économique limité dans des régions de faible production d'agrumes. Certains auteurs soulignaient cependant l'enjeu de la maladie pour l'Afrique, ainsi que la nécessité de réaliser des études sur ce thème [4]. En 1978 au Nigeria, on observe sur des feuilles d'agrumes une maladie tour à tour attribuée à *Septoria citri* (Pass.) et à *Xanthomonas citri* (Hasse) Dowson, puis identifiée comme étant causée par *Phaeoisariopsis* sp. [5]. Cette maladie s'est plus tard avérée être la cercosporiose des agrumes [6, 7]. La présence de *C. angolensis* a été signalée au Nigeria, au Zimbabwe et en Zam-

bie [8]. En 1984, Aubert signale sa présence dans certaines régions montagneuses de l'île de La Grande Comore [9]. La cercosporiose s'est aussi répandue en Ouganda, au Yémen, au Burundi et en Tanzanie [6, 10]. À partir de l'Ouganda, elle a été introduite au Kenya en 1983 [10] et elle provoque de sérieux dégâts au Rwanda (Rusuku, comm. pers., 1991). Elle a récemment été signalée dans la région du Fouta Djallon en République de Guinée [11, 12], mais est absente en Afrique du Sud [13], tout en constituant une menace potentielle pour les productions de ce pays (Manicom, comm. pers., 1994). Au total, la cercosporiose des agrumes est présente de façon certaine dans dix-sept pays africains et au Yémen (figure 1).

### Symptômes et dégâts

La cercosporiose des agrumes attaque aussi bien les feuilles que les fruits sur lesquels elle provoque de nombreuses lésions [3]. Les symptômes varient avec la phénologie des organes atteints [14, 15]. Sur les jeunes feuilles (photos 1 à 5), ils passent par cinq stades successifs : (1) zone circulaire déprimée (affaissement de tissus visible sur les deux faces du limbe) ; (2) brunissement de la lésion ; (3) apparition d'un duvet gris-noir (conidiophores porteurs de nombreuses conidies), début de formation d'un halo jaune ; (4) accroissement de la lésion centrale et nécrose (halo jaune bien marqué, zone centrale bordée par une couronne brune) ;

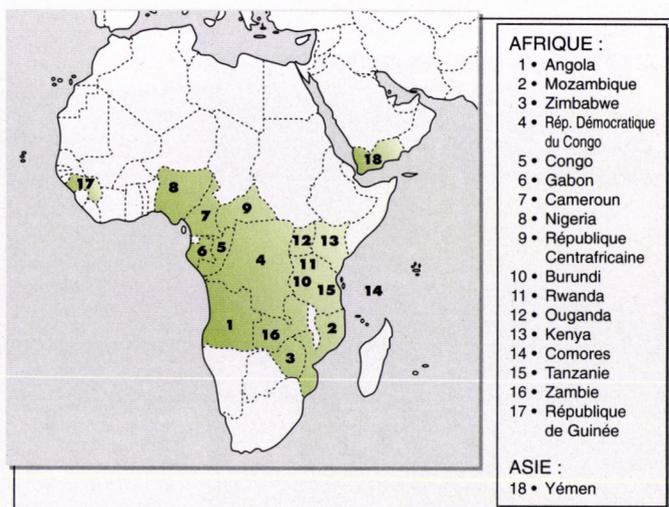


Figure 1. Répartition géographique de la cercosporiose des agrumes due à *Phaeoramularia angolensis*.

Figure 1. Geographical distribution of citrus leaf and fruit spot disease due to *Phaeoramularia angolensis*.

J. Kuate : Centre de recherche agronomique de Nkolbisson, BP 2067 Yaoundé, Cameroun.

Tirés à part : J. Kuate

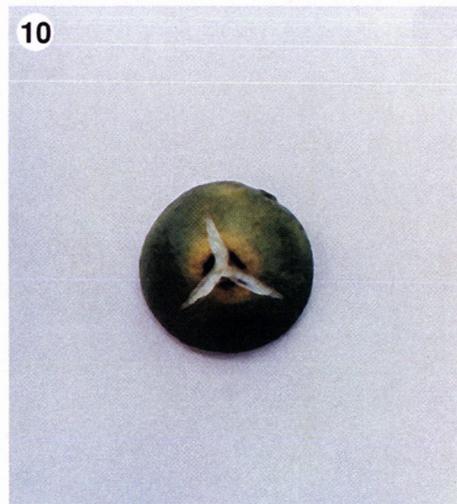
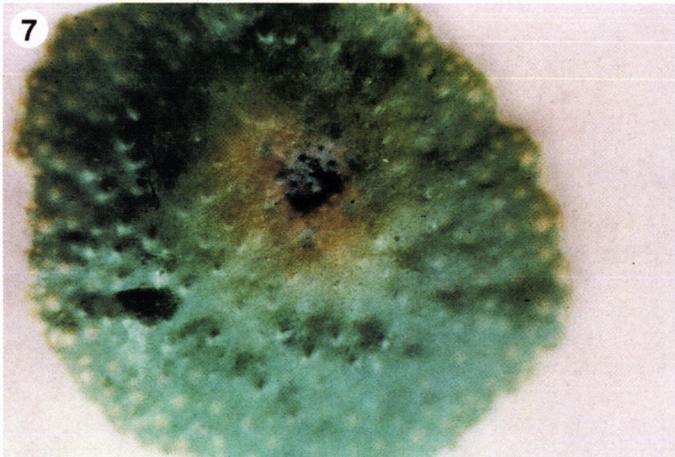
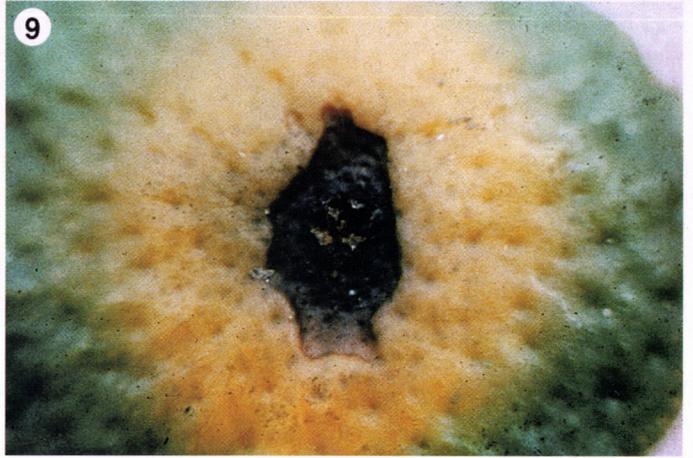
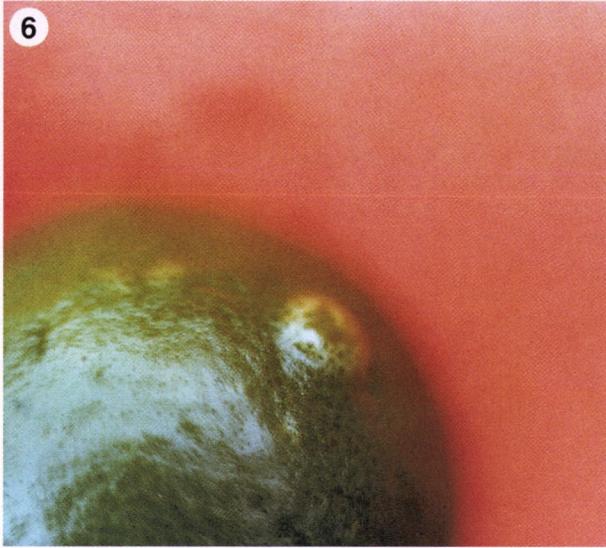


