

# Le greening, une sérieuse menace pour les productions agrumicoles de l'archipel indonésien. Perspectives de lutte.

Greening, a serious threat for the Citrus productions of the Indonesian archipelago.  
Future prospects of integrated control.

**B. AUBERT, M. GARNIER, D. GUILLAUMIN,  
B. HERBAGYANDONO, L. SETIOBUDI et F. NURHADI\***

LE GREENING, UNE SERIEUSE MENACE POUR  
LES PRODUCTIONS AGRUMICOLES DE L'ARCHIPEL  
INDONESIEN.  
PERSPECTIVES DE LUTTE.

B. AUBERT, M. GARNIER, D. GUILLAUMIN,  
B. HERBAGYANDONO, L. SETIOBUDI et F. NURHADI.

*Fruits*, Sep. 1985, vol. 40, n° 9, p. 549-563.

RESUME - Le greening entrave sérieusement la production d'oranges et mandarines en Indonésie. Cette maladie transmise par *Diaphorina citri* menace non seulement les récoltes des vergers, mais constitue aussi un dangereux facteur d'érosion de certaines ressources génétiques du pays. Les conditions qui prévalent à Java semblent favorables à l'introduction et à l'établissement d'un ectoparasite primaire *Tetrastichus radiatus* WATERSTON, lequel serait susceptible de réduire notablement les pullulations de *D. citri*. Un tel projet s'il était mené à bien pourrait contribuer au redressement de la production des Citrus en systèmes agraires javanais.

GREENING, A SERIOUS THREAT FOR THE CITRUS  
PRODUCTIONS OF THE INDONESIAN ARCHIPELAGO.  
FUTURE PROSPECTS OF INTEGRATED CONTROL.

B. AUBERT, M. GARNIER, D. GUILLAUMIN,  
B. HERBAGYANDONO, L. SETIOBUDI and F. NURHADI.

*Fruits*, Sep. 1985, vol. 40, n° 9, p. 549-563.

SUMMARY - The greening (or CVPD) disease, more than any other phytosanitary problem, is restraining the production of mandarines and oranges in Indonesia. This infectious disease spread by *Diaphorina citri* not only threatens the production of the new orchards but also leads to the erosion of a rich Indonesian Citrus germplasm. It is estimated that the establishment in Java of a primary ectoparasite *Tetrastichus radiatus* WATERSTON might significantly reduce the vector populations not only on wild or ornamental Rutaceous plants, but also in orchards and nurseries. This project could help the existing mixed intercropped subsistence farming where insecticidal control is beyond the reach of most farmers.

## REMERCIEMENTS

Ce premier travail d'inventaire a pu être engagé avec la collaboration du CCHR (Coordinating Center of Horticultural Research) et de l'IADS (International Agricultural Development Service). Nous tenons à remercier le Dr. SUBIJANTO et Mme SATSIJATI (CCHR), le Dr. CAMACHO (IADS) ainsi que M. GEVREY de l'Ambassade de France à Djakarta. Nous savons gré au Dr WUTSCHER (USDA - Orlando), d'avoir bien voulu effectuer les analyses d'aubier.

\* B. AUBERT - IRFA-CIRAD - B.P. 180 - 97455 SAINT PIERRE  
Cedex - Ile de la Réunion.

M. GARNIER - Laboratoire de Biologie cellulaire et moléculaire.  
INRA Station de la Grande Ferrade - 33140 PONT DE LA MAYE  
France

D. GUILLEMIN - Laboratoire de Microscopie électronique à balayage.  
105, bld Raspail - 75006 PARIS.

B. HERBAGYANDONO - Horticultural Research Institute.  
LEMBANG WEST JAVA Indonésie.

L. SETIOBUDI et F. NURHADI - Entomologistes Plant Protection,  
Malang Institute for Horticultural Research Institute  
JL. Will's Malang - P.O. Box 10, East JAVA Indonésie.

## INTRODUCTION

La place importante réservée aux agrumes dans les premières descriptions botaniques de l'archipel indonésien, notamment dans la flore de RUMPHIUS éditée en 1750, se justifie à un double titre. Tout d'abord, l'aire d'origine des *Citrus*, et plus généralement des espèces appartenant à la sous-famille des Aurantoïdées, se trouve circonscrite à l'intérieur d'un vaste triangle englobant toute la partie Sud-est du continent asiatique, jusqu'à la Nouvelle Calédonie, et au centre duquel figure l'Indonésie (SWINGLE, 1967). En second lieu, les nombreux échanges avec l'Inde et la Chine amorcés avant l'ère chrétienne ont contribué à enrichir et diversifier un patrimoine agrumicole déjà exceptionnel.

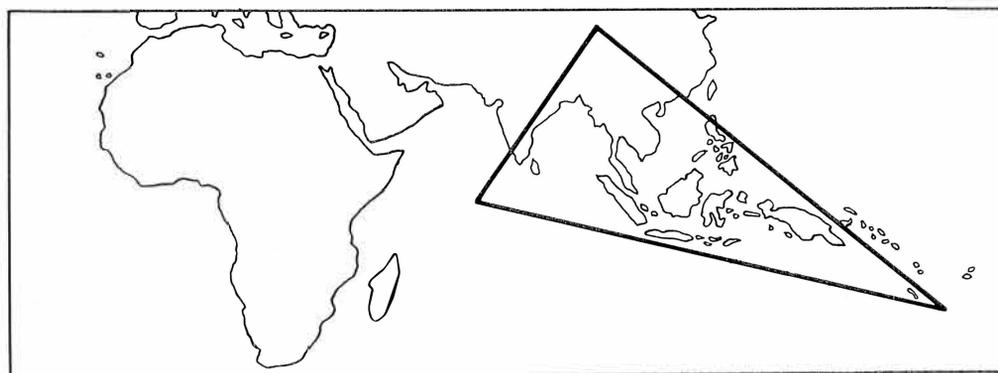


Figure 1 - Aire d'origine du Citrus (d'après SWINGLE, 1967).

Figure 1 - Geographical distribution of native Citrus and relatives (after SWINGLE, 1967).

L'érosion de ces ressources génétiques constitue pour les botanistes, les agronomes et les phytopathologistes, une préoccupation majeure, dans le contexte démographique actuel.

L'Indonésie compte en effet 155 millions d'habitants, dont 90 millions pour la seule île de Java, et la production agrumicole recensée atteint à peine 400.000 tonnes, soit l'équivalent de 2,6 kg par habitant et par an (ou six fois moins qu'une consommation équilibrée). Il est paradoxal de constater que dans ce pays les importations d'agrumes frais en provenance du Japon ou des USA aient été rendues nécessaires pour subvenir aux besoins des grands centres urbains comme Djakarta, Bandung ou Jogjakarta.

La plupart des productions fruitières indonésiennes sont conduites dans des systèmes agroforestiers assez performants (MICHON et al, 1984). Toutefois, l'agrumiculture requiert non seulement la mise en oeuvre de techniques horticoles spécialisées (création de parcs semenciers, de parcs à bois, gestion des pépinières et des vergers), mais aussi une surveillance phytosanitaire rigoureuse.

En Indonésie comme dans d'autres pays asiatiques, le greening plus que toute autre affection des agrumes, cons-

## INTRODUCTION

The leading position occupied by Citrus in the first botanical inventories of the Indonesian archipelago, specially in the Flora of RUMPHIUS published in 1750, can easily be accounted for the following reasons. First, Citrus, and more generally all species pertaining to the *Citrineae* subtribe are native to a large triangle which comprises the Southeastern part of the Asiatic continent, with Indonesia in central position (SWINGLE, 1967). Secondly, the interchanges initiated many years ago with India and China, have enhanced the richness of a Citrus germplasm comprising chance cross hybridization of intra and inter-generic species.

In spite of such prerequisite, phytopathologists, botanists and horticulturists are very much concerned by the degradation of these genetical resources in the present context of an increasing spread of infectious Citrus diseases. Indonesia for instance counts 155 millions inhabitants, with 90 millions in the only Java Island, whereas the registered Citrus production hardly reaches 400.000 tons, corresponding to a yearly per capita consumption of 2,6 kg. Indeed, this Island is facing great difficulties for providing its large urban markets of Djakarta, Bandung, Jogjakarta with mandarines, oranges, and other fresh Citrus.

Traditionally, most of the Indonesian fruit production is obtained from agroforestry systems, comparatively well managed (MICHON et al, 1984). However, citriculture calls not only for the implementation of specific horticultural technics (foundation stocks producing seeds and disease-free budwood), but also for an adequate policy of integrated pest management.

