

# Insectes vecteurs

---

Dominique Mariau

**D**es maladies de toute nature sont transmises ou favorisées par les insectes. Ils sont indispensables dans le cas de maladies à agents pathogènes intraphloémiques : les phytoplasmes, certains virus, les bactéries et les trypanosomatides. Les insectes peuvent jouer un rôle dans la vexion ou dans le développement d'autres organismes tels que les nématodes, voire les champignons. A la suite de leur acquisition par l'insecte après une piqûre alimentaire, certains de ces organismes transitent par l'intestin pour gagner les glandes salivaires, c'est la transmission selon le mode persistant. Ils peuvent alors se multiplier et subir des transformations dans le corps de l'insecte. Les insectes peuvent aussi être de simples vecteurs accidentels non spécifiques et non obligatoires à la transmission de la maladie, le mode est alors non persistant. C'est ainsi que bon nombre d'insectes piqueurs ou broyeurs ont été soupçonnés d'être des vecteurs, par voie purement mécanique, de la maladie du cocotier de type viroïde dite de *cadang-cadang* aux Philippines bien qu'on n'en ait aucune preuve formelle. On sait, en revanche, que les dégâts mécaniques d'insectes piqueurs ou broyeurs permettent le développement d'un champignon foliaire du palmier à huile. Enfin, des insectes très variés peuvent être responsables du simple transport d'organismes pathogènes d'une plante ou d'un organe malade à une plante saine. Ces insectes véhiculent ainsi des champignons et des nématodes. La mise en évidence puis l'étude de ces divers vecteurs sont d'une grande importance car, dans la majorité des cas, ils entrent dans la politique générale de lutte contre ces maladies.

## Les maladies de type viral

### Le dépérissement foliaire du cocotier

Le dépérissement foliaire du cocotier, qui, à l'exception des variétés locales, affecte à des degrés divers tous les cocotiers introduits au Vanuatu, n'est connu que dans cet archipel. Parmi les hypothèses de travail, celle d'un agent pathogène transmis par un insecte avait été retenue.

L'étude de la faune entomologique des feuilles du cocotier de l'archipel a permis de mettre en évidence un homoptère (*Fulgoroidea*, *Cixiidae*) presque uniquement présent dans les foyers de maladie, où il représentait au moins 90 % des homoptères observés (JULIA, 1982). Cette constatation permettait déjà de suspecter fortement cet insecte d'être impliqué dans la vection de la maladie.

Cet insecte a été ensuite introduit en cage *insect proof* afin d'avoir une preuve directe de son rôle. Dans ces conditions expérimentales, plus de 90 % de plants ont été affectés par la maladie, alors que des plants ayant reçu tous les autres insectes, introduits en mélange dans d'autres cages, sont restés indemnes.

Cet essai, confirmé par d'autres expérimentations, démontrait clairement le rôle de cet homoptère *Cixiidae* dans la transmission de l'agent pathogène, qui, à l'époque, n'avait pas encore été caractérisé. L'insecte a été identifié comme appartenant au genre *Myndus*, déjà impliqué dans la vection du jaunissement mortel du cocotier. L'espèce était nouvelle : *M. taffini* Bonfils. D'une longueur de 3 à 4 millimètres, les ailes recouvrent largement l'abdomen et la tête porte une carène double (photo 95).

Il est apparu que les foyers de maladie se développaient plus particulièrement sur les bordures de plantation lorsqu'elles étaient occupées par des bosquets d'*Hibiscus tiliaceus*, appelé localement *bourrao*. Des observations réalisées dans le système racinaire ont permis de mettre en évidence les larves de *M. taffini*, qui n'ont été détectées que dans ce milieu particulier alors que les adultes n'ont été signalés que sur les feuilles de cocotier. Cet *Hibiscus*, très largement planté, sert de haie vive pour la délimitation des parcelles. L'élimination de cette plante entraîne la disparition de l'insecte et, par conséquent, celle de la maladie lorsque la cocoteraie est réalisée avec du matériel végétal introduit. Lorsque l'extirpation de l'*Hibiscus* n'est pas possible, seule l'utilisation de matériel végétal tolérant permet de lutter contre la maladie.

## La pourriture sèche du cœur du cocotier

La pourriture sèche du cœur du cocotier se développe essentiellement sur des jeunes cocotiers de pépinière en Afrique de l'Ouest. L'agent étiologique, qui n'a pas été identifié, est très probablement d'origine virale au vu des symptômes. Contrairement à la maladie du dépérissement foliaire du cocotier, il n'était pas aisé de suspecter un insecte plutôt qu'un autre par la seule observation de la faune présente sur les cocotiers de pépinière dans la mesure où il n'y avait pas de zones préférentiellement affectées. On a donc procédé à des introductions systématiques d'insectes, vecteurs potentiels de la maladie par famille, par genre, puis par espèce (JULIA, 1982 ; JULIA et MARIAU, 1982).

C'est ainsi qu'il a été possible de préciser successivement la famille *Delphacidae*, le genre *Sogatella*, et les espèces *S. kolophon* Kirkaldy et *Tagosodes cubanus* (Crawford) ; (photo 96). Une troisième espèce du même genre n'a pas permis, après introduction en cage, de reproduire la maladie.

Dans une cage, il a été introduit une moyenne supérieure à 200 individus par plant. Malgré ce nombre très important, le taux de jeunes cocotiers affectés a été largement inférieur à 100. On en conclut que seuls quelques individus sont capables de transmettre la maladie. Les expérimentations conduites à différentes époques permettent de penser que le taux d'insectes vecteurs est variable dans le temps. Des introductions d'insectes réalisées pendant de courtes périodes ont permis d'estimer la période d'incubation à une cinquantaine de jours.

L'incidence de la maladie est très variable d'une année à l'autre, ces variations sont probablement liées en partie aux fluctuations des populations des vecteurs. Ce n'est cependant pas le seul facteur car il n'a pas été possible d'établir à différentes périodes de corrélation entre le nombre d'individus et le taux de maladie obtenu. Ces observations montrent clairement que l'insecte transmet bien un agent pathogène et que la maladie ne peut être liée à l'action d'une toxine salivaire.

La lutte contre la maladie passe tout naturellement par la lutte contre les vecteurs. La réduction des populations de *Sogatella* peut être obtenue en éliminant les graminées hôtes des insectes aux stades larvaires dans la pépinière et à proximité. Des traitements à l'aide d'un insecticide systémique sous forme de granulés épandus dans le sac permettent de compléter l'effet du désherbage.

## La maladie des taches annulaires du palmier à huile

Bien qu'il n'ait pas été identifié, l'agent étiologique de la maladie américaine dite des taches annulaires est probablement, compte tenu des symptômes, d'origine virale. Le développement de cette maladie paraît très lié à celui de certaines graminées (DZIDO *et al.*, 1978) et notamment de *Panicum maximum* Jacq., l'herbe de Guinée. Sur une plantation de 2 ans en Equateur, l'incidence

de la maladie a atteint 90 % dans une zone envahie par cette graminée. L'élimination systématique de celle-ci a eu pour conséquence une réduction spectaculaire des taux de maladie. Dans une zone voisine presque totalement recouverte par *Penisetum purpureum* Schum. et Thonn., le taux de maladie a été inférieur à 5 %. D'autres graminées peuvent être associées à la maladie. C'est ainsi qu'au Pérou, dans une zone fortement affectée, *Paspalum virgatum* L. avait pris un développement très important.

Le transfert de jeunes plants de palmier à huile dans des sacs en plastique dans une zone sensible pendant quelques mois permet d'obtenir un taux de maladie très significativement supérieur à celui de plants restés en permanence dans un secteur indemne de maladie. L'expérimentation n'a pu être poussée plus avant mais tout laisse à penser qu'une ou plusieurs espèces d'insecte sont impliquées dans la vexion de la maladie des taches annulaires. Là encore, l'élimination des graminées responsables constitue le meilleur moyen de lutte.