**Photos 1 à 5.** Symptômes de cercosporiose sur feuilles de pome-lo.

1. Sur jeunes feuilles, dépression ou affaissement des tissus.
2. Les tissus affaiblis deviennent brun (flèche creuse), puis gris-noir (flèche noire).
3. Le centre de la lésion peut se détruire laissant apparaître un trou rond.
4. Feuilles jaunies suites à des attaques sévères.
5. Rameau défolié après des attaques sur feuilles, les feuilles néo-formées seront aussi attaquées.

**Photos 1 to 5.** Symptoms of citrus leaf and fruit spot disease on grapefruit leaves

1. Depressed area on young leaves.
2. Depressed tissues become brown (empty arrow), then black-grey in colour (black arrow).
3. Shot hole in the central area of the lesion.
4. Leaves turn yellow as a result of heavy attacks.
5. Following attacks on leaves, defoliation occurs, new leaves unfolding on the branch will also be attacked.



**Photos 6 à 10.** Symptômes de cercosporiose sur fruits de pomelo.  
 6. Gonflement ou mamelon sur jeune fruit (sommets arrondi, légèrement décoloré).  
 7. Brunissement et affaissement du sommet du mamelon, formation d'un halo jaune.  
 8. Attaques sévères sur jeunes fruits (développement d'un duvet gris-noir fait de conidiophores) ; le fruit peut tomber prématurément.  
 9. Sur fruit âgé, formation d'un halo jaune autour de la nécrose.  
 10. Déformation ou éclatement de fruit parfois observé.

**Photos 6 to 10.** Symptoms of citrus leaf and fruit spot disease on grapefruit  
 6. A swelling or excrescence on a young fruit (the swelling is round and slightly lighter in colour).  
 7. The top of the swelling becomes brownish and collapses; a yellow halo can be seen around the lesion.  
 8. Severe attacks on young fruit (a black-grey down of conidiophores can be seen in the centre); diseased fruit may drop prematurely.  
 9. On old fruit, a yellow halo is formed around the lesion.  
 10. The fruit can sometimes be deformed or split.

(5) dessèchement de la lésion centrale qui peut être détruite (trou rond sur le limbe). Les feuilles fortement attaquées chutent prématurément, ce qui peut aboutir à un dessèchement des rameaux défoliés. Sur les feuilles âgées, on n'observe pas d'affaissement de tissus au stade initial, mais plutôt un point décoloré qui brunit et s'entoure d'un halo jaune. Par la suite la lésion centrale s'accroît et la nécrose se dessèche. Ces lésions foliaires de coloration brun-pâle (et brun-noir lorsque la sporulation est dense) apparaissent souvent à la face inférieure des feuilles, mais peuvent aussi s'observer à la face supérieure [6]. Ces symptômes diffèrent de ceux du chancre citrique en ce que les lésions sont déprimées.

Sur les jeunes fruits (*photos 6 à 10*), la maladie commence par un gonflement (mamelon) dont le sommet va brunir, puis s'affaisser en formant un cratère avant de porter un abondant duvet gris-noir représentant les fructifications asexuées du champignon ; la lésion s'entoure alors d'un halo jaune. Les fruits fortement attaqués jaunissent et tombent prématurément, mais certains peuvent se dessécher et se momifier sur l'arbre. Sur les fruits plus âgés, on observe un point décoloré sans mamelon ; la lésion brunit, entourée d'un halo jaune tandis que la zone centrale s'accroît et se déprime. Le fruit se déforme et peut éclater, l'éclatement n'étant cependant pas caractéristique de la maladie.