In Indonesia and other countries of Asia alike, the greening disease, more than any other phytosanitary problem is restraining the production of mandarines and oranges. This bacterial disease, spread by psyllas, not only threatens the production of the new orchards, but

titue aujourd'hui une sérieuse entrave à la production de mandarines et d'oranges. Cette maladie d'origine bactérienne, transmise par des Homoptères psyllidés, menace non seulement la production des vergers nouvellement créés, mais aussi l'existence même de tout un patrimoine floristique.

Au cours d'une prospection effectuée à Java en novembre 1984, l'occasion nous a été donnée de confirmer la présence du greening dans des zones considérées encore indemnes il y a moins de trois ou quatre ans, et d'évaluer aussi l'importance des populations de vecteurs.

### RAPPEL HISTORIQUE

Le greening, connu localement sous le terme de Citrus Vein phloem degeneration, semble être apparu dans l'archipel indonésien vers les années 1940. Son importance a été ressentie dès 1948 dans la région de Pasarmingu sur des mandariniers Siam infectés (CORTEZ, 1973). Pasarmingu était à l'époque un centre d'introduction et de multiplication des Citrus qui a fourni du matériel végétal en différentes régions d'Indonésie. En 1954 THROWER signalait un effondrement des productions agrumicoles dans la partie Ouest de Java, par suite de l'extension d'un nouveau type de dépérissement et dont les premières descriptions rappelaient la symptomatologie du greening. Dès 1964, TIRTAWIDJAJA indiquait que le greening était une maladie infectieuse transmissible par la greffe, et non pas un banal accident agronomique. En 1970, LAFLECHE et BOVE démontraient que cette grave affection des agrumes était associée à la présence d'un organisme procaryote dans les tubes criblés différenciés du phloème. Parallèlement, les travaux de CELINO et al (1966) aux Philippines et de CAPOOR et al (1967) en Inde, mettaient en évidence le rôle de *Diaphorina citri* KUWAYAMA en tant qu'agent vecteur du greening en Asie. *D. citri* est un psylle des Rutacées couramment rencontré dans le Sud-est asiatique. Il a même atteint le Moyen-Orient et certaines îles de la façade occidentale de l'Océan Indien.

### ZONES CONTAMINEES PAR LE GREENING EN INDONESIE

#### Techniques de dépistage.

Le dépistage de la maladie du greening repose sur une évaluation des symptômes en champs, laquelle doit être confrontée à un diagnostic plus approfondi faisant intervenir diverses techniques dont 1) la transmission expérimentale des symptômes par greffe d'inoculation, 2) la mise en évidence d'une dégénérescence du phloème foliaire, 3) les tests de traitement curatif par antibiothérapie, 4) la recherche de bactéries endocellulaires dans les tubes criblés différenciés du phloème. Cette dernière technique constitue actuellement la voie la plus fiable, puisqu'on ne dispose pas encore d'autres outils biologiques s'appliquant

also leads to the erosion of the rich Indonesian Citrus germplasm.

During a survey carried out in Java on the first fortnight of november 1984, we found that greening disease had invaded areas still considered healthy only 3 or 4 years ago. Concurrently a first estimate of the extent of vector populations was drawn up in the eastern, central and western part of the Island.

Some aspects, concerning the epidemiology of the greening disease, in relation to the status of its psylla vector, will be dealt with here.

### HISTORICAL BACKGROUND

The greening disease, which induces a severe desorganization of the phloem of leaf veins (hence the name of Citrus Vein Phloem Degeneration or CVPD) has apparently penetrated the Indonesian archipelago in the 1940s. Its importance was felt as early as 1948 in Pasar Minggu area on Siam mandarine (CORTEZ, 1973). Pasar Minggu was a center of introduction from which grafted trees were distributed in different parts of Indonesia. According to THROWER (1959) there has been a virtual collapse of Citrus Industry in the western part of Java due to a disease which strongly resembled greening. In 1964, TIRTAWIDJAJA demonstrated that greening was an infectious disease and not a physiological disorder as it was thought formerly. Some years later LAFLECHE and BOVE (1970) showed the presence of a bacterium-like organism in the differentiated sieve tubes of the phloem of affected plants. Evidence of transmission of greening in Asia through *Diaphorina citri* KUWAYAMA was obtained by CELINO and al (1966) in the Philippines, and CAPOOR and al (1967) in India. Today the Rutaceae psyllid *Diaphorina citri* is found in many countries of South East Asia. It has even reached other areas like Saudi Arabia or Mauritius as well as Reunion Island.

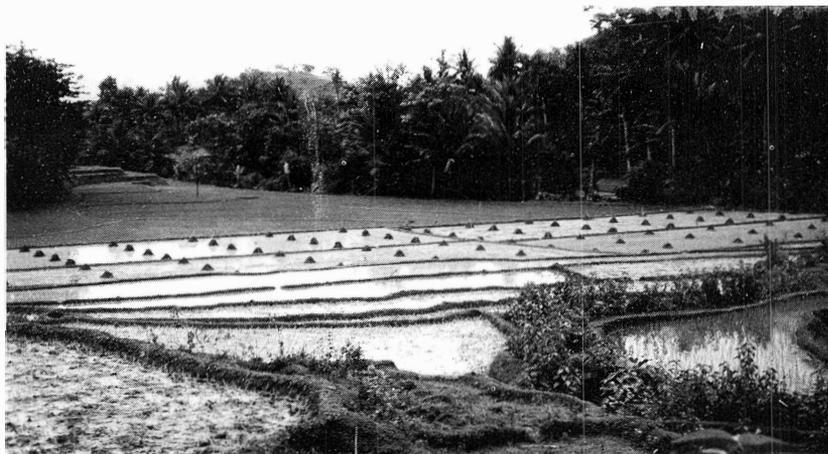
### AREAS AFFECTED BY GREENING IN INDONESIA

#### Detection techniques.

The detection of the disease is based on a first evaluation of the symptoms in the field, followed by a careful diagnostic established with various techniques, among which are worth noting :

- i. experimental transmission of symptoms by graft inoculation.
- ii. phloem degeneration in the midrib of the leaves.
- iii. curing tests through antibiotherapy.
- iv. detection of the bacterium-like organism in the sieve tubes of affected plants. The latter technique is the most reliable since no other biological means to detect directly the infectious organism is presently available.

**Photo 1** - Paysage typique de la plaine javanaise : en arrière-fond apparaît le système agroforestier produisant l'ensemble des fruits tropicaux avec de temps à autre des agrumes obtenus de semis. Au premier plan apparaît une rizière dont une partie est destinée à être transformée en verger d'agrumes. Des buttes de terre de 70 cm de haut ont été aménagées et de jeunes plants d'orangers ou de mandariniers sont installés au sommet de chaque butte.



**Photo 1** - On the background, a typical agroforest ecosystem where tropical fruits, including few Citrus seedlings, are grown. The swamp rice (in front) will be converted into an orchard of grafted mandarines. Earthing butts, 70 cm high, have been made, on the top of which young scions have been planted.



**Photo 2** - La butte de terre est agrandie au fur et à mesure du développement de l'arbre, et pendant plusieurs années les intercalaires seront occupés pour la culture du riz. L'association rizière/verger s'explique par les revenus très rémunérateurs que les paysans escomptent retirer de leur production agrumicole.

The size of the earthing butt is enlarged as the tree develops ; rice will be grown as intercropping during several years.

The rice/Citrus association gives a higher income to the farmers due to the exceptional high prices of fresh Citrus on the local market.

From the surveys carried out over the last few years by TIRTAWIDJAJA and al (1984) it appears that greening is endemic in the whole of Java coastal lowlands, where Siam mandarine is grown to a large extent. At the opposite, in many orchards located between 800 and 1 200 meters, healthy seedlings of Keprock type mandarines, are still yielding correctly. Meanwhile the neighbouring islands of Sumatra, Eastern Kalimantan (Borneo), Southern Sulawesi (Celebes) and Bali have been found contaminated.

These epidemiological surveys were based on field observations. Initial field detections were later submitted to diagnostic by checking the phloem degeneration on longitudinal or cross sections of leaf midribs, observing also a starch accumulation in the leaf parenchyma, or graft inoculating plant indicators under screenhouse, and eventually testing antibiotherapy in the field, on adult trees (TIRTAWIDJAJA and al, 1984).

During our visit, we sampled fruit columellas and leaf midribs, in view of proceeding to direct observations of ultrathin sections with an electron microscope.

#### Electron microscopy.

#### ● Material and method.

Two reference areas were selected : firstly, Cangkrej in the Purworejo lowland, and secondly, Dadi Plaosan in the highlands near Majetan (elevation : 1 000 meters). In both cases, mandarines with greening symptoms were sampled as follows. Fruit born on affected branches and lopsided in shape, were dissected so as to obtain small portions of columella, which, together with midrib sections

directement à l'agent infectieux.