### Le *swollen shoot* du cacaoyer

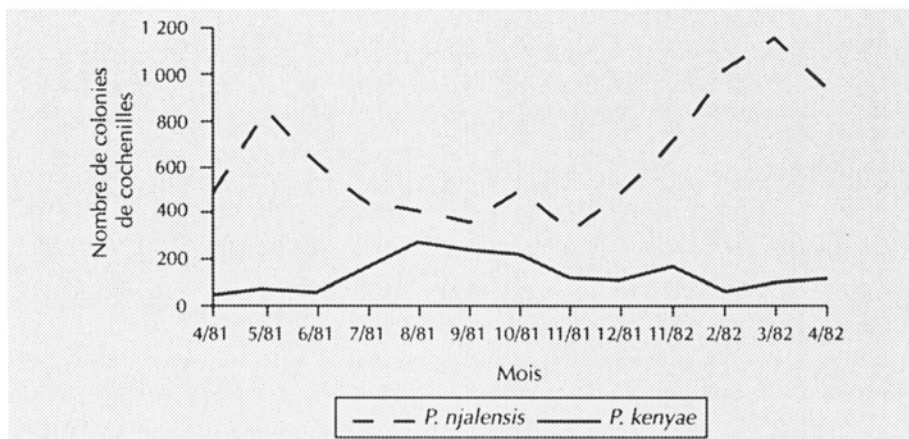
La maladie d'origine virale du *swollen shoot* est importante pour les cacaoyères de certains pays d'Afrique de l'Ouest (voir le chapitre Symptomatologie et incidence économique). C'est principalement au Togo que les entomologistes du Cirad ont étudié les insectes vecteurs de cette maladie. Ces vecteurs avaient préalablement été étudiés au Ghana et reconnus comme appartenant à la seule famille des *Pseudococcidae* ou cochenilles farineuses (POSNETTE et STRICKLAND, 1948). Dix espèces ont été inventoriées au Togo (DUFOUR, 1991). A l'exception de *Maconellicoccus ugandae* (Laing), les autres espèces se sont révélées capables de transmettre la forme Agou 1 du virus. L'espèce *Delecoccus tafoensis* (Strick) n'a pu cependant être testée en raison de son extrême rareté. Cette espèce s'était cependant révélée vectrice de la forme New Juaben au Ghana.

L'importance relative des différentes espèces est beaucoup plus liée à des conditions édaphoclimatiques et à l'ombrage (naturel ou auto-ombrage) des cacaoyères qu'à l'âge des arbres (tableau 1 ; DUFOUR, 1991). *Pseudococcus coccoides* domine fortement les autres espèces sous un ombrage important alors que *P. citri/kenyae*, *T. westwoodi* et *M. ugandae* prennent le pas en cas de faible ombrage.

Ces variations sont en parfaite relation avec celles qui ont été mises en évidence précédemment par NGUYEN BAN (1984). Cet auteur a étudié les fluctuations de populations de différentes espèces en fonction de la pluviométrie. Le cycle évolutif de *P. kenyae* comprend, au long de l'année dans la région de Kloto au Togo, une longue période d'activité, qui s'étend pendant tout le dernier semestre (photo 97). En jeune plantation, à Agou Etoe, cette période d'activité est précédée de deux pics de pullulation situés respectivement en janvier et en mars-avril (date de la reprise des pluies). Ces

Tableau 1. Importance des différentes espèces de *Pseudococcidae* vectrices du *swollen shoot* en fonction du milieu.

Parcelles	1	2	3	4
Age	4 ans	4 ans	14 ans	14 ans
Ombrage	naturel dense couvert discontinu	naturel faible couvert discontinu	naturel dense couvert continu (auto-ombrage)	sans ombrage couvert continu (auto-ombrage)
Nombre de cacaoyers observés	232	193	53	56
Nombre moyen d'individus par arbre	30,28	2,7	12,66	39,36
Espèces observées (en taux de présence)				
<i>Planococcoides njalensis</i> (Laing)	93,2	5,4	80,1	84,3
<i>Planococcus citri</i> (Risso) et <i>P. kenyae</i> (Le Pel.)	4,4	40,3	11,8	12,3
<i>Ferrisia virgata</i> (Ckll.)	1,4	3,8	7,5	3,3
<i>Pseudococcus longispinus</i> (Targ. Tozz.)	0,4	1,0	0,4	0,1
<i>Phenacoccus hargreavesi</i> (Laing)	0,02	0,2	0,1	0,01
<i>Tylococcus westwoodi</i> Strick	0,4	22,9	0	0
<i>Maconellicoccus ugandae</i> (Laing)	0,05	26,4	0	0
<i>Dysmicoccus brevipes</i> (Ckll.)	0,03	0	0,01	0
<i>Delococcus tafaensis</i> (Strick)	0	0	0,03	0

Figure 1. Dynamique des populations de *P. njalensis* et *P. kenyae* pour 25 arbres à Tové (d'après NGUYEN BAN, 1985).

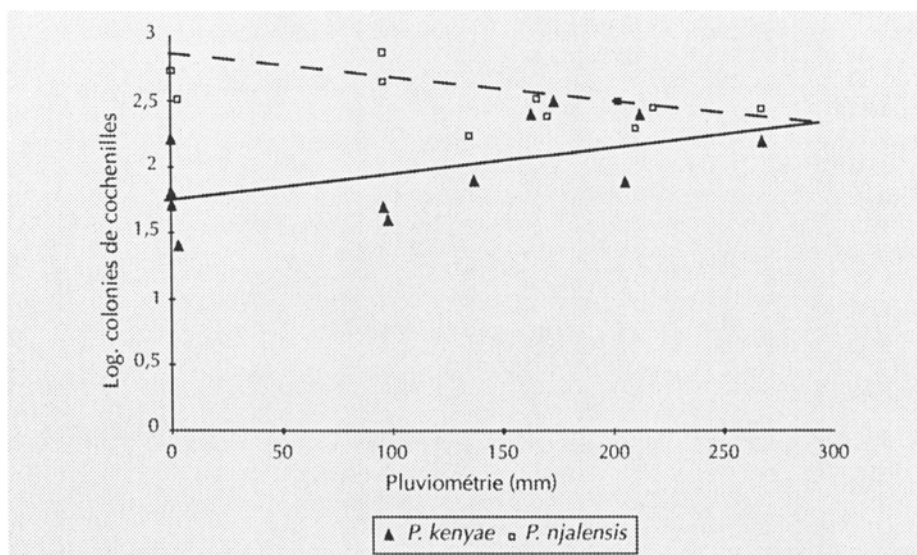


Figure 2. Corrélations entre les nombres de colonies de cochenilles et la pluviométrie à Tové (d'après NGUYEN BAN, 1984).

périodes d'activité sont séparées par des séquences de repos, dont les durées varient en fonction des saisons (figure 1). La pluviométrie semble être déterminante dans les variations du cycle de développement de cette espèce et les corrélations positives ont pu être mises en évidence entre les précipitations mensuelles et le nombre d'individus présents deux mois plus tard en jeune cacaoyère ( $r = 0,793$ ) et en plantation adulte ( $r = 0,624$ ) (figure 2). La pluviosité se comporte à l'inverse comme un facteur limitant pour l'espèce *P. njalensis*. Cette espèce se reproduit activement au cours du premier trimestre de l'année (période sèche) alors que les populations les plus faibles se situent entre juillet et novembre. La droite de régression montre bien une corrélation négative significative ( $r = -0,694$ ) avec la pluviométrie.

Ces cochenilles sont attaquées par un certain nombre de parasitoïdes appartenant à la famille des *Encyrtidae* (*Hymenoptera*) (DUFOUR, 1991). La principale espèce s'attaquant à *P. njalensis* est *Neodiscodes abengourou* (Risbec), tandis que les espèces du groupe *P. citri/kenyae* sont principalement parasitées par *Leptomastix bifasciata* Compere. Plusieurs prédateurs se nourrissent au détriment des cochenilles comme des *Cecidomyiidae* (*Diptera*) et des *Coccinellidae* (*Coleoptera*). Enfin, diverses espèces de fourmis vivent en association avec ces cochenilles, se nourrissant de leur miellat et les protégeant, ce qui favorise leur multiplication. Il a été répertorié 39 espèces de fourmis au Togo mais seul un petit nombre d'entre elles sont fréquemment présentes, parmi lesquelles plusieurs espèces des genres *Crematogaster* et *Pheidole* (DUFOUR, 1991).

Il est possible de protéger les jeunes cacaoyers à l'aide de traitements chimiques par pulvérisation ou par badigeonnage du collet. Appliqué en badigeon, le monocrotophos 40 peut assurer une protection des jeunes plants



contre les invasions de cochenilles pendant une période allant de trente à cinquante jours (NGUYEN BAN, 1982). Sur le cacaoyer adulte, la lutte chimique devient beaucoup plus aléatoire et irréaliste.

On a vu dans le chapitre Résistance variétale que seule la sélection du matériel végétal permettra d'apporter une solution réellement satisfaisante dans le domaine de la lutte contre cette maladie, les tests de sensibilité pouvant être pratiqués grâce à l'utilisation des cochenilles.

En attendant la mise à disposition de ce matériel, certaines pratiques culturales peuvent être recommandées en accompagnement à l'élimination des cacaoyers virosés :

- éliminer les plantes hôtes du virus, qui sont des plantes arbustives, *Ceiba pentandra* par exemple, ou herbacées, comme *Commelina erecta* ;
- planter autour d'une parcelle de cacaoyers 2 à 3 lignes de caféiers ;
- dans le jeune âge, lutter contre les cochenilles à l'aide d'insecticides systémiques.

Des résultats encourageants ont été obtenus avec ces différentes techniques (PAULIN *et al.*, 1993).