Outre la chute prématurée des feuilles malades, les lésions, perforations et jaunissement des limbes réduisent les capacités assimilatrices de l'arbre. Le dessèchement des rameaux, suite à la défoliation, aboutit à une réduction de la croissance. Les chutes de fruits malades constituent une première cause de pertes de récolte. Les déformations, l'éclatement ou le durcissement des fruits (réduction de la teneur en jus) les rendent impropres à la commercialisation et à l'autoconsommation ; même en cas d'attaques superficielles, ils deviennent non attractifs et impropres à l'exportation. Les fruits dépréciés peuvent représenter 50 à 100 % de la récolte en zone de forte incidence de la maladie [10, 16]. Au Kenya, une perte de rendement de 50 % correspond à 500 livres anglaises par hectare par an, dépassant largement le revenu annuel par habitant qui est de 213 livres [10]. Au Nigeria, un verger de 3 hectares, ainsi que de nombreux plants destinés à la diffusion en milieu paysan ont été entièrement détruits pour tenter

d'éradiquer la cercosporiose [5]. À l'ouest du Cameroun, où cette maladie est particulièrement grave, les agriculteurs procèdent à des tailles sévères mais, les attaques se répétant sur les repousses, on aboutit généralement à l'élimination pure et simple de l'arbre. Ce phénomène explique au moins en partie la disparition presque totale des agrumes de cette région, suite au développement de la cercosporiose. Les mesures de quarantaine touchant les pays contaminés constituent un autre préjudice dû à cette maladie.

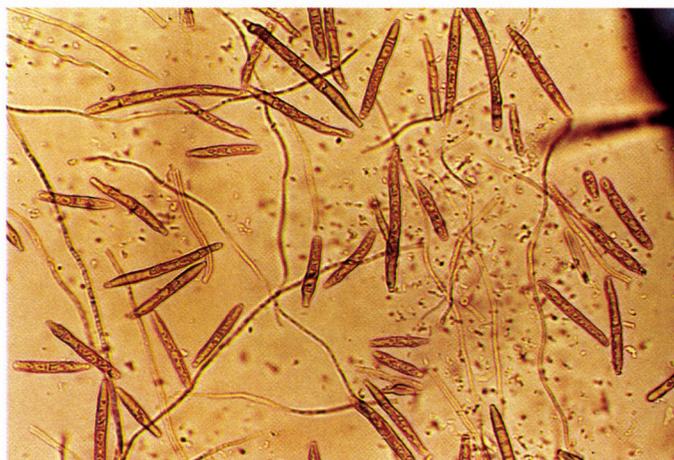
## Agent pathogène

L'agent pathogène est un champignon de l'ordre des Hyphales, famille des Dématiacées. Sa diagnose a conduit à la désignation *Cercospora angolensis* en 1953 [3]. Les conidiophores sont brun-brillant, pluriséptés, hypophyles, densément fasciculés. Ils naissent sur un stroma plectenchymateux brun à noir. Les conidies (*photo 11*) sont subclaviformes à modérément pointues, uniséptées ou pluriséptées, pouvant avoir jusqu'à 6 cloisons [3]. Selon des travaux plus récents [6], les conidiophores sont fasciculés ou forment un lâche stroma (30 à 60  $\mu\text{m}$  de diamètre) ; ils sont simples, septés, lisses, brun-pâle à bruns et mesurent 120-240  $\mu\text{m}$  de hauteur et 4,5 à 7  $\mu\text{m}$  de large (moyenne 60  $\mu\text{m}$ ). Les conidies sont solitaires ou caténaires en chaîne simple ou ramifiée de 2 à 4 conidies cylindriques à claviformes, arrondies à l'apex, tronquées à la base, droites ou plus ou moins courbées, lisses, hyalines à brun-pâle. Elles ont 3-4 cloisons et mesurent 24 à 79  $\mu\text{m}$

de long, (extrêmes 1,6 et 6,5) 4 à 5  $\mu\text{m}$  de large (la largeur à la base étant de 2 à 3  $\mu\text{m}$ ). Les conidies peuvent avoir en plus du hile basal (point d'insertion au conidiophore ou à la conidie mère) plus pigmenté, un hile apical représentant le point d'attache de conidies filles. La formation de conidies en chaînette est donc une nouveauté par rapport à l'ancienne description. L'agent pathogène a été renommé *Phaeoramularia angolensis* (De Carvalho & Mendes) P.M. Kirk.

## Écologie

Les régions actuellement touchées par la cercosporiose des agrumes se situent surtout en climat tropical humide, avec une incidence plus marquée à des altitudes moyennes à élevées (> 200 m). Au Cameroun, les zones d'altitude élevée (hauts plateaux de l'Ouest, par exemple) sont les plus durement touchées alors que, en basse altitude (plaine du littoral, cuvette de Mamfé...), seules les espèces d'agrumes très sensibles à la cercosporiose subissent des dégâts importants [3, 17]. Au Gabon, la cercosporiose se développe dans les régions d'altitude supérieure à 350 mètres [18], de même qu'aux îles Comores [9]. En Angola, le champignon est présent à l'état endémique sur différentes espèces d'agrumes et est bien adapté aux conditions thermiques de la façade tropicale du pays allant de la côte jusqu'à 2 000 mètres d'altitude. Dans ces régions, *P. angolensis* peut se développer même sur des plants carencés et se propager ainsi sur de grandes superficies ayant des écologies variées [19].



**Photo 11.** Conidies de *Phaeoramularia angolensis* obtenues sur milieu V.8.

**Photo 11.** Conidia of *Phaeoramularia angolensis* obtained on V.8. medium.

## Summary

### Citrus leaf and fruit spot disease caused by *Phaeoramularia angolensis*

J. Kuate

In humid tropical regions of Africa, citrus leaf and fruit spot disease caused by *Phaeoramularia angolensis* is a serious production constraint. This fungal disease is also considered to be an important potential threat in subtropical citrus-producing countries. Very little information is available on this topic despite the fact that the disease is a great challenge for citriculture. The current situation, based on available data, is reviewed in the present paper according to the following parameters:

1. **Geographical distribution of the disease.** Citrus leaf and fruit spot disease was first reported in 1952 in Africa (Angola and Mozambique). It has now spread to 18 countries, including the Republic of Yemen (Figure 1). The disease recently appeared in Guinea and represents a serious threat to citriculture in that country [11].