Les enquêtes effectuées au cours des dernières années par TIRTAWIDJAJA (comm. pers.) ont montré que le greening était endémique dans l'ensemble des plaines littorales de Java où le mandarinier Siam est l'espèce la plus cultivée. Par contre, les régions d'altitude situées entre 800 et 1.200 mètres semblaient épargnées, et les mandariniers du groupe Keprock, mieux adaptés à ces climats frais, y conservaient encore récemment une productivité satisfaisante. Les îles voisines de l'archipel comme Sumatra, l'Est de Kalimantan (Bornéo), le Sud de Sulawesi (Célèbes), et Bali, étaient atteintes (Figure 2).

of adjoining leaves, were fixed in 5 % glutaraldehyde and in a 2 % buffer phosphate. The samples were then forwarded to the Laboratoire de Biologie Cellulaire et Moléculaire de l'INRA Bordeaux (France). Preparation and observations of the samples were made as described by GARNIER and al, 1976. In Cangkep, samples were taken on a Siam mandarin tree (Jeruk Siam), but in Dadi Plaosan (1 000 m of elevation), Keprock mandarines were sampled.

#### ● Results and discussions.

The observation of the sieve tubes has shown that endocellular bacteria were affecting the phloem of both fruit



Figure 2 - Répartition de la maladie du greening en Indonésie.

Figure 2 - Greening affected area in Indonesia

Dans toutes ces régions, l'enquête épidémiologique a reposé sur l'observation des symptômes en champs et le diagnostic a été confirmé par des techniques simples comme l'observation d'une dégénérescence du phloème sur des coupes de nervures, la greffe d'inoculation, l'accumulation d'amidon dans les feuilles ou encore des tests d'antibiothérapie (TIRTAWIDJAJA et al, 1984).

Au cours d'une visite effectuée à Java en novembre 1984, nous avons procédé à des échantillonnages de columelle de fruits ou de nervures de feuilles dans le but d'effectuer des observations sur coupes ultra-fines en microscopie électronique.

#### Observation de coupes ultra-fines en microscopie électronique

##### ● Matériel et méthode.

Deux zones de référence, l'une située à Cangkep dans la plaine de Purworejo, l'autre à Dadi Plaosan sur les hauts plateaux près de Majetan (1 000 mètres d'altitude) ont été retenues. Dans les deux cas, des mandariniers montrant des symptômes de greening ont été échantillonnés de la façon suivante. Des fruits de forme asymétrique portés par des

columella and leaf midribs (Photos 3 A, 3 B and 4). Healthy plants were not harbouring these procaryotes.

Therefore, ultrastructural observations corroborate the diagnostic formerly established by TIRTAWIDJAJA and tend to validate the epidemiological surveys carried out in several regions of the Indonesian territory. In fact the symptoms observed on the canopy of sampled trees were characteristic of greening. The hypothesis of a blight attack cannot be retained since the analysis of sawdust taken from the outer trunk wood of the sampled trees in Dadi Plaosan and Cangkep has shown a zinc content not exceeding 2 ppm whereas the phenolic compounds amounted to 3 mg/g at the most.

The finding of greening organism in the orchards of Purworejo coastal plain (Cangkep) is not surprising, since the disease has long been affecting this area. But, in Magetan, leaf yellowing on Citrus had been noticed by the growers over the last three years only. Experiment were even conducted to cure a supposedly zinc deficiency. As it appears from photos 3 and 4, there is no longer any doubt on the nature of troubles that are affecting the Keprock lines, which incidentally appeared still more sensitive to the greening disease than the Jeruk Siam lines. During

rameaux malades ont été disséqués pour obtenir de fines portions de columelle. Celles-ci, ainsi que des segments de nervure obtenus de feuilles adjacentes, ont été immédiatement fixés par le glutaraldéhyde 3 % dans un tampon phosphate 0,1 M, pH 7,4 puis expédiés au Laboratoire de Biologie Cellulaire et Moléculaire de l'INRA de Bordeaux. Ces échantillons ont été préparés et observés selon la technique décrite par GARNIER et al, 1976.

A Cangkep, c'est un mandarinier Siam (ou Jeruk Siam) qui a été échantillonné, et à Dadi Plaosan un mandarinier Keprock appartenant à la lignée Garut (Jeruk Garut).

#### ● Résultats et discussions.

L'observation des tubes criblés a montré dans les deux cas la présence de bactéries endocellulaires du phloème, tant au niveau de la columelle des fruits que des nervures de feuilles (Photos 3 et 4). Ces procaryotes n'ont pas été vus dans les plants sains. L'observation de l'ultrastructure des tissus présumés infectés confirme donc le diagnostic qui avait été porté par TIRTAWIDJAJA et tend à valider les enquêtes épidémiologiques effectuées en différentes parties du territoire indonésien. Les arbres que nous avons échantillonnés présentaient des symptômes caractéristiques de greening. L'analyse des sciures prélevées dans l'aubier du tronc a donné des teneurs en zinc ne dépassant pas 2 ppm et des quantités de composés phénoliques atteignant au maximum 3 mg/g, ce qui écarte l'hypothèse d'une attaque de blight.

La détection de l'organisme du greening dans les vergers de la plaine côtière de Purworejo n'est pas une surprise, puisque la maladie y sévit depuis de nombreuses années. Par contre, à Magetan les agrumiculteurs ont observé quelques anomalies de croissance depuis trois ans seulement. Certains d'entre eux avaient tenté de corriger ce qu'ils croyaient être une carence en zinc par des fumures foliaires. Les clichés présentés sur les photos 3 et 4 ne laissent à présent aucun doute sur la nature des troubles affectant les lignées Jeruk Siam et Keprock. Cette dernière montre d'ailleurs une plus grande sensibilité au greening que la variété Jeruk Siam.

#### INVENTAIRE CONCERNANT LES POPULATIONS DE VECTEURS

Au cours de cette même prospection qui a duré dix jours et couvert vingt-neuf sites, un inventaire des psylles a également été effectué. L'époque de la mi-novembre qui correspond au tout début de la saison des pluies est une période favorable pour évaluer l'importance des populations de *Diaphorina citri*. En effet, le développement de cet Homoptère est contrarié par les fortes pluies auxquelles peuvent être exposées les colonies de larves. Par ailleurs, l'insecte est strictement dépendant d'une nouvelle poussée végétative pour assurer son cycle ; or le débournement

the last 4 years, many old Citrus seedlings belonging to Keprock line, and planted in the uplands of Java have suddenly shown severe dieback (photo 5).

#### STATEMENT OF THE VECTOR POPULATIONS

During the consultancy of ten days carried out in november 1984, 29 citrus areas were visited in Java. This survey took place during the first fortnight of the month, just at the beginning of the rainy season. This time of the year is appropriate for an evaluation of the *D. citri* populations. The reasons are the following :

- i. *D. citri* populations build up preferentially on dry weather, since high rainfall hampers the establishment of new colonies,
- ii. The insect is strictly dependant, for completing its life cycle of new flushes, since the female egg-laying and nymph feeding (1st and 2nd instar) take place only on very young shoots.

In Java, november falls with the beginning of the first rains and the appearance of a new flushing rythm. It is therefore possible to estimate the adults build up during the previous dry season and to check for the nymph colonies on new flushes.

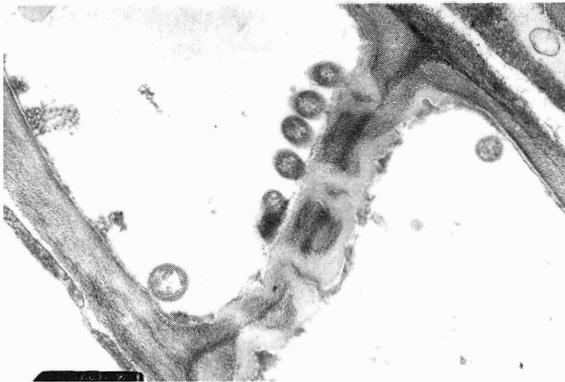
#### Importance of psylla colonies.

The importance of colonies was estimated by counting the number of winged adults caught in 5 minutes with a mouth aspirator. This technique was used in Reunion Island and Saudi Arabia (AUBERT and QUILICI, 1983 ; BOVE and AUBERT, 1984).

The orchards inspected in Indonesia were either non treated with insecticides or uncorrectly treated. In all cases where *D. citri* was observed, grafted trees had been introduced. *D. citri* was also detected on *Murraya paniculata* hedges, specially in Ungaran and Malang. But neither greening symptoms nor *D. citri* colonies were observed on the local mandarines seedling in the organized forest zone of Ciamis (Central Java).