## La tristezza des agrumes

Dix espèces de pucerons ont été décrites comme étant capables de transmettre le *citrus tristezza virus* (Ctv). Cependant, quatre de ces pucerons — *Toxoptera citricidus* (Kirkaldy), *T. aurantii* Boyer de Fonscolombe, *Aphis gossypii* Glover et *Aphis spiraecola* Patch — semblent jouer un rôle prédominant en tant que vecteurs de la maladie. Le *citrus tristezza virus* est transmis sur le mode semi-persistant, c'est-à-dire que les pucerons ne deviennent infectieux qu'après une période d'alimentation sur une plante virosée de plusieurs dizaines de minutes (optimum de 24 heures). Par ailleurs, le pouvoir infectieux est perdu après 24 heures d'alimentation sur une plante saine ainsi qu'après la mue.

*A. gossypii*, *A. spiraecola* et *T. aurantii* sont très polyphages et ont une répartition mondiale. Leur efficacité dans la transmission du *citrus tristezza virus* est nettement moindre que celle de *T. citricidus*. Cependant, *A. gossypii* (photo 98) assure une dissémination importante des souches sévères du *citrus tristezza virus* dans les régions où *T. citricidus* est absent, comme en Espagne, en Californie ou en Israël.

*T. citricidus*, le puceron brun des agrumes (photo 99), est le vecteur possédant la plus forte efficacité intrinsèque de vection avec un taux individuel de transmission de l'ordre de 20 %. Son aire de répartition est vaste et continue de s'étendre, notamment en Amérique, où il s'est propagé le long de l'Arc caraïbe pour atteindre la Floride en 1996. Détecté pour la première fois à la Martinique en 1991, l'explosion de la maladie observée dans l'île entre 1994 et 1995 est la conséquence de l'introduction de cette espèce (LECLANT *et al.*, 1992). On la trouve aujourd'hui dans la plupart des zones agrumicoles. Seuls

les pays du pourtour méditerranéen et la côte est des Etats-Unis en demeurent exempts. Cependant, *T. citricidus* est présent sur les îles de Madère et à Hawaii.

A la différence des autres vecteurs, le puceron brun des agrumes est oligophage et fortement inféodé aux *Rutaceae*. Les colonies se développent principalement le long des tiges des jeunes pousses. La dynamique des populations de *T. citricidus* est donc fortement corrélée au rythme des poussées végétatives des agrumes. Par ailleurs, dans les régions tropicales où *T. citricidus* est présent, ses populations sont largement dominantes par rapport aux autres espèces colonisant les agrumes. Ainsi à la Réunion, des colonies de pucerons bruns peuvent être observées tout au long de l'année et des niveaux élevés d'infestation sont constatés au moment de l'émission de jeunes pousses sur les agrumes (ROCHAT, 1995 ; figure 3). La combinaison d'une forte efficacité intrinsèque de transmission du *citrus tristeza virus* et d'une nette préférence alimentaire pour les espèces hôtes du virus (*Citrus* notamment) font de *T. citricidus* le plus redoutable des vecteurs de la *tristeza*. Dans les conditions de l'île, où la majorité des agrumes cultivés sont virosés, des parcelles plantées indemnes sont totalement recontaminées dans des délais allant de 9 à 33 mois, suivant les parcelles.

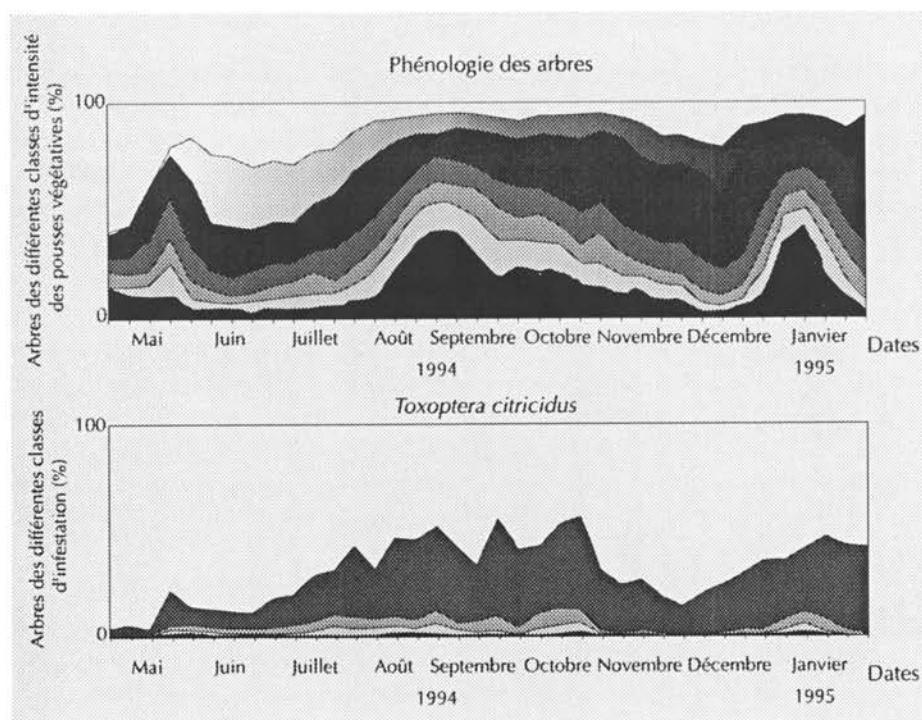


Figure 3. Dynamique des populations de pucerons sur agrumes à l'île de la Réunion (d'après ROCHAT, 1995).

Les niveaux de gris sont liés aux classes d'intensité pour les poussées végétatives et aux classes d'infestation pour *Toxoptera citricidus*.



De nombreux ennemis naturels (parasitoïdes, prédateurs et entomopathogènes) de *T. citricidus* ont été recensés dans le monde. Leur capacité à diminuer les pullulations de cette espèce semble cependant faible. Une influence sensible du paillage a pu être mise en évidence sur le taux d'infestation des agrumes par *T. citricidus* permettant de différer la contamination des plants par le *citrus tristeza virus* (GRISONI et RIVIÈRE, 1997). Toutefois, cette technique est insuffisante pour protéger durablement les jeunes vergers. On a vu que la sélection de porte-greffes résistants et l'utilisation d'isolats prémunisants constituent les techniques de lutte contre cette maladie.

## Les maladies à phytoplasme

### Le jaunissement mortel du cocotier

Le jaunissement mortel du cocotier est lié au développement d'un phytoplasme. Cette importante maladie se manifeste dans deux aires géographiques bien distinctes : dans la zone caraïbe, d'une part, et en Afrique, d'autre part. Dans la première, l'homoptère *Cixiidae Myndus crudus* Van Duzee a été identifié comme vecteur de la maladie (HOWARD *et al.*, 1983).

En Afrique de l'Ouest, il a été observé sur le cocotier un autre *Cixiidae* (TAFFIN et FRANQUEVILLE, 1989), identifié par la suite comme étant *M. adiopodoumeensis*. Fortement suspecté d'être le vecteur de la maladie dans cette région, cet homoptère a fait l'objet d'une étude approfondie (DERY *et al.*, 1996). L'utilisation de pièges englués disposés dans la couronne des cocotiers a permis d'étudier la dynamique des populations des différentes espèces d'homoptères fréquentant le feuillage des cocotiers. Il apparaît que les populations de *M. adiopodoumeensis* sont sensiblement plus faibles en période sèche (figure 4). On a constaté par ailleurs qu'elles étaient plus de trois fois plus

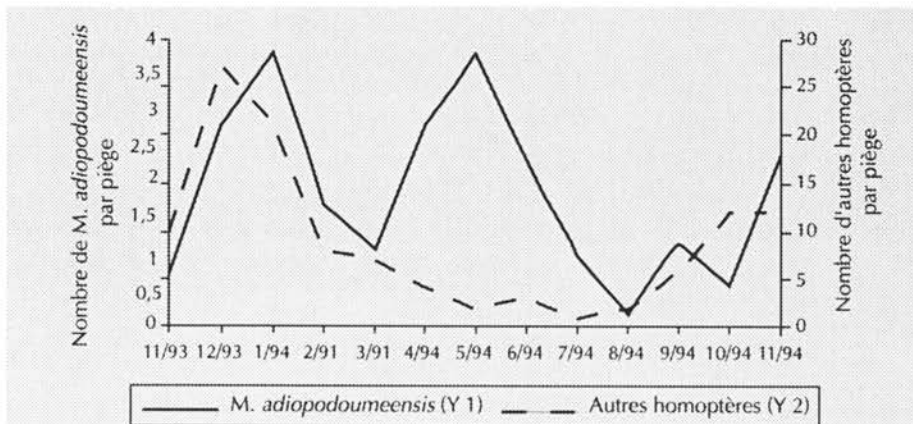


Figure 4. Fluctuations annuelles des populations d'homoptères sur cocotier (d'après DERY *et al.*, 1996).

importantes sur des plantations infestées par la maladie et en début de gradation que sur des parcelles saines alors que les populations sont inversées pour les autres espèces d'homoptères. Toutes ces espèces confondues sont en effet 1,3 fois plus importante en zone saine. Ces observations sont en faveur de l'hypothèse selon laquelle *M. adiopodoumeensis* est le vecteur ou un vecteur du jaunissement mortel en Afrique de l'Ouest. Les nymphes de ce *Cixiidae* peuvent se développer dans le système racinaire d'un grand nombre de plantes herbacées parmi lesquelles *Pennisetum polystachion* L. Schult, *Paspalum scrobiculatum* L., cette dernière étant la plus fréquente. *Rottboellia cochinchinensis* (Lour et Clayton) est également un hôte important avec *Panicum maximum* Jacq. (famille des *Poaceae*) et *Mariscus cylindristachyus* Stendel (*Cyperaceae*).