2. **Symptoms and damage.** This disease affects citrus leaves and fruits, resulting in numerous spots [3, 14, 15]. Lesions on leaves are surrounded by a dark margin and a prominent yellow halo (Photos 1 and 2). Sometimes, the centre detaches, resulting in a shot-hole spot (Photo 3). Heavy attacks on leaves may also spread to young branches and cause general necrosis. Premature leaf abscission is common; after defoliation, new unfolding leaves will also be damaged (Photos 4 and 5). Lesions differ from those of citrus canker, in that they are flat or shrunken. Diseased fruit is juiceless, unmarketable and even unsuitable for local consumption. This fruit is deformed and may drop prematurely (Photos 6 to 10). Yield loss can range from 50 to 100% at some locations.

3. **Causal fungus.** The causal fungus of this disease was first identified as *Cercospora angolensis* by De Carvalho & Mendes in 1953. It was recently noted that conidia are solitary or catenate, borne in simple or branched chains of 2-4 conidia. The fungus was thus renamed *Phaeoramularia angolensis* [6]. Cultured conidia are shown in Photo 11.

4. **Ecology.** Citrus leaf and fruit spot disease causes serious damage in humid regions at elevations above 200 m. In Cameroon for instance, the disease is very severe in the highlands, whereas only very susceptible varieties incur serious attacks in the lowlands.

5. **Biology of the fungus.** The survival mechanisms of the fungus in natural conditions are unknown. Pathotype specialization is also unknown and no teleomorph has been reported to date. Pure cultures may be obtained from very young lesions; but the fungus grows very slowly and hardly sporulates on artificial media, as it is often overrun by secondary invaders such as *Colletotrichum*, *Phoma*, and *Fusarium*. Some conflicting and fragmentary results have been published on in vitro culture of the fungus [5, 10, 19, 21], but growth and sporulation conditions need further investigation.

6. **Artificial inoculation.** Inoculum production is a prerequisite for artificial inoculation. In a few studies, mycelial fragments were used to infect leaves, but such inoculum is difficult to quantify. Successful inoculations were obtained using conidia in orange-peel extracts [5]

or conidia suspension in water [24], but inoculation techniques require further investigation.

7. **Host susceptibility.** Although this fungus was first reported on sweet orange (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) [1, 2], it also affects various Citrus species, including sour orange (*Citrus aurantium* L.). Susceptibility to *P. angolensis* varies with species and cultivars: grapefruits (*C. paradisi* Macf.), many tangerines (*C. reticulata* Blanco) and oranges are very susceptible, while lemons (*C. limon* (L.) Burm. F.), Tahiti lime (*C. latifolia* Tan.), pummelo (*C. grandis* (L.) Osbeck) and the satsuma group (*C. unshiu* Marc.) are less susceptible. Within the same species, there may be marked differences in susceptibility between cultivars: among lemons, cv Meyer is the most susceptible; among tangerines, a local variety, "Mandarine d'Obala" is tolerant. Susceptibility may also vary within the same cultivar between leaves and fruit, or with different periods of the year, or even with locations. For instance, Tahiti lime is tolerant in Yaoundé (700 m elevation) but is seriously attacked in Foubot (1,100 m) (Photo 12). More investigation is needed to assess susceptibility in the many available cultivars. As trials in orchards may be long and costly, screening may be done after inoculations of young seedlings from nurseries, but it is first necessary to master inoculum production and inoculation techniques. Furthermore, the genetic basis of tolerance is unknown.

8. **Epidemiology.** Detailed studies on the different inoculum sources are lacking. The disease is possibly transmitted by air-borne conidia or infected planting materials. On the same tree, rainwater may deposit conidia on new leaves or fruits. Information on the disease cycle is lacking. Some studies were conducted to assess the incidence of the disease at different seasons in the humid forest zone of Cameroon [16], and in highland areas [20]. Rainy seasons are conducive to disease development, while leaves and fruit are not attacked during the dry season. Fruit remains susceptible throughout its development, whereas leaves are no longer receptive to the fungus after 5 to 8 weeks [16, 20]. Further investigations are needed to determine the role of different climatic factors on epidemiology.

9. **Control measures.** Chemical treatments using benzimidazoles are effective, but they are prohibitively expensive and there are risks of resistance and negative effects on the environment. Genetic improvement could provide interesting solutions, using differences of susceptibility among species and cultivars. The process may be more costly and time-consuming than conventional breeding methods, but new hybridization techniques (e.g. using somatic hybrids) are promising. An integrated management approach is encouraged [10], but much work is needed before effective and sustainable control measures can be developed.

Cahiers Agricultures 1998 ; 7 : 121-9.

## Biologie et relations hôtes-parasites

Les conditions de survie ou de conservation du champignon en milieu naturel ne sont pas bien connues. Aucune forme sexuée de *P. angolensis* n'a encore été observée. Aucune étude n'a été réalisée portant sur l'existence éventuelle de races physiologiques ou de pathotypes. L'isolement de *P. angolensis* est souvent difficile en raison des contaminations par de nombreux parasites secondaires (*Colletotrichum*, *Phoma*, *Fusarium*) et d'une croissance extrêmement lente [20], mais peut être réalisé sans difficulté majeure lorsqu'on utilise des jeunes lésions [14]. Sur milieu PDA (Potato Dextrose Agar), *P. angolensis* a une croissance lente et régulière (1 à 2 cm en 10 jours à 24 °C) [3], avec trois seuils thermiques en relation avec la croissance : un optimum à 25 °C, un maximum à 32 °C et un minimum à 15 °C [21, 22]. En conditions naturelles au Cameroun, la maladie est très présente dans les zones fraîches ayant des températures moyennes inférieures à 22 °C. D'autres travaux indiquent que les conditions optimales de croissance de *P. angolensis* sont obtenues sur milieu PDA à pH 6,5 et à 25 °C. Le champignon a des exigences majeures en glucides, mais aucune exigence particulière en azote assimilable [19]. Certains isolats du Kenya ont une croissance beaucoup plus lente que celle rapportée dans d'autres régions [3, 10, 19]. Les conditions de production de conidies de *P. angolensis* sont assez controversées. La sporulation est bonne sur milieu MA (Mycophyl Agar) [2] ; selon Brun, les conidies produites sur milieu PDA sont plus larges que celles observées dans les lésions [3]. Emechebe signale que le champignon n'a pas sporulé sur les milieux PDA et Czapek Dox malgré une bonne croissance sur ces substrats [5], les conidies n'étant obtenues que sur des substrats contenant des extraits de peau de fruits ou des extraits de feuilles d'agrumes. Les conidies de *P. angolensis* peuvent germer aussi bien dans l'eau que dans des extraits de feuilles d'oranger [5]. La sporulation de *P. angolensis* est plus marquée en lumière alternative sur PDA, V.8. et sur MA [22]. En lumière continue, la sporulation est plus forte en milieu V.8, le milieu PDA restant le moins productif. L'obtention des conidies n'est toutefois pas aisée ; lors d'inoculations artificielles, on a utilisé comme