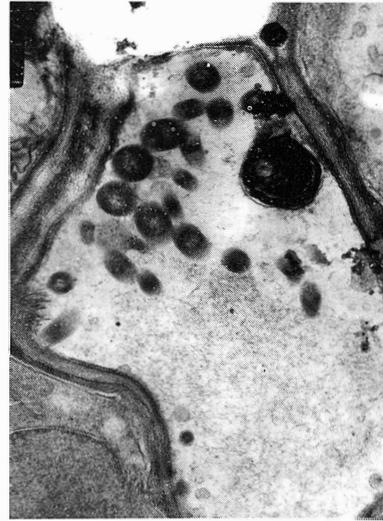
The maximum of adults caught in 5 minutes amounted to 27, and the average for the contaminated sites reached 11. In Batu Sumbergondo, eggs alone have been observed but anywhere else both adults and larvae were present.

Compared to other countries, the level of pullulation found in Java is comparatively low. On the dry leeward side of Reunion Island, or in Saudi Arabia for instance, catchings of 150 adults in 5 minutes were not uncommon. But in these areas the rainfall was only 750 mm, as compa-



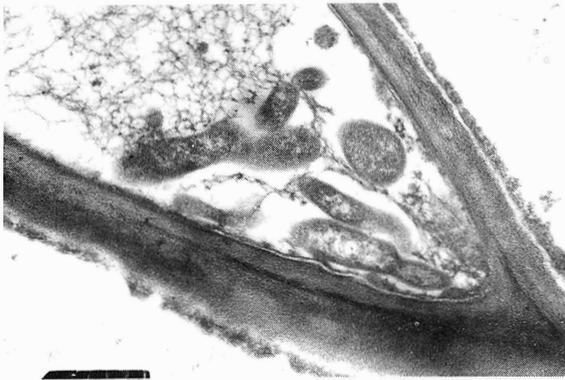
**Photo 3 A :** Organismes bactériens trouvés dans un tube criblé. Nervure de feuille d'un mandarinier Keprock (Dadi 1 000 m).

Endocellular bacterial organisms observed in the sieve tube of a leaf midrib of a Keprock mandarine (Dadi Plaosan 1 000 meters).



**Photo 4 -** Organismes bactériens observés dans le phloème d'une nervure de feuille de mandarinier Siam (Cankrep 100 m).

Endocellular bacterial organisms observed in the phloem of a Siam mandarine leaf midrib (100 m, Cankrep).



**Photo 3 B -** Organismes bactériens trouvés dans le phloème de la columelle sur une mandarine Keprock (Dadi 1 000 m).

Endocellular bacterial organisms observed in the phloem of the columella on a Keprock mandarine. (Dadi Plaosan 1 000 m).

(photographies M. GARNIER).

**Photo 5 -** Mandarinier local non greffé récemment atteint de greening, île de Sumatra . (Photo S. TIRTAWIDJAJA).

Nongrafted local mandarine affected by the greening disease in Sumatra. (Diagnostic and picture S. TIRTAWIDJAJA).



apparaît dès les premières pluies. En novembre il est donc possible d'estimer l'importance des populations d'adultes qui se sont maintenues au cours de la saison sèche, et d'observer les colonies de larves qui apparaissent sur les jeunes pousses.

#### Importance des colonies d'adultes.

L'importance des colonies d'adultes a été estimée en comptant le nombre d'imagos capturés en 5 minutes à l'aspirateur à bouche. Cette méthode d'évaluation a été utilisée à l'île de la Réunion (AUBERT et QUILICI, 1983) et en Arabie Saoudite (BOVE et AUBERT, 1984).

Les vergers observés en Indonésie étaient soit non traités, soit improprement traités aux insecticides.

Dans tous les cas où *D. citri* a pu être observé, des plants greffés avaient été introduits. *D. citri* a également été vu sur des haies de *Murraya paniculata* notamment à Ungaran et Malang.

Par contre, dans la zone agro-forestière située entre Ciamis et Banjar, les mandariniers locaux de semis étaient indemnes de symptôme de greening et n'hébergeaient pas *D. citri*.

Le nombre maximum de captures a été de 27 adultes collectés en 5 minutes, et la moyenne générale en sites colonisés de 11 adultes en 5 minutes. Dans chaque cas, nous avons eu l'occasion d'observer des adultes et des larves sauf à Batu Sumbergondo où seuls des oeufs ont été aperçus. Par rapport aux pullulations observées dans d'autres régions agrumicoles de l'Océan Indien, il s'agit d'un niveau relativement faible. Sur la côte sèche de l'île de la Réunion par exemple (avant le programme de lutte biologique) ou dans le sud-ouest de l'Arabie Saoudite, des captures de 150 adultes ont été effectuées en 5 minutes. Dans ces régions, il est vrai, la pluviométrie annuelle est inférieure à 750 mm, alors qu'à Java les zones prospectées reçoivent 2 000 à 3 000 mm par an.

Bien que modestes, les niveaux de pullulation observés à Java sont suffisants pour entraîner une dissémination efficace de la maladie du greening.

#### Extension récente du psylle asiatique à Java.

Au cours de notre visite de prospection, nous avons trouvé pour la première fois *Diaphorina citri* dans les régions montagneuses du centre et de l'est de Java comme Ungaran, Magetan et Batu. Même à Malang la présence de cet Homoptère n'avait pas encore été signalée. Tout laisse penser que ce vecteur continue lentement sa progression dans des zones jusque-là épargnées. Le commerce très actif de plants d'agrumes sur les marchés ruraux a très certainement favorisé la dispersion de *D. citri* et suppléé les facultés de

red to the 2 000 or 3 000 mm in the prospected areas of Java.

Though moderately low, these levels of pullulation are important enough for an efficient vectoring of the greening disease.

#### Recent dissemination of the asiatic psylla in Java.

During our survey, *Diaphorina citri* has been detected for the first time in some areas of eastern and central Java, such as Ungaran, Magetan and Batu. Even in Malang this insect was not described previously. The vector has most probably reached new areas as yet uncontaminated. The sales of Citrus plants on rural places have greatly enhanced the spread of *D. citri* thus compensating for the poor flying capacity of the insect. Transport of Citrus plants from one province to another has been prohibited by the local authorities. However it seems difficult to control the transport of plants from lowland to upland areas. The villagers are strongly attracted by the high prices they can fetch from the sale of fresh Citrus. During the last few years uncontrolled nurseries, sowing plants of dubious origin, have flourished in many places. The result is an insidious penetration of the disease into clean areas for which only traditional seedlings of mandarines were formerly grown.

#### Detection of a larval parasitism on *Diaphorina citri*.

During our field visits several hundreds of *D. citri* larvae have been collected and placed into hatching boxes. These larvae have been firstly examined with a hand lens so as to check for the presence of perforated mummies. Pulung and Siwalan are the only places where a larval parasitism was identified. The perforated mummies presented a curved aspect, similar to that of a small cask, the emergence hole being located on the abdomen (photo 6). This is a typical feature of the Encyrtidae *Diaphorencyrtus aligarhensis* SHAFFEE and al, which was subsequently obtained on adult form in the hatching boxes. However we failed to obtain *Tetrastichus radiatus* WATERSTON, an ectoparasite which sucks out the body contents of the psyllids nymphs and emerges by chewing a hole through the thorax of the host (photo 7). Furthermore, no hyperparasite could be obtained, out of the some 800 larvae tested in hatching boxes.

Samples of mummies were sent to the Laboratoire d'Évolution des Êtres Organisés (Université P. et M. CURIE, Paris) in alcohol 75 %. After complete dehydration the larvae were submitted to «critical point» and embedded with a mixture of gold/palladium before observation under a scanning electron microscope CAMECA MEB 07 (GUILLAUMIN, 1980).