Des essais de reproduction de la maladie en cage par l'introduction d'un grand nombre de *M. adiopodoumeensis* n'ont pas été parfaitement concluants. Il faut cependant se souvenir que les chercheurs de la zone caraïbe ont toujours rencontré les plus grandes difficultés pour reproduire la maladie et n'ont obtenu que quelques cas de maladie. Contrairement à bien des maladies décrites dans ce chapitre, la lutte contre le jaunissement mortel ne pourra pas passer par la lutte contre le vecteur. Des injections répétées de tétracycline dans le stipe permettent de guérir les cocotiers en tout début de symptôme ou de prévenir la maladie. Cette méthode a pu être utilisée, comme en Floride, pour sauver les palmiers ornementaux mais ne peut être retenue comme méthode de lutte en cocoteraie. Ce n'est que par la sélection d'un matériel végétal tolérant qu'une solution pourra être trouvée.

## Le *blast*

Le *blast*, maladie capable d'anéantir des pépinières de palmier à huile en Afrique de l'Ouest, peut être efficacement contrôlé par la mise en place d'un ombrage pendant la période de développement de la maladie. On pensait que la modification des conditions climatiques sous ombrage empêchait le développement d'un organisme (BACHY, 1958). La mise en place d'importants programmes de plantation rendait de plus en plus difficile la réalisation de pépinières ombragées sur des dizaines d'hectares. C'est la raison pour laquelle les recherches ont été reprises dans les années 70.

Dans un premier temps, on a procédé à des essais pour tenter de soustraire les plants à la maladie, soit en mettant des plants dans des cages de modèles variés, soit en utilisant un ombrage à différents moments de la journée (RENARD *et al.*, 1975).

Les cages entièrement fermées assurent une protection quasi totale. La protection reste très bonne avec des cages sans toit de mousseline donc sans aucun ombrage. C'est curieusement l'ombrière posée la nuit qui est la plus efficace, les ombrages en début et en fin de journée présentent également une certaine

efficacité. Cette expérimentation permettait de formuler l'hypothèse selon laquelle la maladie du *blast* était transmise par des insectes et que ces insectes se déplaçaient de nuit jusqu'au début de la matinée et à partir du crépuscule, le seul ombrage réduisant considérablement les vols de ces insectes vers les plants.

L'expérimentation finale consistait à reproduire la maladie avec une ou plusieurs espèces, la difficulté étant qu'environ 200 espèces d'hémiptères fréquentaient les plants en pépinière. Comme pour la maladie de la pourriture sèche du cocotier, on a procédé à différents types d'introduction de la famille, puis du genre, d'un groupe d'espèces et jusqu'à l'espèce. Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau 2.

Tableau 2. Taux de *blast* obtenus avec différents homoptères.

Insectes introduits	Taux de maladie (%)
Hémiptères en mélange	98 et 84
Petites jassides en mélange (20 espèces)	64 et 94
Grandes jassides bleues	0
Petites jassides vertes et jaunes	0
Petites jassides grises ( <i>Recilia mica</i> )	92

Cette expérimentation a donc permis de mettre en évidence le rôle de *Recilia mica* Kramer dans la transmission de la maladie (photo 100). Les premiers cas apparaissent deux semaines après les premières introductions, ce qui représente la période d'incubation du *blast* (DESMIER DE CHENON, 1979). D'autres espèces existent : *R. colabra* Kr et *R. canga* Kr impossibles à différencier lors des introductions mais seule l'espèce *R. mica* est en nombre important et présente en période de développement de la maladie. Différentes espèces de graminées sont les plantes hôtes de ces insectes.

Pour étudier la dynamique des populations de l'insecte et son pouvoir de transmission de la maladie, des prélèvements ont été effectués sur les graminées, selon des conditions constantes toute l'année et les insectes prélevés ont été introduits dans des cages (FRANQUEVILLE *et al.*, 1991). C'est pendant la saison favorable au développement de la maladie, d'octobre à janvier, que les insectes sont les plus nombreux (figure 5). Pendant une période de l'année (mai-juin), les insectes ne peuvent transmettre la maladie mais ce n'est pas nécessairement en période favorable (en octobre et en novembre) que *R. mica* est le mieux apte à transmettre l'agent pathogène. Des plants de palmier sont restés sains bien qu'ils aient été soumis aux piqûres de centaines d'individus, ce qui permet de penser que les individus capables de transmettre la maladie sont en faible nombre. On a également remarqué que la transmission de la maladie était mieux assurée par les mâles (54 %) que par les femelles (35 %). Il apparaît enfin que les jeunes plants de 4 feuilles sont plus sensibles à la maladie (95 %) que les plants plus âgés ayant 8 feuilles (45 %).

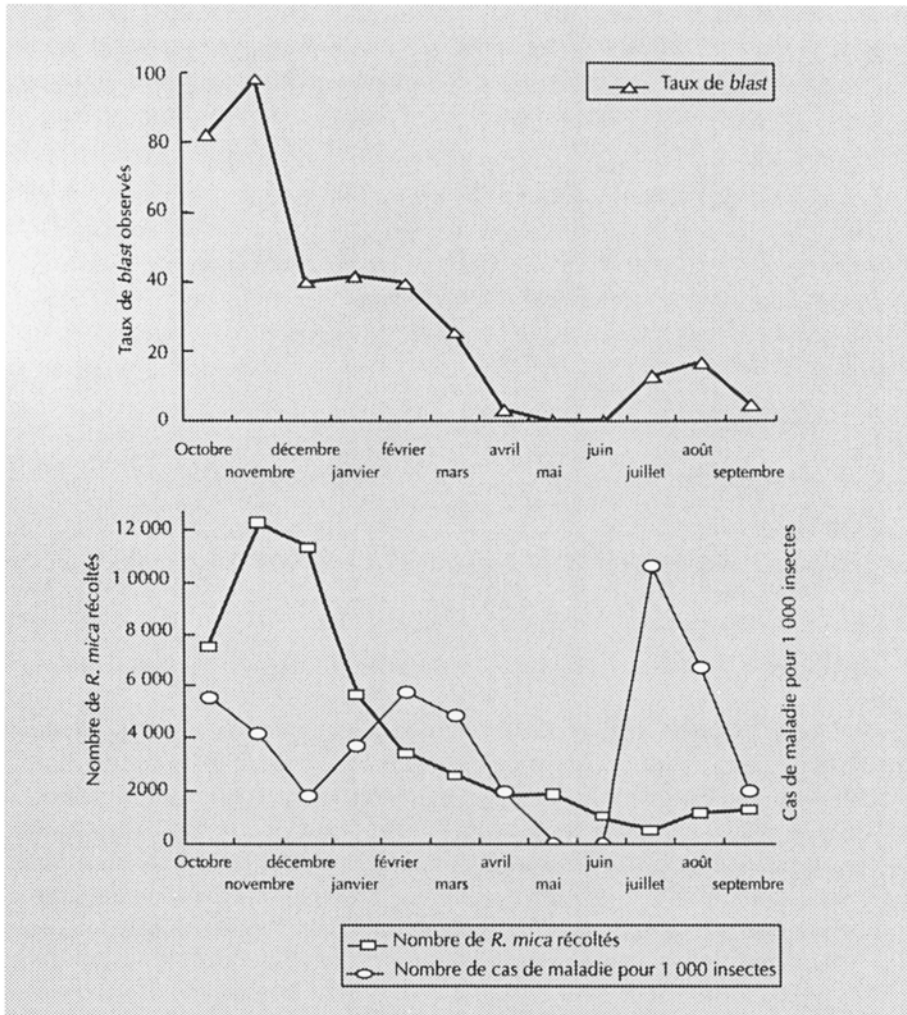


Figure 5. Incidence du blast du palmier à huile en fonction du temps et des Recilia (d'après FRANQUEVILLE et al., 1991).