inoculum un broyat mycélien mélangé à de rares conidies [22]. Aucune sporulation de *P. angolensis* n'a été obtenue sur les milieux PCA (Potato Carrot Agar), CjPDA (Carrot Juice PDA) et MA (Malt Agar) [10]. Kuate *et al.* relèvent également les difficultés à faire sporuler *P. angolensis* en milieu artificiel [14]. Les techniques de production de conidies de ce champignon ne sont donc pas maîtrisées et des recherches sont en cours sur ce thème au Cameroun.

## Inoculations artificielles

Dans un essai d'inoculation de feuilles d'oranger avec trois types d'inoculum : mélange de conidies avec des extraits de peau d'orange, suspension homogénéisée de culture non sporulante sur milieu PDA, suspension conidienne dans l'eau, Emechebe n'a pu obtenir des symptômes que dans le premier cas (conidies + extraits de peau d'orange) [5]. Des symptômes foliaires de cercosporiose ont été obtenus après inoculation de pomelo et de mandarinier commun avec un broyat mycélien mélangé à quelques conidies [22] ou après inoculation de pomelo avec une suspension conidienne dans l'eau [23]. Les feuilles âgées peuvent avoir les stomates (voies de pénétration du parasite) obstrués [24] et, même en contaminations naturelles, les feuilles âgées de 5 à 8 semaines ne seraient plus réceptives [20].

## Sensibilités variétales

D'abord observée sur les orangers, la maladie touche actuellement la presque totalité des espèces d'agrumes, y compris le bigaradier (*Citrus aurantium* L.). Même une Rutacée sauvage, *Citropsis tanakae* s'est montrée sensible à la cercosporiose. Par contre, dans un autre genre proche de Citrus, le kumquat Marumi (*Fortunella japonica* (Thunb.) Swing.), se montre tolérant en Guinée (Sankarella, comm. pers., 1997). L'étude de la sensibilité variétale vise à terme à identifier ou développer des cultivars résistants ou tolérants. Au Cameroun, environ 120 espèces et variétés d'agrumes ont été évaluées pour leur comportement vis-à-vis de la cercosporiose sans que l'on puisse identifier une résistance prononcée. La notation visuelle des arbres, le pourcentage de fruits dépréciés, le nombre

moyen de lésions par feuille, par fruit ou par unité de surface foliaire sont autant de paramètres d'évaluation qui ont été utilisés [25, 26], mais le pourcentage de feuilles tachées s'est avéré être à la fois pratique et fiable pour évaluer le niveau d'infection en conditions naturelles. Une variabilité importante est constatée dans les niveaux de sensibilité des cultivars. Ainsi les pomelo (*C. paradisi* Macf.), certains mandariniers (*C. reticulata* Blanco), et les orangers (*C. sinensis* (b.) Osbeck) sont très sensibles alors que le limettier Tahiti (*C. latifolia* Tan.), les satsumas (*C. unshiu* Marc.), les citronniers (*C. limon* (L.) Burm. f.) et les pamplemoussiers (*C. grandis* (L.) Osbeck) sont considérés comme peu sensibles. La variété de citronniers Meyer se montre plus sensible que les autres, tandis que la variété locale « mandarine d'Obala » est tolérante. Des variétés réputées peu sensibles à la cercosporiose peuvent être, à certaines périodes de l'année ou dans certaines zones écologiques, soumises à des attaques très importantes. C'est le cas de la lime Tahiti en zone d'altitude élevée (photo 12). En outre, certaines variétés semblent plus sensibles au niveau des fruits que des feuilles ou inversement. Au



Photo 12. Attaques sévères de cercosporiose en octobre 1996 sur lime Tahiti à la Station de Foubot (1 100 m d'altitude), Cameroun.

Photo 12. Severe attacks of citrus leaf and fruit spot disease on Tahiti lime in October 1996 at the Foubot Research Station (1,100 m above sea level), Cameroon.

Gabon, des dégâts importants ont été signalés sur limettiers alors que, en République centrafricaine, les orangers étaient les plus attaqués [3]. Au Nigeria, toutes les variétés d'orangers, les mandariniers, les pomelos, les limettiers, et les « Rough lemon » (*C. jambhiri* Lush.) sont sensibles, alors que les « Smooth lemon » semblent relativement résistants [5]. Au Zimbabwe, les orangers du groupe Navel se montrent très sensibles à la cercosporiose (Le Roux, comm. pers., 1994). Les lésions foliaires y sont surtout observées sur les variétés Temple (chute de feuilles malades), Premier, Valencia et Navel (cultivars Washington, Palmer et Robyn, excepté Bahiana). Les lésions sur fruits s'observent surtout sur pomelo et Navel, la variété Temple n'ayant que de rares lésions. Le cultivar Nova et les clémentiniers sont peu attaqués au Zimbabwe, alors que les clémentiniers et leurs hybrides se montrent très sensibles au Cameroun. En République de Guinée, les variétés Tangor Ortanique (hybride entre tangerine et oranger) et mandarinier Ponkan semblent bien se comporter vis-à-vis de la cercosporiose (Cadilhac, comm. pers., 1996).