TABLEAU 1 - Résultats de la prospection sanitaire effectuée dans l'île de Java.  
TABLE 1 - Results of the sanitary survey carried out in Java Island.

|                             | N° | Région ou village<br>Area or village | Altitude<br>Elevation | Nom du verger<br>Name of the orchard                 | Age du verger<br>ou des arbres<br>Age of the<br>trees | Mode de production<br>Type of production                         | <i>Diaphorina<br/>citri</i> | Symptômes<br>de greening<br>Greening<br>Symptoms |
|-----------------------------|----|--------------------------------------|-----------------------|--|---|--|-----------------------------|--|
| Java ouest<br>West Java     | 1  | Bogor Cabupaten                      | 300 m                 | Sirodj   | 8 ans<br>8 years                                      | Verger pur<br>Citrus orchard                                     | -                           | +  |
|                             | 2  | Pasir Banten                         | 600 m                 | Station. Exp.<br>Expt. Station                       | 2 ans<br>2 years                                      | Pépinières<br>Nurseries  | -                           | -  |
|                             | 3  | Karang Pawitan<br>(Garut)            | 650 m                 | Akri   | 5 ans<br>5 years                                      | Verger pur<br>Citrus orchard                                     | -                           | +  |
|                             | 4  | Tarogon                              | 600 m                 | Djumari  | 7 ans<br>7 years                                      | Verger pur<br>Citrus orchard                                     | +++                         | +++  |
|                             | 5  | Zone Ciamis-Banjar                   | 500 m                 | Villageois<br>Small Farmers                          | de 50 à 80 ans<br>50 to 80 years                      | Système agroforestier<br>Organized forest                        | -                           | -  |
|                             | 6  | Zone Banjar                          | 100 m                 | Villageois<br>Small Farmers                          | 3 ans<br>3 years                                      | Association avec soja<br>Orchard with soybean                    | +                           | +++  |
| Java Centre<br>Central Java | 7  | Kawunganten                          | 100 m                 | Villageois<br>Small Farmers                          | 3 ans<br>3 years                                      | Association avec rizièr<br>Citrus and swampric<br>e              | ++                          | +++  |
|                             | 8  | Sidareja                             | 100 m                 | Villageois<br>Small Farmers                          | 3 ans<br>3 years                                      | Association avec rizièr<br>Citrus and swampric<br>e              | ++                          | ++   |
|                             | 9  | Wangon                               | 100 m                 | Villageois<br>Small Farmers                          | 4 ans<br>4 years                                      | Association avec rizièr<br>Citrus and swampric<br>e              | +                           | +  |
|                             | 10 | Banteran                             | 200 m                 | Mawardi  | 12 ans<br>12 years                                    | Verger pur<br>Citrus orchard                                     | -                           | -  |
|                             | 11 | Banyumas                             | 150 m                 | Asma   | 7 ans<br>7 years                                      | Verger pur<br>Citrus orchard                                     | -                           | +  |
|                             | 12 | Banyumas                             | 150 m                 | Dirwan   | 18 ans<br>18 years                                    | Verger pur<br>Citrus orchard                                     | +++                         | ++   |
|                             | 13 | Kebumen                              | 100 m                 | Villageois<br>Small Farmers                          | 3 ans<br>3 years                                      | Association avec rizièr<br>Citrus and swampric<br>e              | -                           | -  |
|                             | 14 | Cangkre<br>p                         | 100 m                 | Privé<br>Private                                     | 4 ans<br>4 years                                      | Verger pur<br>Citrus orchard                                     | +++                         | +++  |
|                             | 15 | Serosabran<br>g                      | 500 m                 | United Fruit<br>of Indonesia                         | 10 ans<br>10 years                                    | Verger pur<br>Citrus orchard                                     | ++                          | +++  |
|                             | 16 | Ungaran                              | 500 m                 | Station Exp.<br>Exp. Station                         | 8 ans<br>8 years                                      | Haie de <i>Murraya pan<br/>icula</i>                             | ++                          | +  |
| Java Centre<br>Central Java | 17 | Ungaran                              | 500 m                 | Hortimart  | 1 à 7 ans<br>1 to 7 years                             | Pépinières et parcs à bois<br>Nurseries and foundation<br>stock  | -                           | +  |
|                             | 18 | Bawen/Kandangan                      | 600 m                 | United Fruit<br>of Indonesia                         | 7 ans<br>7 years                                      | Verger pur<br>Citrus orchard                                     | -                           | +  |
|                             | 19 | Girirego/Magelang                    | 1200 m                | Villageois   | 5 à 40 ans  | Vergers purs ou arbres de<br>villages                            | -                           | -  |
|                             | 20 | Jatinom/Boyal<br>i                   | 600 m                 | Small Farmers<br>Villageois<br>Small Farmers         | 5 to 40 years<br>1 à 5 ans<br>1 to 5 years            | Old trees and Citrus orchard<br>Vergers purs<br>Citrus orchard   | +                           | +  |
|                             | 21 | Dadi Plaosan Magetan                 | 1000 m                | Villageois<br>Small Farmers                          | 1 à 30 ans<br>1 to 30 years                           | Vergers+ maraîchage<br>Citrus and vegetable                      | ++                          | ++   |
|                             | 22 | Tinap/Sukomoko                       | 300 m                 | Villageois<br>Small Farmers                          | 12 ans<br>12 years                                    | Vergers+ maraîchage<br>Citrus and vegetation                     | +++                         | ++   |
| Java est<br>East Java       | 23 | Madium                               | 200 m                 | Pépinière<br>Nurseries                               | 3 ans<br>3 years                                      |  | -                           | +  |
|                             | 24 | Pulung/Larah                         | 630 m                 | Seno   | 3 à 25 ans<br>3 to 25 years                           | Vergers+ maraîchage<br>Citrus and vegetation                     | ++                          | +  |
|                             | 25 | Siwalan/Ponorogo                     |                       | Villageois<br>Small Farmers                          | 5 à 6 ans<br>5 to 6 years                             | Vergers purs<br>Citrus orchard                                   | +                           | +  |
|                             | 26 | Malang                               | 200 m                 | Station d'hort<br>iculture<br>Hort. Expt.<br>Station |   | Haie de <i>Murraya pan<br/>iculata</i>                           | +                           | -  |
|                             | 27 | Batu Sumbergondo                     | 600 m                 | Soedjito   | 12 ans<br>12 years                                    | <i>Murraya paniculata</i> hedges<br>Verger pur<br>Citrus orchard | +                           | +  |
|                             | 28 | Batu/Tlekung                         | 600 m                 | Station horticole<br>Hort. Station                   | 5 à 25 ans<br>5 to 25 ans                             | Collections<br>Collections                                       | ++                          | ++   |
|                             | 29 | Malang Turen                         | 250 m                 | Supardi  | 7 ans<br>7 years                                      | Verger pur<br>Citrus orchard                                     | -                           | -  |

- : absence not seen + : degré d'attaque faible low attack ++ : degré d'attaque moyen medium +++ : degré d'attaque fort severe attack.

vol relativement limitées de cet insecte. Malgré l'arrêté des autorités locales interdisant le transport de plants d'une province à l'autre, il est difficile de contrôler dans la pratique ce commerce lucratif. En conséquence, le greening guette insidieusement des zones restées jusque là indemnes, où n'étaient cultivés que les traditionnels mandariniers de semis. La forte densité de population dans les campagnes javanaises et l'important commerce de plants semblent bien être à l'origine de la dispersion de la maladie. Aujourd'hui le danger de contamination des réserves génétiques en systèmes agro-forestiers est réel (cf. Photo 5).

#### Recherche d'un parasitisme larvaire sur *Diaphorina citri*.

Nous avons systématiquement cherché des larves de *D. citri* dans tous les endroits visités pour les placer dans des boîtes ou des gellules d'éclosion. Les larves trouvées ont été attentivement observées à la loupe de terrain pour rechercher la présence de momies perforées. C'est seulement à Pulung et à Siwalan que nous avons identifié la présence d'un parasitisme larvaire. Les momies perforées avaient l'aspect bombé d'un tonnelet et le trou de sortie se situait toujours sur l'abdomen (photo 6). Il s'agissait de traces caractéristiques de l'encyrtide *Diaphorencyrtus aligarhensis* SHAFFEE et al, dont plusieurs specimens ont ailleurs été obtenus en éclosoir. Nos recherches n'ont révélé aucune trace de l'ectoparasite *Tetrastichus radiatus* WATERSTON qui laisse des momies plates avec un trou de sortie au niveau du thorax. Par ailleurs, aucune boîte ou gellule d'éclosion n'a livré d'hyperparasites, sur un total d'environ 800 larves testées.

Les échantillons de momie ont été envoyés au Laboratoire d'Evolution des Etres Organisés (Université P. et M. CURIE, à Paris, Service de Microscopie électronique à balayage), dans l'alcool à 75 %. Après déshydratation complète à l'alcool, les pièces ont été passées au «point critique», montées sur un porte-objet, métallisées à l'or/palladium puis observées au Microscope électronique à balayage CAMECA MEB 07 sous tension de 20 kv (GUILAUMIN, 1980).