Insecticide et dose	Taux de maladie observée (%)
aldicarb 0,2 g/plant	10
oxamyl 0,2 g/plant	30
metamidophos 0,2 g/plant	15
omethoate 0,2 g/plant	17,5
Témoin	100

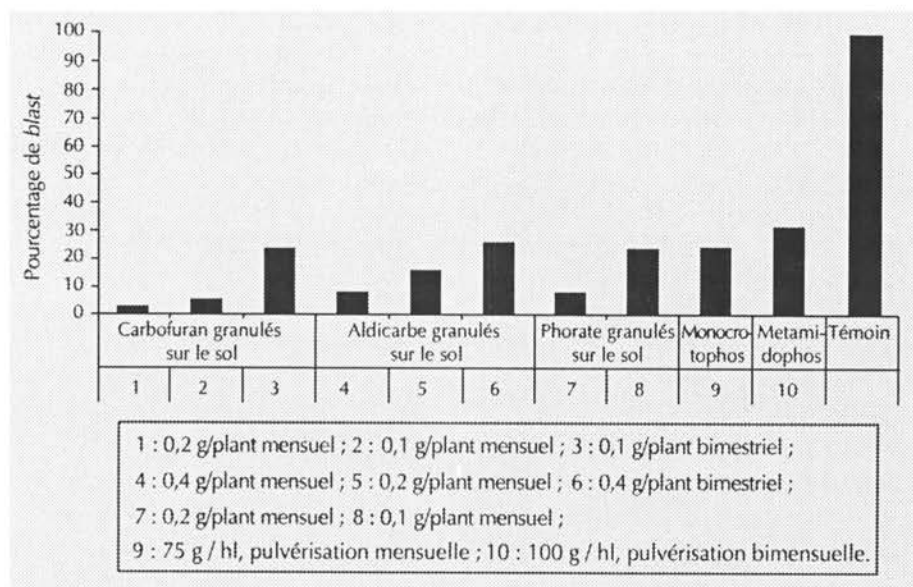


Figure 6. Efficacité de divers insecticides contre le vecteur du blast (d'après DESMIER de CHENON et al., 1977).

A la suite de ces diverses expérimentations, il a été possible de mettre au point une méthode de lutte contre la maladie dirigée contre le vecteur en remplacement de l'ombrière souvent difficile à réaliser et qui perturbe sensiblement le développement du plant. Les introductions d'insectes en cage permettent de tester rapidement l'efficacité de divers insecticides avec une forte pression de maladie (tableau 3).

En condition réelle de traitement, les résultats sont résumés sur la figure 6 (DESMIER de CHENON *et al.*, 1977). La lutte contre ces insectes peut également être complétée par l'élimination des graminées dans la pépinière et dans son voisinage. Une parcelle isolée par 50 mètres environ de légumineuses pures est restée quasiment indemne d'attaque de *blast*.

Cette maladie, longtemps attribuée à l'action d'un complexe de champignons, est donc liée à un organisme de type phytoplasme (voir le chapitre Agents pathogènes) transmis par les insectes. Ces recherches ont permis de mettre au point une méthode de lutte efficace et bien adaptée.

## Les maladies à *Phytoplasmas*

En Amérique latine, les palmiers à huile atteints de *marchitez* et les cocotiers affectés par le *hartrot* contiennent, dans leurs tubes criblés, des *Trypanosomatidae* du genre *Phytoplasmas*. Ces organismes sont connus comme étant



transmis par des punaises. Les recherches se sont donc portées sur ce type de vecteurs (DESMIER de CHENON, 1984). De jeunes palmiers récemment affectés par la maladie en Amazonie équatorienne ont été disséqués. Il a été systématiquement observé, à l'aisselle des feuilles, des populations parfois importantes, de 100 à 200 individus, appartenant au genre *Lincus* et à l'espèce *L. lethifer* Dolling (photo 101).

D'autres observations ont permis de suspecter fortement ces punaises d'être à l'origine de la transmission de l'agent pathogène. Cette hypothèse a pu être ensuite confirmée en réalisant des introductions de l'insecte dans une cage *insect proof* (PERTHUIS *et al.*, 1985). En Guyane, avec un mélange de trois espèces de *Lincus*, *L. croupius* Rolston, largement dominant *L. appolo* Dolling et *L. dentiger* Breddin, on a obtenu des résultats similaires (LOUISE *et al.*, 1986).

Les œufs de *L. lethifer* sont pondus par groupe de 16 à 18. Après une période d'incubation de 7 à 9 jours, ils donnent naissance à de jeunes nymphes de 2 millimètres de longueur. Après 5 stades, la dernière mue libère un adulte de 10 millimètres de longueur de couleur brun noir avec des points jaunes sur le thorax et sur le scutellum. La durée totale du cycle de développement est de 3 à 3,5 mois. Des observations réalisées sur le cocotier ont montré que plus de 80 % de la population se trouve sur l'aisselle des 7 plus vieilles feuilles, là où s'accumulent des débris végétaux se transformant en un humus favorable au maintien d'une humidité élevée, qui, avec l'obscurité, constituent un milieu tout à fait favorable au développement de l'insecte.

D'autres espèces de *Lincus* existent en Amérique du Sud. C'est ainsi que les espèces suivantes ont été observées sur le palmier et sur le cocotier : *L. vandoesburgi* Rolston et *L. lamelliger* Breddin, au Suriname et en Guyane ; *L. lobuliger* Breddin et *L. spathuliger*, au Brésil ; *L. tumidifrons* Rolston, au Venezuela et en Colombie ; *L. spurcus* Rolston, au Pérou (DOLLET *et al.*, 1993). D'autres espèces ont été observées sur divers palmiers, notamment du genre *Astrocaryum*.

Le genre *Lincus* n'est cependant pas présent partout. Sur une plantation de cocotier de l'Etat du Pará, au Brésil, il a été mis en évidence un *Pentatomidae* d'un genre voisin : *Ochlerus* (MARIAU, 1985a). Cet insecte a été introduit en cage contenant des cocotiers de type Nain Jaune Malaisie. Quelques mois plus tard, les premiers cas de maladie se sont manifestés (RENARD, 1987).

Alors que l'on ignorait encore tout de l'agent étiologique comme d'un éventuel vecteur, et pour faire face à une explosion catastrophique de la maladie dans plusieurs plantations d'Amérique latine, on a procédé à des traitements préventifs du système racinaire avec des insecticides à forte rémanence, la chenille mineuse des racines *Sagalassa valida* Walker ayant été à l'époque, à tort, mise en cause (LOPEZ *et al.*, 1975). Ces traitements ont eu un effet spectaculaire entraînant une diminution très importante des cas de maladie.

Sur l'une de ces plantations, on relevait, avant le traitement, plusieurs centaines de cas par mois, le nombre se réduisait à quelques dizaines trois mois



après le début de l'intervention. Un résultat similaire a été obtenu sur le cocotier en Guyane avec un organochloré pulvérisé sur les sites de développement des *Lincus* (LOUISE *et al.*, 1986). Des essais réalisés avec la deltaméthrine à la dose de 2 grammes par hectolitre ont également donné des résultats proches de 90 % de mortalité. En complément à la lutte chimique, des techniques culturales défavorables au vecteur peuvent être adoptées. Ainsi on a remarqué, au Brésil, que la maladie se développait principalement en bordure forestière, zone de provenance d'*Ochlerus* (RENARD, 1987). Le maintien très propre de ces zones de bordure concourait à la diminution des populations du vecteur. On avait de plus noté que les insectes gagnaient principalement la couronne des cocotiers par l'intermédiaire des feuilles basses en contact avec le sol. L'élagage des cocotiers a permis de réduire sensiblement l'impact de la maladie. C'est donc grâce à la combinaison d'une méthode de lutte chimique contre le vecteur, appliquée dans les foyers de développement de la maladie, et de techniques culturales appropriées qu'il est possible de contrôler efficacement les maladies à *Phytomonas*.

## Les maladies à champignon

Les insectes peuvent véhiculer passivement les spores de nombreux champignons. Cependant, les insectes agissent plus directement dans un certain nombre de cas en permettant soit la pénétration d'un champignon dans la plante par leurs dégâts, soit le développement du champignon grâce à leur sécrétion sucrée.