Au total, sous réserve des différences imputables aux méthodes d'évaluation, on peut noter que la sensibilité de certaines espèces ou variétés d'agrumes varie avec les zones géographiques. L'évaluation de la sensibilité variétale en verger de collection est pénible et coûteuse (mise en place et entretien des arbres) et un criblage précoce pourrait être envisagé par inoculations des jeunes plants dès la pépinière. Il apparaît dans ce cas nécessaire de maîtriser les techniques d'inoculation de *P. angolensis*. Les bases génétiques de la sensibilité variétale seraient un autre aspect à élucider : dans l'hypothèse de l'existence de plusieurs souches de *P. angolensis*, ceci pourrait expliquer, à climat égal, les différences de sensibilité observées sur les mêmes variétés d'agrumes.

## Épidémiologie

### Sources d'inoculum

Aucune étude précise n'a été réalisée sur les sources d'inoculum de *P. angolensis*. Le cycle de la maladie est mal connu et aucune forme sexuée n'a encore été observée, les conidies représentant le seul

mode connu de reproduction. Ces dernières apparaissent principalement à la face inférieure des feuilles lorsque les lésions atteignent le stade de tache brune [3] ou sur les jeunes fruits lorsqu'un duvet gris-noir se développe sur les lésions [14, 15]. Des vieilles lésions foliaires constituent aussi des sources d'inoculum ; avant le début des pluies, les feuilles émises en saison sèche sont saines, mais celles de l'année écoulée portent des lésions non sporulées qui vont sporuler 3 à 5 semaines après le retour de l'humidité [5]. C'est ainsi que de nouvelles lésions apparaissent sur les jeunes pousses 2 à 3 semaines après la sporulation des vieilles lésions. L'étude du comportement des lésions sur fruits (notamment ceux qui restent longtemps momifiés sur l'arbre) et sur les pédoncules foliaires s'étendant parfois aux branchettes pourrait fournir d'autres indications sur les sources d'inoculum. Il est par ailleurs possible (et c'est un aspect à explorer) que des Rutacées sauvages puissent constituer des hôtes alternatifs pour *P. angolensis*.

### Dissémination

La dispersion des conidies peut se faire par le vent [1] et par l'eau de pluie. Des fourmis se déplaçant sur l'arbre pourraient également contribuer à ce transport. La dissémination de la maladie sur de grandes distances serait liée aux mouvements incontrôlés de matériel végétal (fruits, plants contaminés). On se demande si la maladie n'aurait pas été introduite en République de Guinée à travers du matériel végétal en provenance d'une zone contaminée d'Afrique centrale [11].

### Climatologie et expression parasitaire

La cercosporiose des agrumes se développe particulièrement en climat frais et humide, notamment en saison pluvieuse. En climat humide d'altitude (région de Dschang au Cameroun), le nombre moyen de lésions par feuille ainsi que le pourcentage de feuilles tachées augmentent en fonction du temps, atteignant un maximum 5 à 8 semaines après éclatement des bourgeons [20]. À cet âge, les feuilles ne semblent plus réceptives. En zone forestière humide, il existe deux périodes annuelles de floraison des Citrus correspondant aux deux saisons de pluie : mars-juin et septembre-

novembre. Une évaluation, en différentes saisons, de l'importance des attaques de cercosporiose a été réalisée à partir du taux de dépréciation des fruits, du nombre moyen de lésions par fruit et de la chute des fruits malades [16]. Les fruits issus de floraisons décalées par arrosages en saison sèche n'ont été attaqués que tardivement après le retour des pluies. Les attaques sont plus intenses sur les floraisons de septembre-novembre que sur celles de mars-juin. Les chutes de fruits malades sont faibles pour les variétés peu sensibles, mais très importantes pour les variétés très sensibles [16]. Les fruits restent sains pendant 10 semaines après ouverture des pétales pour les floraisons décalées, mais sont très tachés au bout de 4 mois lors de la reprise des pluies (56 % sur oranger Hamlin et 100 % sur pomelo Shambar). En revanche, les feuilles émises en période sèche restent indemnes de maladie, même après la reprise des pluies. En mars-juin, même les variétés réputées peu sensibles ont été fortement attaquées (61 % de fruits tachés sur citronnier Eureka, 81 % sur satsuma St-Jean, 36 % sur lime Tahiti). L'augmentation continue des taux d'infection en fonction du temps indique que les attaques surviennent sur les fruits de tous calibres.

Le nombre moyen de lésions par fruit est faible pour les variétés peu sensibles, mais correspond souvent à un fort pourcentage de fruits tachés (ainsi sur les floraisons de mars, une moyenne d'une lésion par fruit de pomelo Marsh en première semaine correspond à 66 % de fruits tachés) ; il ne peut donc pas traduire à lui seul la gravité des attaques de la maladie. La cercosporiose freine l'accroissement du diamètre des fruits ; le développement de ces derniers est plus marqué avec les floraisons décalées, où l'absence d'humidité a été défavorable à l'expression parasitaire [16]. L'évolution de la maladie est particulièrement complexe en verger de collection où les floraisons et les pousses foliaires échelonnées entretiennent une forte pression d'inoculum.

## Méthodes de lutte

### Lutte chimique

Dès l'apparition de la cercosporiose au Cameroun, des essais de lutte chimique ont montré l'efficacité des produits à base de cuivre contre *P. angolensis* [10]. Des

travaux plus récents ont permis de constater que les fongicides du groupe des benzimidazoles étaient plus efficaces que les produits cupriques ou que les triazoles, alors utilisés dans la lutte contre les cercosporioses des bananiers [17, 25]. Toutefois, la lutte chimique, pour plusieurs raisons, est difficile à mettre en œuvre : risque d'apparition de souches résistantes à la suite de traitements trop fréquents aux benzimidazoles ; effets sur l'environnement ; coûts élevés des pesticides en particulier après la dévaluation du franc CFA ; difficulté pratique à traiter sur des grands arbres (besoin d'appareils de grande portée, d'utilisation compliquée). Par ailleurs, les agrumes en Afrique tropicale humide sont en général dispersés dans les champs, ce qui complique davantage les opérations de lutte.