Java semble donc connaître actuellement une situation analogue à celle qui prévalait sur la zone littorale ouest de l'île de la Réunion avant 1978. A cette époque *Diaphorina citri* colonisait les vergers ou les arbres de jardins ou encore les haies de *Murraya paniculata* et ses pullulations n'étaient que faiblement contrôlées par l'endoparasite encyrtide *D. aligarhensis*. L'importation et les lâchers de *T. radiatus*, un ectoparasite beaucoup plus efficace, ont eu pour effet de diminuer très significativement les populations de *D. citri* (AUBERT et QUILICI, 1984). Il serait donc intéressant d'étudier la possibilité de mise en oeuvre de cette technique efficace et peu onéreuse, dans l'île de Java.

The conditions prevailing in Java appeared then similar to that experienced on the leeward side of Reunion Island prior to 1978. At that time, large populations of *Diaphorina citri* were found not only in orchards, but also on backyard trees, as well as *Murraya paniculata* hedges. The development of this vector was barely reduced by the encyrtide endoparasite *D. aligarhensis*. Importation, rearing and releasing of *T. radiatus*, a much more active ectoparasite, have resulted in an important decrease of *D. citri* populations (AUBERT and QUILICI, 1984). Such a biological control, combined with a proper integrated pest management would certainly be profitable to the Indonesian citriculture.

#### GERMPLASM THREATENED BY THE GREENING DISEASE IN INDONESIA

So far, damages due to greening disease have only been recorded on few edible Citrineae of the Citrus group. Complementary inspections should be undertaken on other Citrineae native in Indonesia, both edible or not, for determining the extent of contamination, as well as on the Clausiinae group (*Murraya* sp.).

##### Non edible Aurantoideae native in Indonesia.

Different species should be carefully examined for studying their reactions as to immunity, capacity of harbouring infectious microorganisms and susceptibility to the greening disease. The attractive power of this endemic flora on *D. citri* should also be checked. Out of 33 genera in Aurantoideae subfamily, three species native in Indonesia were mentioned by SASTRAPRADJA and SOETJIPTO (1984), e.g. *Limnocitrus littoralis* (MIQ.) SWING. present in Java, Bali and Sumatra, *Feroniella lucida* (SCHEFF.) SWING. present in centre Java and *Citrus celebica* var. *Southwickii* (WESTER) SWING. present in the Celebes and in the Philippines.

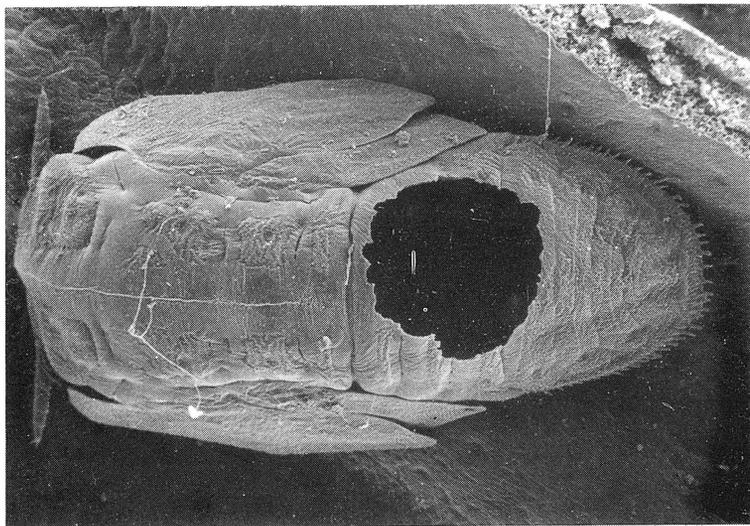
##### Edible Aurantoideae of the Citrus genus.

The most popular Citrus in Indonesia are the mandarines. On the local markets their price is 2,5 times the price of the pomelo and 2.2 times the price of orange fruit.

The two types of mandarines grown in Indonesia are Siam and Keprock :

- Siam or Jeruk Siam, a cultivar of *Citrus nobilis* LOUR. was introduced from Thailand and succeeded to be cultivated in the coastal lands. It is a small-crowned tree giving smooth round fruit.

- Keprock is the most popular Citrus species valued as table fruit. It belongs to the *C. reticulata* BLANCO group and thrives at higher elevation (from 500 to 1 200 m). The tree is large-crowned and commonly planted in the mountain villages for its shade; and its easy peeling delicious fruit.

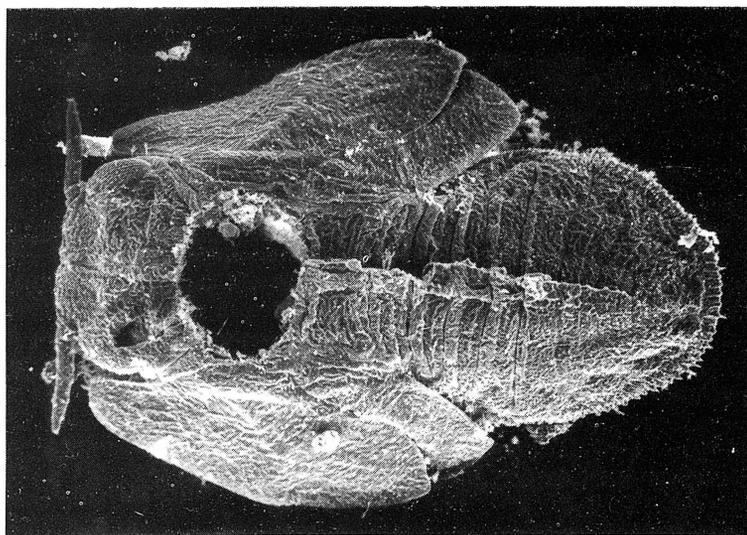


**Photo 6** - Momie de larve laissée par *Diaphorencyrtus aligarhensis*. Le trou de sortie est situé au niveau de l'abdomen et la larve est bombée en forme de tonnelet.

*D. citri* nymph parasitized by *D. aligarhensis*. The emergence hole is located in the abdomen and the larva has a curved aspect (East Java).

X 55

X 55



**Photo 7** - Momie de larve laissée par *Tetrastichus radiatus*. Le trou de sortie apparaît au niveau du thorax et la larve reste aplatie.

*D. citri* nymph parasitized by *T. radiatus*. The emergence hole is located on the thorax and the larva remains flattened (Reunion Island).

#### PATRIMOINE GENETIQUE MENACE

N'ont été recensés jusqu'ici que les dégâts concernant certaines Aurantoïdées à fruits comestibles appartenant au genre *Citrus*. Des prospections sont à entreprendre également sur d'autres Aurantoïdées comestibles ou non comestibles, originaires d'Indonésie.

#### Aurantoïdées non comestibles originaires d'Indonésie.

Plusieurs espèces doivent être soigneusement observées

There are many cultivars of Keprock. The most famous are found in Garut (West Java), Tawangmangu, Tejakula, Kacang (Central Java), and other islands like Bali, Madura or Sumatra.

The Keprock mandarines seem to be more susceptible to the greening disease than the Siam.

In the Horticultural Station of Tlekung near Malang a collection of 70 cultivars of local mandarines was recently established. A programme of shot-tip grafting is under way for cleaning this germplasm from virus or virus-like diseases.

pour vérifier leur comportement en tant que plantes immunes, plantes hôtes, ou plantes très sensibles à la maladie du greening. Il est important aussi de connaître le degré d'attractivité que cette flore endémique exerce sur *D. citri*. Elle comprend trois espèces mentionnées dans l'inventaire de SASTRAPRADJA et SOETJIPTO (1984). Il s'agit de *Limnocitrus littoralis* (MIQ.) SWING espèce présente à Java, Bali et Sumatra, *Feroniella lucida* (SCHEFF.) SWING. présente à Java Centre, et *Citrus celebica* var. *southwickii* (WESTER), SWING. présente aux Célèbes et aux Philippines.

#### Aurantoidées comestibles appartenant au genre Citrus.

L'agrumes le plus prisé par la population indonésienne est la mandarine dont le prix atteint 2,5 fois celui du pomelo et 2 fois celui de l'orange.

Il existe deux grands groupes de mandariniers en Indonésie : Siam et Keprock.

Les mandariniers de type Siam ou Jeruk Siam appartiennent à l'espèce *Citrus nobilis* LOUR. Le terme Siam ou Siyem signifie littéralement vigoureux. Il s'agit d'arbres à port étalé mesurant au maximum 5 à 6 m de haut et donnant des fruits lisses de forme arrondie à chair bien colorée mais dont la peau reste verte à maturité. Ce type de mandarinier est couramment cultivé en zone côtière.