### *Phytophthora* du cacaoyer

Les insectes, au premier rang desquels on peut sans doute placer les fourmis, jouent un rôle important dans la dispersion des spores à partir du sol, qui constitue la niche principale de conservation du champignon. C'est ainsi qu'on a remarqué que des cacaoyers, à la base du tronc desquels on avait placé un anneau de glu, étaient beaucoup moins rapidement contaminés par *Phytophthora* que les cacaoyers témoins (MULLER, 1974). La présence de la fourmi *Wasmannia auropunctata* Roger semble à l'inverse limiter le développement de *Phytophthora*. Cette fourmi élève, sans dommage pour le cacaoyer, plusieurs espèces de cochenilles parmi lesquelles au moins une appartient à la famille des *Pseudococcidae* ou cochenilles farineuses. Ces hémiptères paraissent bien avoir une action inhibitrice sur la germination des spores de *P. palmivora* (BLAHA *et* BRUNEAU DE MIRÉ, 1971). Ces observations seraient à rapprocher de celles de ATTAFUAH (comm. pers.) au Ghana qui a pu isoler à partir de *Planococcoides njalensis* une bactérie *Pseudomonas aeruginosa*, dont les cultures auraient une action inhibitrice de la croissance de *P. palmivora*. Ces études mériteraient d'être reprises car on sait déjà que *W. auropunctata* limite

de manière très sensible les populations de punaises mirides, très importants ravageurs du cacaoyer en Afrique (BRUNEAU DE MIRÉ, cité par MARIAU *et al.*, 1996).

Il a pu être observé à plusieurs reprises un brutal développement de la maladie en même temps qu'une pullulation de drosophiles. Enfin, mollusques et rongeurs peuvent également assurer la dissémination du champignon (MULLER, 1974).

## *Pestalotiopsis* sur le palmier à huile

Sur un grand nombre de plantations de palmier à huile d'Amérique latine, les feuilles sont parfois envahies par un champignon du genre *Pestalotiopsis* (*Melanconiaceae*). Ce champignon se développe en une aréole qui, petite au départ, s'élargit peu à peu (photo 102). Lorsque l'infection est forte, les lésions se rejoignent et peuvent entraîner un dessèchement presque complet des folioles, voire des palmes entières. Si de tels dégâts affectent la majorité de la surface foliaire, la production peut accuser des pertes de 40 %, voire plus (MARIAU, 1994). En cas de forte saison sèche, le champignon ne trouve pas les conditions d'humidité nécessaires pour assurer son développement. Ces conditions sont cependant rarement remplies et de nombreuses plantations souffrent de telles défoliations.

*Pestalotiopsis* ne peut cependant pénétrer dans la feuille qu'à la faveur de blessures occasionnées par différents types d'insecte. C'est ainsi que l'on observe deux espèces d'Hemiptera Tingidae : *Leptopharsa gibbicularina* Froeschner (GENTY *et al.*, 1975) et *Pleseobyrsa bicincta* Monte (OJEDA PENA et BRAVO CALDERON, 1994). Les adultes de 2,7 à 3,4 millimètres de longueur ont un aspect très caractéristique de la famille avec de grands élytres et des expansions latérales à l'aspect de dentelle (*chinche encaje* en espagnol ; photos 103 et 104). Adultes et larves piquent les folioles à la surface inférieure et chaque piqûre peut constituer une voie de pénétration du champignon. *L. gibbicularina* est plus dangereux car les insectes visitent l'ensemble de la foliole, alors que *P. bicincta* reste localisé sur les folioles inférieures de la palme qui jouent un rôle plus réduit dans la photosynthèse. Dans certaines situations, *L. gibbicularina* peut être affecté par un champignon entomopathogène : *Sporothrix insectorum* qui, cependant, dans la majorité des cas, ne se développe pas de manière suffisante pour garantir de faibles niveaux de population. C'est par la lutte contre les punaises que l'on arrive ainsi à contrôler les attaques du champignon. L'absorption racinaire d'un insecticide systémique comme le monocrotophos permet d'obtenir une mortalité très élevée des insectes. Ce type de traitement est par ailleurs très respectueux de l'environnement dans la mesure où il n'agit pas directement sur la faune associée aux ravageurs.

Ces insectes ne sont cependant pas les seuls à permettre le développement de *Pestalotiopsis*. De nombreuses espèces de lépidoptères (*Euclea diversa* Druce,

*Euprosterna elaeasa* Dyar, *Norape* sp., etc.) décapent la surface inférieure des feuilles au cours des premiers stades larvaires. Ce type de dégâts, qui n'entraîne que très peu de défoliations directes, représente souvent le principal agent de pénétration du champignon. Seule la lutte contre ces défoliateurs permet de limiter l'extension du parasite.

## La phthiriose du caféier

Les racines des caféiers sont fréquemment colonisées par des cochenilles *Coccidae*. En Afrique, on observe *Phanococcus citri* Risso et *Formicoccus greeni* Vays à Madagascar (LAVABRE, 1964). Ces cochenilles sont véhiculées puis soignées par une fourmi terricole du genre *Paratrechina* qui, grâce à une multitude de galeries, exploite l'ensemble du système racinaire des caféiers. Ces soins sont liés au fait que ces cochenilles sécrètent un abondant miellat sucré, source d'alimentation des fourmis et de substrat pour le développement d'un champignon du genre *Polyporus* qui forme un manchon autour des racines et asphyxie peu à peu la plante. Le développement de ce champignon a l'aspect d'un pourridié, ce qui a pu entraîner certaines confusions. Si la phthiriose est assez largement répandue en Afrique et en Asie, elle est d'importance économique faible. Ce n'est que sur la côte est de Madagascar qu'elle a pris un développement important avec des taux d'infestation très élevés justifiant la mise en place d'une méthode de lutte chimique. Les organochlorés et certains organophosphorés comme le parathion ont donné les meilleurs résultats à condition de mouiller très abondamment le système racinaire.

## La fumagine du cocotier

La fumagine, champignon ascomycète, appartient à la famille hétérogène des *Capnodiaceae*, qui regroupe des espèces qui se développent toujours sur les végétaux. Ce ne sont pas des parasites au sens strict du terme. Elles sont sans rapport anatomique avec le végétal qui n'est qu'un support. La fumagine se développe à la faveur d'un abondant miellat sécrété par diverses espèces de pucerons parmi lesquelles, sur le cocotier, *Cerataphis lataniae* Boisduval (MARIAU, 1996). Sur les cocotiers des variétés Nain Jaune et Nain Vert, sensibles aux attaques de cet insecte, la flèche peut être entièrement couverte de fumagine. Dans les cas les plus graves, mais rares, la totalité du feuillage est envahie par le champignon. Il forme ainsi un écran à la lumière, ce qui perturbe la photosynthèse. Le même phénomène a été observé sur de nombreuses autres plantes : cacaoyer, caféier et, plus fréquemment, sur les agrumes, où la fumagine se développe également sur le miellat de différentes espèces de pucerons et de cochenilles.

## Une maladie à bactérie

### Le greening des agrumes

Il y a une vingtaine d'années, deux espèces d'hémiptères appartenant à la famille des *Psyllidae* se montraient particulièrement nuisibles aux agrumes à la Réunion (QUILICI, 1993). Le psylle africain *Trioza erytrae* Del Guercio a une aire de répartition limitée à l'Afrique du Sud et de l'Est jusqu'au Soudan ainsi qu'à Madagascar (photo 105). Dans l'île de la Réunion, il se développe principalement dans les zones fraîches et humides au-dessus de 500 mètres. L'autre espèce, dite asiatique, *Diaphorina citri* Kuwayama, a été également signalée au Brésil et en Arabie saoudite. Cette espèce se développe très bien dans les régions sous le vent, chaudes et plus sèches. Les adultes de l'espèce asiatique sont couverts d'une sécrétion cireuse blanchâtre, les ailes, arrondies à leur partie apicale, portent des taches brunes. Ces caractères permettent de distinguer cette espèce de *T. erytrae*. Les adultes de cette dernière ne sont pas recouverts de cire ; leurs ailes sont transparentes et en pointe.

Les dégâts directs occasionnés par ces psylles (formation de galles sur la face inférieure des feuilles) sont généralement peu importants. Mais ils transmettent la très grave maladie bactérienne de dégénérescence des agrumes appelée *greening*. Seul l'adulte de *T. erytrae* peut transmettre la maladie alors qu'avec *D. citri*, les larves des stades 4 et 5 sont également vectrices. La bactérie peut se multiplier dans l'insecte, qui reste donc infectieux tout au long de sa vie après une seule acquisition. Cette maladie, jusqu'à la fin des années 70, était le plus important facteur limitant la culture des agrumes à la Réunion. Les ennemis naturels (un parasitoïde et quelques prédateurs) étaient insuffisants pour juguler les pullulations de leurs hôtes (ÉTIENNE, 1978).

C'est la raison pour laquelle, dans la perspective de mettre au point une méthode de lutte biologique, on a recherché, dans les pays d'origine des psylles, les ennemis naturels les plus prometteurs. Deux espèces d'hyménoptères *Eulophidae*, ectoparasitoïdes des larves, ont donc été introduites : *Tamarixia dryi* Waterston, en provenance d'Afrique du Sud à partir de 1974 pour lutter contre *Trioza erytrae*, et *Tamarixia radiata* Waterston, originaire d'Inde en 1978 en vue de contrôler *Diaphorina citri* (AUBERT et QUILICI, 1992).