## Sélection variétale

L'existence de différences de sensibilité vis-à-vis de la cercosporiose entre diverses espèces et variétés d'agrumes fait de la sélection variétale une voie prometteuse. À cet égard, les nouvelles techniques d'amélioration variétale (hybridation somatique) autorisent beaucoup d'espoir. Actuellement, la recherche au Cameroun multiplie et diffuse exclusivement les cultivars qui se sont montrés peu sensibles à la cercosporiose en vergers expérimentaux. Elle essaie par ailleurs de dissuader les projets de plantation d'agrumes dans les zones favorables au développement de cette maladie. Ces zones à risque correspondent malheureusement aux régions offrant les meilleures qualités des fruits (coloration, sucre/acidité). Aussi les conseils de la recherche n'ont qu'un impact très limité dans un contexte où le système de production et de diffusion des plants est totalement incontrôlé, avec un développement anarchique des pépinières distribuant sans discernement du matériel végétal.

## Lutte intégrée

Au Kenya, les chercheurs suggèrent d'associer plusieurs mesures de lutte : ramassage et destruction des feuilles et des fruits malades pour réduire la pression d'inoculum ; plantation de brise-vent pour limiter la dispersion des propagules infectieuses ; taille des arbres et réduction des densités de plantation pour éviter en verger un microclimat humide, favorable au développement de la maladie ; traitements fongicides deux fois par mois alternant benlate et pro-

duits cupriques [10]. Les floraisons décalées pourraient être une autre méthode envisageable dans cette lutte. Aucune étude n'a cependant été réalisée pour évaluer les coûts et la rentabilité des méthodes préconisées [16]. Une mesure conservatoire importante consisterait à interdire le transfert de matériel végétal des zones contaminées vers les régions encore indemnes de cercosporiose. Par ailleurs, le surgreffage pourrait permettre de remplacer rapidement les arbres malades par des variétés peu sensibles. Des études précises réalisées pour identifier les différentes sources d'inoculum devraient en outre mieux orienter ces mesures de lutte.

## Conclusion

*P. angolensis*, connu depuis quelques décennies, se répand inexorablement en Afrique tropicale humide et touche actuellement le Yémen, au Proche-Orient. Cette maladie constitue une contrainte réelle pour l'agrumiculture dans les zones contaminées et une menace potentielle pour les productions des zones subtropicales. Les connaissances la concernant sont assez fragmentaires et ne peuvent actuellement fonder des méthodes de lutte efficaces et durables. Les travaux expérimentaux sont encore rares en la matière et les recherches sur cette grave maladie sont à entreprendre ■

### Remerciements

Les recherches réalisées sur la cercosporiose des agrumes à l'IRAD au Cameroun bénéficient d'un soutien financier de la Fondation internationale pour la Science (FIS) ainsi que du Fonds d'aide et de coopération (FAC). Nous leur exprimons notre profonde gratitude.

### Références

1. De Carvalho T, Mendes O. Una cercosporiose em citrinos. *Mozambique* 1952 ; 72 : 8 p.
2. De Carvalho T, Mendes O. Una nova especie de *Cercospora* em *Citrus sinensis* Osbeck. *Bolm Soc Broteriana Ser* 1953 ; 2 : 201-2.
3. Brun J. La cercosporiose des agrumes provoquée par *Cercospora angolensis*. *Fruits* 1972 ; 27 : 539-41.
4. Brun J, Frossard P, Laville E. Service de phytopathologie : Rapport de synthèse. In : *Réunion Annuelle* 74. CIRAD-IRFA, 1974 : doc n° 100.

5. Emechebe AM. Brown spot disease of *Citrus* caused by *Phaeoisariopsis* sp. *Ann Appl Biol* 1981 ; 97 : 257-62.

6. Anonyme. *Description of pathogenic fungi and bacteria*. Kew Surrey : CMI, 1986 ; Set 85, n° 841-50.

7. Snowdon AL. *A colour atlas of post-harvest diseases and disorders of fruits and vegetables*. Vol. 1 General Introduction and Fruits. London : Wolfe Scientific Ltd, 1990 : 84.

8. Anonyme. *Cartes de répartition géographique des principaux organismes nuisibles des végétaux en Afrique*. Carte n° 13, *Cercospora angolensis* Carvalho & Mendes. Yaoundé : CPI, 1985.

9. Aubert B. *Les cultures fruitières dans l'Archipel des Comores. Une évaluation phytosanitaire*. Rapport de mission pour la FAO. Réunion : IRFA, 1984 ; 28 p.

10. Seif AA, Hillocks RJ. *Phaeoramularia* fruit and leaf spot of Citrus with special reference to Kenya. *Intern J Pest Management* 1993 ; 39 : 44-50.

11. Mourichon X. *Mission Guinée : appui en pathologie végétale filière fruits de l'IRAG*. Montpellier : CIRAD-FLHOR, 1995 : 3-7.

12. Diarri Diallo A. Le temps des oranges noires. *Afrique Agriculture* 1995 ; 320 : 29.

13. Wood R. *Cercospora* spot in Citrus. In : *Farming in South Africa, Citrus* H 1.3. Nelspruit : Citrus and Subtropical Fruit Research Institute, 1983.

14. Kuate J, Bella Manga, Fouré E, Rey JY. Symptômes de la cercosporiose des agrumes due à *Phaeoramularia angolensis*. *Fruits* 1994 ; 49 : 31-6.

15. Kuate J, Bella Manga, Rey JY, Fouré E. Symptômes de la cercosporiose africaine des agrumes. *Symptoms of Citrus leaf and fruit spot disease. Phaeoramularia angolensis* (De Carvalho & O. Mendes) PM Kirk. Wageningen : CTA, 1994 : 19 p.