Les mandariniers de type Keprock ou Jeruk Keprock appartiennent à l'espèce *Citrus reticulata* BLANCO. Ils sont plus ou moins apparentés au groupe Ponkan assez répandu en Asie du Sud-est à Java et dans les autres îles de l'archipel indonésien. On les multipliait jusqu'ici en zone d'altitude entre 500 et 1 200 m. L'arbre à port nettement érigé peut atteindre une très grande taille (photo 5). Dans les villages de montagne où le greening n'a progressé que récemment les mandariniers Keprock sont en train de disparaître. Ces arbres, généralement issus de semis, faisaient la fierté des villageois et fournissaient à la fois l'ombrage, l'élément décoratif, mais aussi des fruits bien colorés d'excellente qualité, faciles à éplucher et de saveur plus délicate que celle des Siam.

Il existe de nombreux cultivars de Keprock. Les plus réputés sont ceux de la région de Garut à Java Ouest, de Tawangmangu, Tejakula, Kacang à Java Centre, de Bali de Madura et de Sumatra.

Les mandariniers Keprock semblent présenter une plus grande sensibilité à la maladie du greening que les mandariniers Siam. Une fois contaminés, ils périssent rapidement.

Les responsables de la Station horticole de Tlekung près de Malang ont regroupé une importante collection de ces mandariniers (environ 70 cultivars) dans le but de sauver tout un précieux patrimoine génétique. Un pro-

In Indonesia, mandarine trees giving small acid fruit can also be found. The type is apparently closely related to *Citrus depressa* or *Citrus pectinifera*, since the diameter of the fruit is smaller than that of Cleopatra mandarine. Among these cultivars it is worth noting Jeruk Ragi and Jeruk Wangkang which could be tested as rootstocks. Several individual trees of this type inspected near the road to Ciamis have shown very strong vigor, no foot root and no Tristeza stem-pitting on the bark. According to the owner some of these trees were nearly one hundred years old. The greening disease has apparently spared several zones of this forest area.

The pummelo *Citrus grandis* (LINN.) OSBECK is represented by a great number of types selected for the fruit size, the colour of the pulp, the seediness and the taste. This species is comparatively more tolerant to greening disease than orange or mandarine trees. The lime, or Jeruk Nipis is scarce. The Sambal (*Citrus amblycarpa* HOSSK. OCHSE) and the Jeruk Poeret (*Citrus hystrix* D.C. or Combava) are used in local recipes for their taste and their fragrance. Limes and combavas are more threatened by the virulent strains of Tristeza prevailing in Indonesia than by greening.

In addition to these local varieties one has to mention the numerous introductions made by the Dutch horticulturists before the Second World War. Most of the cultivars established at the Tlekung experiment station are showing dieback.

The common rootstocks used in Indonesian orchards are the Rough lemon and the Japanese citron or Rangpur lime. The inspection of the seed trees foundation stock of the Tlekung experiment station has shown *Diaphorina citri* populations. These trees affected by greening, exhibited lopsided fruit and abortion of the seeds (photo 10), both symptoms typically induced by the greening disease.

#### Clausineae group.

During our survey we have observed *D. citri* colonies on ornamental *Murraya paniculata* (L. JACK.) hedges in Ungaran and Malang. Experimental work could demonstrate that *M. paniculata* is one of the most preferential host plant of *D. citri*. Moreover this Clausineae can harbour the bacterium like organism associated with the greening disease (AUBERT, 1985).

#### CONCLUSION

In Indonesia, the greening disease, vectored by the asian psylla *Diaphorina citri*, is seriously restraining the production of mandarines and oranges. The existing upkeep and maintenance programme is unable to avoid an insi-

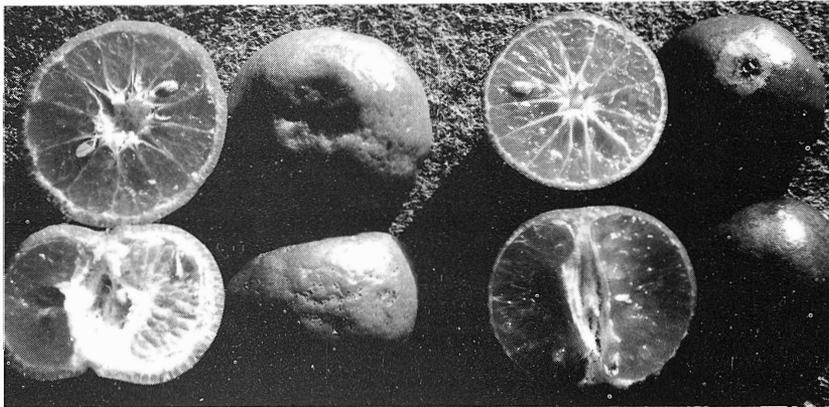


Photo 8 - Les deux types de mandarines les plus appréciées localement : à gauche mandarine de type Kepron, à droite mandarine de type Siam.

The two main types of mandarines cultivated in Indonesia (left Kepron type, right Siam type).

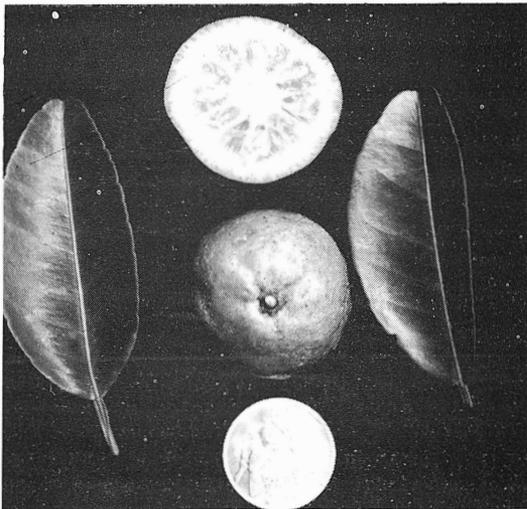


Photo 9 - Mandarine locale à petits fruits. Il existe encore quelques arbres en zone forestière non contaminée près de Ciamis.

Local type of small fruit mandarine found in the forest of Ciamis. These trees were looking very healthy.

programme de micro-greffage d'apex a démarré pour débarrasser ces lignées de toute maladie infectieuse.

L'Indonésie dispose également de mandariniers à petits fruits plus ou moins acides, s'apparentant au mandarinier Cléopâtre. Les fruits de taille plus réduite que ceux du mandarinier Cléopâtre laissent penser qu'il s'agit de la forme *Citrus depressa* ou *C. pectinifera*. On signalera notamment Jeruk Ragi et Jeruk Wangkang, deux lignées qui pourraient être testées comme porte-greffe. Le pamplemoussier dont la production est moins prisée que celle des mandariniers est représenté par 4 cultivars principaux. La lime à fruits acides, Jeruk Nipis, est représentée par une lignée



Photo 10 - Fruits prélevés dans le parc semencier de la Station de Tlekung. Il s'agit de Rough lemon prélevés sur des arbres atteints de greening. Cette maladie, outre les décolorations du feuillage et le dessèchement des branchettes, provoque une déformation des fruits et l'avortement des graines.

Fruits obtained from the Rough lemon foundation stock in Tlekung. The greening disease has induced the lopsided form of the fruit and the abortion of seeds. Winged adults and nymphs of *D. citri* were seen on these trees.

ditions progression of the disease and its vector in the lowland and upland areas. Consequently the actual supply of fresh Citrus on local market is far behind demand, and a valuable germplasm of mandarines is being threatened. From the experience obtained in other countries like Reunion or Saudi Arabia it is known that greening can destroy orange or mandarine orchards in no more than

très voisine de la lime mexicaine traditionnelle, avec comme différence une très légère coloration mauve des jeunes pousses. Le *Sambal* [*Citrus amblycarpa* (HOSSK.) OCHSE] et le Jeruk Poeret (*Citrus hystrix* D.C. ou combava) sont utilisés dans des recettes culinaires locales. Limettiers et combavas sont plus menacés par l'existence de souches virulentes de *Tristeza* que par la maladie du greening.

En plus de ces variétés d'agrumes locales, il faut mentionner les nombreuses introductions effectuées par les Hollandais avant la seconde guerre mondiale, en provenance du Bassin méditerranéen. Les variétés qui figurent dans la collection agrumicole de Tlekung sont en mauvais état sanitaire. On dénombre notamment 39 cultivars d'orangers, de nombreux mandariniers, la lime de Palestine, le citronnier Meyer, le bergamottier, etc. Les porte-greffe les plus couramment utilisés sont le **Rough lemon** et le **Japanche citroen** ou Rangpur lime. Les arbres semenciers de la Station de Tlekung hébergent des populations de *D. citri*. Ils sont sévèrement atteints de **greening** et leur production de graine est inexistante (photo 10). Le greening a atteint la collection d'orangers mais semble avoir épargné pour le moment la collection de mandariniers locaux d'introduction plus récente.