Ces insectes ont été étudiés et multipliés en insectarium (QUILICI *et al.*, 1992) puis libérés sur le terrain à raison de 30 à 50 adultes par kilomètre carré. Les deux parasitoïdes ont entraîné, en deux ans, une diminution spectaculaire des populations de leur hôte respectif (figure 7). Ce programme de lutte biologique a été un grand succès et constitue probablement un cas unique en matière de lutte biologique par acclimatation contre les insectes vecteurs de maladie en milieu insulaire (AUBERT *et al.*, 1979).

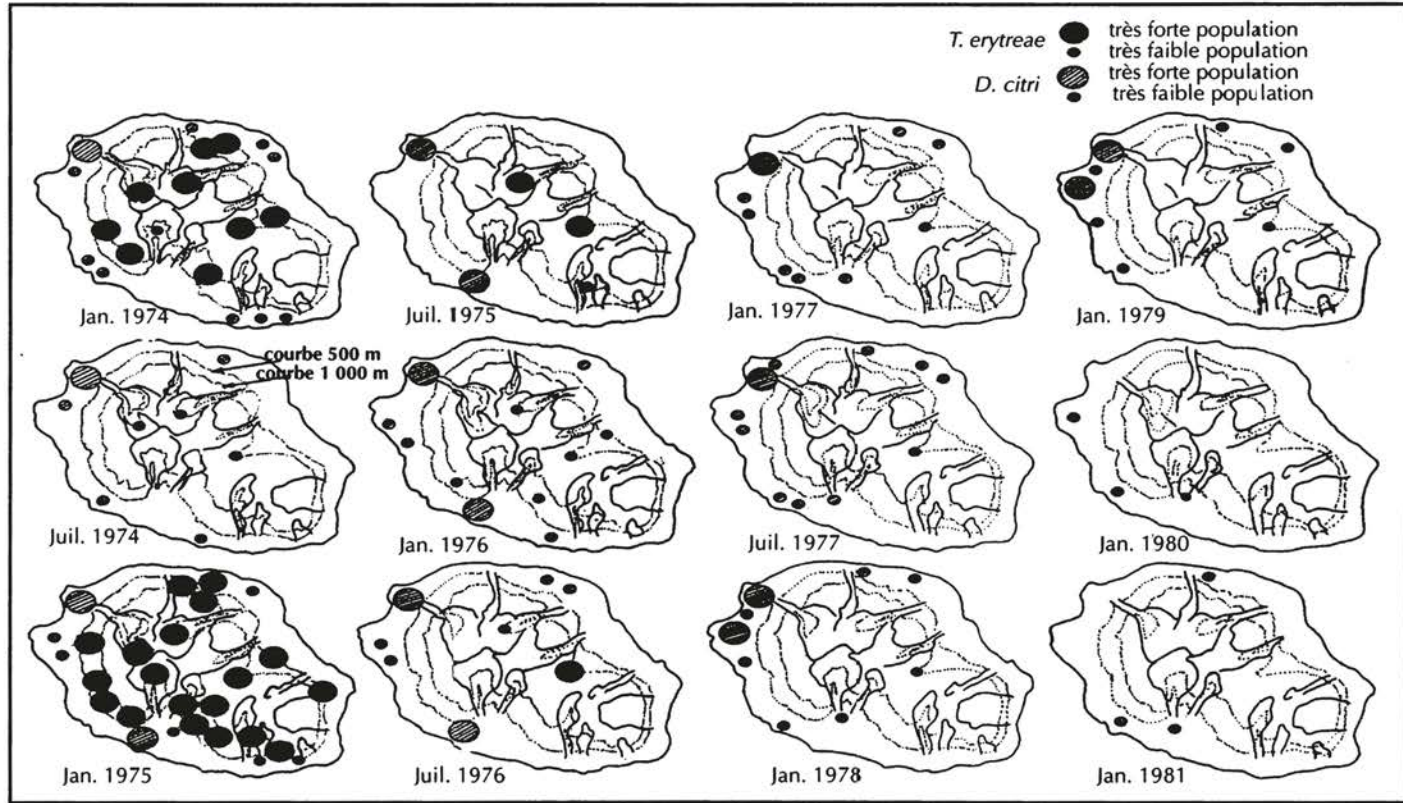


Figure 7. Evolution des populations de *Trioza erytreae* et *Diaphorina citri* à la Réunion (d'après AUBERT et QUILICI, 1985).



## Les maladies à nématode

### L'anneau rouge du palmier à huile et du cocotier

Si plusieurs maladies à nématodes ont été répertoriées sur les cultures pérennes tropicales, seule la maladie de l'anneau rouge des palmiers fait intervenir les insectes en tant que vecteurs. *Rhadinaphelenchus cocophilus* (Coob) peut être transmis à la plante par le système racinaire ; cependant l'espèce sud-américaine du charançon du palmier *Rhynchophorus palmarum* (L.) joue un rôle très important dans la dispersion du nématode (photo 106). Sur une plantation du Brésil, où le taux de maladie était inférieur à 0,5 % par an, le pourcentage d'adultes de rhynchophores porteurs de nématodes a été respectivement de 4,8 % en 1984 et de 2,9 % en 1985 (MARIAU, 1985b). Sur une autre plantation présentant des taux de mortalité très élevés (20 à 80 % cumulés sur des cultures de 10 à 20 ans), les pourcentages de rhynchophores véhiculant des nématodes étaient sensiblement plus élevés, 13,4 en 1984 et 14,5 % en 1985 (RENARD, 1985).

En plaçant des adultes de rhynchophore, enfermés dans des petites cages grillagées, à l'aisselle des feuilles de palmier, il a été possible de reproduire la maladie, les premiers cas se manifestant un mois seulement après le début de l'expérimentation (MORIN, 1986).

La lutte contre la maladie de l'anneau rouge consiste donc à limiter les populations du principal agent vecteur et cela en utilisant deux méthodes. Les larves de rhynchophore se développant dans les tissus encore vivants de palmier, il convient de limiter le développement des populations en éliminant les stipes de palmier atteints de maladie ou en les rendant impropres au développement de l'insecte par des traitements insecticides localisés. A cette méthode préventive indispensable, il convient d'ajouter une méthode de capture des adultes du charançon. Ils sont fortement attirés par les blessures occasionnées sur le palmier, où ils déposent leurs œufs et se nourrissent de la sève. On a mis à profit ce comportement pour attirer les adultes dans des pièges contenant des morceaux de palmier ou d'autres végétaux comme la canne à sucre. Il a de plus été mis en évidence l'existence d'une phéromone d'agrégation émise uniquement par les mâles lorsque ceux-ci s'alimentent sur la plante hôte (ROCHAT *et al.*, 1991). L'addition de cette phéromone au piège contenant des morceaux de débris végétaux a permis de multiplier par plus de dix les taux de capture et donc d'éliminer rapidement un nombre beaucoup plus grand de vecteurs potentiels.



## Conclusion

Dans de très nombreux cas de maladies transmises ou favorisées par différentes espèces d'insectes, les méthodes de lutte passent par le contrôle des insectes en cause. Cette lutte peut se faire de différentes manières grâce à des traitements chimiques bien ciblés comme en pépinière de palmier à huile et de cocotier et souvent par des moyens biologiques. Des techniques culturales appropriées peuvent, par exemple, permettre de réduire, voire d'éliminer, un vecteur, comme cela a été le cas du dépérissement foliaire du cocotier au Vanuatu. Le piégeage des insectes vecteurs peut contribuer également pour une large part à la réduction de l'impact d'une maladie comme celle de l'anneau rouge des palmacées en Amérique tropicale. Enfin, la lutte strictement biologique à l'aide de parasitoïde a permis d'éliminer les vecteurs du *greening* des agrumes à l'île de la Réunion.

## Références bibliographiques

- AUBERT B., BOVÉ J.M., ETIENNE J., 1979. La lutte contre la maladie du *greening* des agrumes à l'île de la Réunion. Résultats et perspectives. *Fruits* 35 (10) : 605-624.
- AUBERT B., QUILICI S., 1983. Nouvel équilibre biologique observé à la Réunion sur les populations de Psyllidés après l'introduction et l'établissement d'hyménoptères chalcidiens. *Fruits* 32 (11) : 771-780.
- BACHY A., 1958. Le *blast* des pépinières de palmiers à huile. *Oléagineux* 13 (8-9) : 653-660.
- BLAHA G., BRUNEAU DE MIRÉ P., 1971. Première approche de l'étude d'antagonistes naturels à *Phytophthora palmivora* dans la région côtière de Kribi au Cameroun. Première réunion du groupe de travail Afrique sur le *Phytophthora*, Yaoundé, Cameroun, 1971. Communication n° 25, 17 p., non publié.
- DERY K.S., PHILIPPE R., MARIAU D., 1996. *Auchenorrhyncha* (Homoptera), suspected vectors of coconut lethal yellowing disease in Ghana. *Plantations, recherche, développement* 3 (5) : 355-363.
- DESMIER DE CHENON R., 1979. Mise en évidence du rôle de *Recilia mica* Kramer (Homoptera, Cicadellidae, Deltocephalinae) dans la maladie du *blast* des pépinières de palmier à huile en Côte d'Ivoire. *Oléagineux* 34 (3) : 107-112.
- DESMIER DE CHENON R., 1984. Recherches sur le genre *Lincus* Stal., Hemiptera pentatomidae discocephalinae et son rôle éventuel dans la transmission de la *marchitez* du palmier à huile et du *hartrot* du cocotier. *Oléagineux* 39 (1) : 1-4.
- DESMIER DE CHENON R., MARIAU D., RENARD J.-L., 1977. Nouvelle méthode de lutte contre le *blast* du palmier à huile. *Oléagineux* 32 (12) : 511-517.