16. Kuate J, Bella Manga, Damesse F, Fouré E, Rey JY. La cercosporiose des agrumes due à *Phaeoramularia angolensis*. Évolution de la maladie sur fruits en zone forestière humide. *Fruits* 1994 ; 49 : 93-101.

17. Rey JY, Njonga B, Damesse F, Fouré E. *Sensibilité variétale à la cercosporiose et premiers résultats des tests fongicides dans la province du Centre, Cameroun*. Montpellier : RA IRFA Agrumes, 1988 ; doc n° 20.

18. Pauly A, Rambaldi G, De Angelis. *Guide des principaux ravageurs, maladies et carences des arbres fruitiers au Gabon*. Ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et de l'Économie Rurale/FAO 1988 : 70-1.

19. Ragazzi A, Marino M. Il genere *Cercospora* in Africa, con particolare riferimento alla *Cercospora angolensis*. *Rivista di Agricoltura Subtropicale E Tropicale* 1990 ; 84 : 171-84.

20. Kuate J, Fouré E. La cercosporiose des agrumes (*Cercospora angolensis*) : contribution à l'étude épidémiologique dans la zone écologique de Dschang. *Fruits* 1988 ; 43 : 559-67.

21. Ndzoumba B. *Étude de la biologie de Cercospora angolensis. Essais d'inoculation précoce sur jeunes plantules d'agrumes*. Montpellier : Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Mémoire DEA, 1984 ; 34 p.

22. Ndzoumba B. Inoculations expérimentales de *Cercospora angolensis* sur jeunes plantules d'agrumes. *Fruits* 1985 ; 40 : 191-5.

23. Kuate J, Foko J, Fouré E, Ducelier D. Current studies on Citrus leaf and fruit spot disease caused by *Phaeoramularia angolensis* in Cameroon. In: *Proceedings of VIII Congress of the International Society of Citriculture*. Sun City : 12-17 may 1996 ; 12 p.

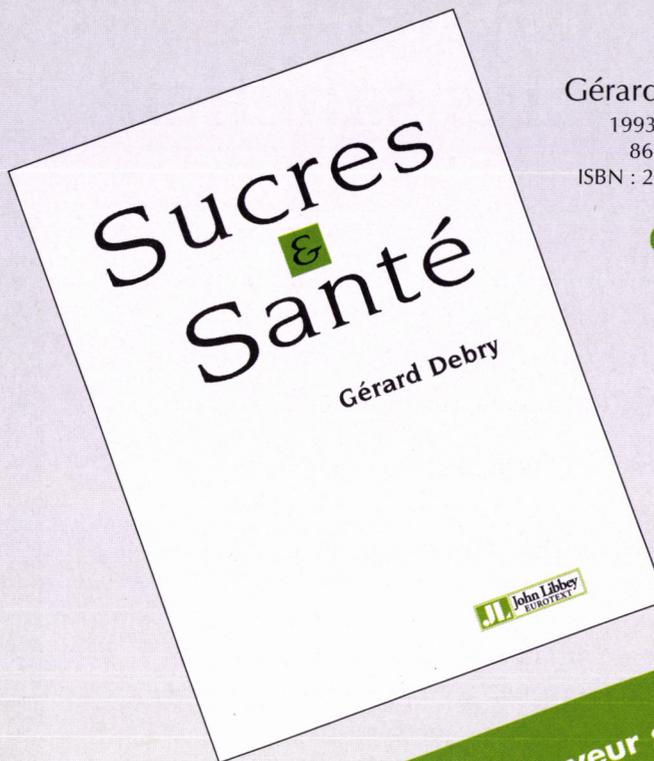
24. Aubert B, Luisetti J, Civerolo LE, Cadet T, Laville E. Le chancre citrique à l'île de la Réunion. *Fruits* 1982 ; 37 : 705-22.

25. Rey JY, Ducelier D, Njonga B. *Maladies et ennemis des agrumes au Cameroun*. Yaoundé : MESRES-IRA, 1986 ; 20 p.

26. Bella Manga, Kuate J, Rey JY, Damesse F, Mimbimi Ngbwa M. Criblage variétal au champ de divers groupes d'agrumes en fonction de leur sensibilité à la cercosporiose (*Cercospora angolensis* De Carvalho & Mendes). In: *Journées IRFA « Agrumes et Mangués »*, Montpellier : 4-10 septembre 1991 ; doc n° 45.

## Résumé

Les agrumes constituent, par leur tonnage la première production fruitière mondiale, avec plus de 83 millions de tonnes annuelles ; en Afrique tropicale humide, la cercosporiose des agrumes provoquée par le champignon *Phaeoramularia angolensis* représente une sérieuse contrainte de production qui pourrait constituer, par ailleurs, une menace considérable pour les productions des zones subtropicales. Malgré les enjeux de la cercosporiose pour l'agrumiculture, les connaissances sur le sujet demeurent fragmentaires. Une analyse précise des données actuelles a été réalisée, portant sur l'historique et la répartition géographique de la maladie, les symptômes, l'agent pathogène, sa biologie, son écologie, son épidémiologie, les sensibilités variétales et les méthodes de lutte.



Gérard DEBRY

1993, broché

860 pages

ISBN : 2-7420-0070-4

690 F

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

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

## Bon de commande

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



Je désire recevoir :

**Sucres et Santé** ..... 550 FF  
Frais de port forfaitaires ..... 30 FF  
Total : ..... **580 FF**

NOM : \_\_\_\_\_  
Prénom : \_\_\_\_\_  
Adresse : \_\_\_\_\_  
CP : \_\_\_\_\_ Ville : \_\_\_\_\_  
Pays : \_\_\_\_\_

**Ci-joint mon règlement d'un montant de :**

FF

Par chèque, à l'ordre des **Éditions John Libbey Eurotext**  
 Par carte bancaire :  
 Visa  Eurocard/Mastercard  American Express

Carte N° | | | | | | | | | | | | | | | |

Date d'expiration : | | | | | | | |

Signature : \_\_\_\_\_

Logigraphie Communication 1996