### CONCLUSION

Transmis par le psylle asiatique qui continue sa progression dans de nombreuses régions de l'archipel, le **greening** affecte gravement la production agrumicole de l'Indonésie. C'est également tout un précieux patrimoine génétique qui pourrait être menacé à terme.

Les enquêtes épidémiologiques effectuées récemment à l'île de la Réunion ou en Arabie Saoudite ont montré que cette maladie d'origine bactérienne était capable d'anéantir en 7 ou 8 ans, les vergers d'orangers ou de mandariniers (AUBERT et al, 1984 ; BOVE et GARNIER, 1984).

L'effort remarquable des autorités locales pour régénérer certaines lignées de mandariniers par la microgreffe d'apex doit être rapidement doublé de mesures efficaces qui permettraient de juguler l'extension de cette épiphytie par vecteur naturelle. Un pas décisif pourrait être franchi dans ce sens en faisant aboutir un programme de lutte biologique contre l'insecte vecteur. Par ailleurs, une réorganisation des pépinières s'impose, afin de mettre à la disposition des agrumiculteurs des plants garantis indemnes d'organismes infectieux et de vecteurs. Une telle stratégie épidémiologique apparaît la plus rationnelle et la mieux adaptée aux conditions locales. Elle pourrait être mise en oeuvre assez rapidement dans le cadre du **plan de réhabilitation de la citriculture**, et permettrait de sauvegarder certaines richesses naturelles de l'archipel.

7-8 years (AUBERT et al, 1984 ; BOVE and GARNIER, 1984). Indonesian authorities have made an outstanding effort to rejuvenate some mandarin clones by shoot-tip grafting (NAVARRO, 1984). The next step is to implement a new strategy for controlling the psylla vector. We believe that the establishment in Java of a primary ectoparasite like *Tetrastichus radiatus* might significantly reduce the vector populations not only on wild or ornamental Rutaceous plants but also in orchards and nurseries. This project could help the existing mixed intercropped subsistence farming where insecticidal control is beyond the reach of many small farmers.

### BIBLIOGRAPHIE

- AUBERT (B.) et QUILICI (S.). 1984.  
Biological control of the African and Asian Citrus Psyllids (Homoptera : Psylloidea), through Eulophid and Encyrtid Parasites (Hymenoptera : Chalcidoidea) in Reunion Island, p. 100-108.  
in : *Proceedings of the Ninth Conference of the International Organization of Citrus Virologist*. S.M. GARNSEY, L.W. TIMMER and J.A. DODDS Edit.
- AUBERT (B.), SABINE (A.), GESLIN (P.) et PICARD (L.). 1984.  
Epidemiology of the greening disease in Reunion Island before and after the biological control of the African and Asian citrus psyllas.  
*Proceedings of the International Society of Citriculture Sao Paulo Brésil* (sous presse).
- AUBERT (B.). 1985.  
Le greening une maladie infectieuse des agrumes transmise par des Homoptères psyllidés.  
Contribution à l'étude d'une stratégie de lutte.  
*Thèse Université de Bordeaux II*, 200 p.
- BOVE (J.M.) et AUBERT (B.). 1984.  
Report on virus and virus-like diseases of citrus in Saudi Arabia with special reference to citrus greening.  
*Report to the FAO*, 33 p.
- BOVE (J.M.) et GARNIER (M.). 1984.  
Citrus greening and psylla vectors of the disease in the Arabian Peninsula. p. 109-114.  
*Proceedings of the Ninth Conference of the International Organization of Citrus Virologists*, S.M. GARNSEY, L.W. TIMMER and J.A. DODDS edit.
- CAPOOR (S.P.), PAO (D.G.) and VISWANATH (S.M.). 1967.  
*Diaphorina citri* KUWAYAMA, a vector of the greening disease of citrus in India.  
*India J. As. Sci.*, vol. 37, p. 572-576.
- CELINO (C.S.), SALIBE (A.A.) and CORTEZ (R.E.). 1966.  
*Diaphorina citri* KUWAYAMA, the insect vector for the leaf mottle virus of citrus in the Philippines.  
*Bureau of Plant Industry Manila Philippines*.
- CORTEZ (R.E.). 1973.  
Citrus rehabilitation in Central and West Java.  
*Report to the Government of Indonesia*.  
*FAO 86, AGP FF MC/9*, 11 p.
- GARNIER (M.), LATRILLE (J.) et BOVE (J.M.). 1976.  
*Spiroplasma citri* and the organism associated with Greening. Comparison of their envelope systems.  
*Proceedings of the Seventh Conference of the International Organization of Citrus Virologists*, E.C. CALAVAN Ed., p. 13-17.
- GUILLAUMIN (D.). 1980.  
La pratique du microscope électronique à balayage en biologie.  
MASSON, Paris (*Technique de laboratoire n° 3*).
- LAFLECHE (D.) et BOVE (J.M.). 1970.  
Structures de type mycoplasme dans les feuilles d'orangers atteints de la maladie du greening.  
*C.R. Acad. Sci.*, Ser. D 270, p. 1915-1917.

- MICHON (G.), MARY (F.), BOMPARD (J.M.) et LOMBLON (P.). 1984.  
Rapport d'activité de la mission forêt-jardins en Indonésie : juillet 1982 - juillet 1984.  
*Document Ministère de la Recherche et de l'Industrie, Ministère des Relations Extérieures, 20 p.*
- NAVARRO (L.). 1984.  
Use of shoot-tip grafting *in vitro* to support the plan of Citrus rehabilitation in Indonesia.  
*Rapport, 18 p.*
- RUMPHIUS (1750).  
Herbarii amboinense (Amsterdam).  
*Exemplaire de la Bibliothèque du Muséum d'Histoire Naturelle à Paris.*
- SASTRADRADJA (S.) et SOETJIPTO (N.W.). 1984.  
Citrus in Indonesia IBPGR.  
*Bulletin, Regional Committee for Southeast Asia, vol. 8, n° 3, p. 6-8.*
- SWINGLE (W.T.). 1967.  
The botany of Citrus and its wild relatives.  
in : *Citrus Industry, W. REUTHER, N.J. WEBBER and L.D. BATCHELOR Ed., p. 190-430.*
- THROWER (L.B.). 1959.  
Report to the Government of Indonesia on horticultural production and research.  
*FAO/ETAP, Report 1029, FAO, Rome.*
- TIRTAWIDJAJA (S.). 1964.  
Citrus vein phloem degeneration virus, a possible cause of Citrus chlorosis in Java.  
*Dissertation BOGOR Inst. of Agr. Indonesia.*
- TIRTAWIDJAJA (S.), NASLI (E.) and HIDAJAT (R.). 1984.  
Identification of CVPD in the nursery.  
*Citrus Symposium Batu, nov. 1984.*



## Un répertoire pour connaître les produits antiparasitaires distribués en Afrique

L'Index phytosanitaire (France-Afrique méditerranéenne et tropicale) vient d'être réédité par l'Association de Coordination Technique Agricole (ACTA).

Ce répertoire analytique des matières actives pour la protection des cultures comprend deux parties :

D'une part l'Index phytosanitaire concernant les produits et spécialités commerciales homologués selon la législation française (2 100 spécialités décrites).

D'autre part le répertoire des pesticides distribués dans les pays africains qui peuvent ne pas être en conformité avec la réglementation française (plus de 1 000 produits commerciaux répertoriés).

Plusieurs classements alphabétiques des spécialités et des matières actives permettent de trouver rapidement la composition, la description des produits distribués (insecticides, fongicides, herbicides, associations, produits divers), le nom et l'adresse des firmes distributrices, etc.

Ces renseignements sont précédés pour chaque matière active répertoriée dans la partie «française» d'informations sur les propriétés, les conditions d'emploi, la toxicité, etc.

La partie «cultures tropicales et méditerranéennes» comportant des sous-titres en anglais pour les têtes de chapitres et divers intitulés de rubriques, a été réalisée grâce à la participation des experts phytosanitaires du GERDAT (Groupement d'Etudes et de Recherches pour le Développement de l'Agronomie Tropicale) et des Instituts de recherche qui le composent.

Cette édition 1985 par la valeur des informations actualisées qu'elle rassemble est l'ouvrage de référence répondant aux demandes croissantes des ingénieurs, techniciens et utilisateurs des produits phytosanitaires préoccupés par la protection des productions agricoles tropicales.

ACTA-PUBLICATIONS - 149, rue de Bercy - 75595 PARIS CEDEX 12.

Prix de vente en France : 98 FF TTC Franco. (référence au catalogue B 203).

A l'étranger : 91,59 FF hors taxes (expédition avion sur demande en sus après règlement sur facture pro-forma).