- DOLLET M., ALVANIL F., DIAZ A., LOUVET C., GARGANI D., SÉGUR C., MULLER E., JULIA J.-F., CALVACHE H., RENARD J.-L., MALDES J.-M., 1993. Les pentatomides vecteurs des trypanosomes associés au *hartrout* du cocotier et à la *marçhitez* du palmier. Anpp, III<sup>e</sup> conférence internationale sur les ravageurs en agriculture, Montpellier, France, 7-8-9 décembre 1993. In : *Annal.*, tome III, 1321-1328, édit. Association nationale de la protection des plantes.
- DUFOUR B., 1991. Place et importance des différentes espèces d'insectes dans l'écologie du Ccsw (Cocoa swollen shoot virus) au Togo. *Café, cacao, thé*, 35 (3) : 197-204.
- DZIDO J.-L., GENTY P., OLLAGNIER M., 1978. Les principales maladies du palmier à huile en Equateur. *Oléagineux* 33 (2) : 55-63.
- ÉTIENNE J., 1978. Contrôle biologique à la Réunion de *Trioza erytrae* (Homopt. *Psyllidae*) au moyen de *Tetrastichus dryi* (Hym. *Eulophidae*). *Fruits* 33 (12) : 877-882.
- FAUVERGUE X., QUILICI S., 1991. Etudes de certains paramètres de la biologie de *Tamarixia radiata* (Waterston, 1922) (Hymenoptera *Eulophidae*), ectoparasitoïde primaire de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera : *Psyllidae*), vecteur asiatique du *greening* des agrumes. *Fruits* 46 (2) : 179-185.
- FRANQUEVILLE H. DE, RENARD J.-L., PHILIPPE R., MARIAU D., 1991. Le *blast* du palmier à huile. Perspectives en vue de l'amélioration de la méthode de lutte. *Oléagineux* 46 (6) : 223-231.
- GENTY P., GILARDO LOPEZ J., MARIAU D., 1975. Dégâts de *Pestalotiopsis* induits par les attaques de *Gargaphia* en Colombie. *Oléagineux* 30 (5) : 199-204.
- GRISONI M., RIVIÈRE C., 1997. Epidemiology and control of Citrus tristeza virus (Ctv) and greening (huanglungbin) in Reunion island. In : Proc. 14th Cong. Iscn, Montpellier, France (sous presse).
- HOWARD F.W., NORRIS R.C., THOMAS D.L., 1983. Evidence of transmission of palm lethal yellowing agent by a planthopper *Myndus crudus* (Homoptera *cixiidae*). *Trop. Agric. (Trin.)* 60 (3) : 168-171.
- JULIA J.-F., 1982. *Myndus taffini* (Homoptera *cixiidae*) vecteur du dépérissement foliaire des cocotiers au Vanuatu. *Oléagineux* 37 (8-9) : 409-414.
- JULIA J.-F., MARIAU D., 1982. Deux espèces de *Sogatella* (Homoptère *Delphacidae*) vectrices de la maladie de la pourriture sèche du cœur des jeunes cocotiers en Côte d'Ivoire. *Oléagineux* 37 (11) : 517-520.
- LAVABRE E.M., 1964. La phthiriose du caféier. *Café, cacao, thé* 8 (4) : 275-292.
- LECLANT F., ÉTIENNE J., AUBERT B., 1992. Alerte à la *tristeza* en vergers d'agrumes. Le puceron vecteur *Toxoptera citricidus* envahit l'arc Caraïbe. *Phytoma* 440 : 32-34.
- LOPEZ G., GENTY P., OLLAGNIER M., 1975. Contrôle préventif de la *marçhitez sopesiva* de l'*Elaeis guineensis* en Amérique latine. *Oléagineux* 30 (6) : 243-250.
- LOUISE C., DOLLET M., MARIAU D., 1986. Recherches sur le *hartrout* du cocotier, maladie à *Phytomonas* (*Trypanosomatidae*) et sur son vecteur *Lincus* sp. (*Pentatomidae*) en Guyane. *Oléagineux* 41 (10) : 437-449.
- MARIAU D., 1985a. Rapport de mission entomologique au Brésil. Le cocotier. Document Irho 1996, novembre 1985, 34 p.

- MARIAU D., 1985b. Rapport de mission entomologique au Brésil. Le palmier à huile. Document Irho 1982, novembre 1985, 23 p. + annexes.
- MARIAU D., 1994. Méthodes de lutte contre le complexe punaise-*Pestalotiopsis* sur le palmier à huile en Amérique du Sud. *Oléagineux* 49 (4) : 189-195.
- MARIAU D., 1996. Les hémiptères du palmier à huile et du cocotier incluant les vecteurs de maladies. XXth International congress of entomology, Florence, Italie, août 1996.
- MARIAU D., DECAZY B., QUILICI S., NGUYEN BAN J., 1996. Insectes utiles. In : Lutte intégrée contre les ravageurs des cultures pérennes tropicales, Mariau D. édit. Cirad Montpellier, France, p. 73-112.
- MULLER R.A., 1974. Effect of prophylactic measures on the dissemination of *Phytophthora palmivora*. In : *Phytophthora* disease of cocoa, Gregory P. édit. Longmand Group Ltd, Londres, Royaume-Uni, p. 169-178.
- MORIN J.-P., 1986. Problèmes entomologiques du palmier au Brésil. Document Irho 1992, juin 1986, 12 p. + annexes.
- NGUYEN BAN J., 1982. Progrès récents dans la protection chimique des jeunes cacaoyers contre les ravageurs et les cochenilles vectrices du *swollen shoot* au Togo. VIII<sup>e</sup> conférence internationale sur la recherche cacaoyère, Cartagena, Colombie, 18-23 octobre 1981. Cocoa Producers' Alliance, Lagos, Nigeria : 335-337.
- NGUYEN BAN J., 1984. Variations d'abondance des pseudococcines vectrices de la maladie du *swollen shoot* au Togo. Café, cacao, thé, 3 (2) : 103-110.
- OJEDA PENA D., BRAVO CALDERON M., 1994. Biología y control de *Pleoseobyrsa bicincta* Monte (*Hem. Tingidae*). Plaga importante de palma aceitera en el Perú. *Oléagineux* 49 (4) : 145-154.
- PAULIN D., DJIEKPOR E.K., CAPLONG P., CILAS C., 1993. Evaluation de la résistance du cacaoyer au virus du *swollen shoot*. XI<sup>e</sup> conférence internationale sur la recherche cacaoyère, Yamoussoukro, Côte d'Ivoire, 18-24/7/1993. Stephen Austin and sons Ltd Eds, Hertford, Royaume-Uni, p. 269-274.
- PERTHUIS B., DESMIER DE CHENON R., MERLAND E., 1985. Mise en évidence du vecteur de la *marchitez sorpresiva* du palmier à huile, la punaise *Lincus lethifer* Dolling (*Hemiptera pentatomidae discocephalinae*). *Oléagineux* 40 (10) : 473-476.
- POSNETTE A.F., STRICKLAND A.H., 1948. Virus diseases of cacao in Western Africa III. Technique of insect transmission. *Annals of Applied Biology* 35 : 53-63.
- QUILICI S., 1993. Les ravageurs des agrumes. In : La culture des agrumes à la Réunion, M. Grisoni édit. St-Pierre, la Réunion, Cirad-flhor, p. 55-89.
- QUILICI S., JOULAIN H., MANIKOM R., 1992. Etude de la fécondité de *Tamarixia radiata* (Waterston, 1992) (*Hymenoptera eulophidae*), ectoparasitoïde primaire du psylle asiatique *Diaphorina citri* Kuwayama (*Homoptera psyllidae*), vecteur du *greening* des agrumes. *Fruits* 47 : 184-194.
- RENARD J.-L., 1985. Etude des maladies du palmier à huile au Brésil : le palmier à huile. Document Irho 1955, novembre 1985, 37 p. + annexes.
- RENARD J.-L., 1987. Rapport de visite sur la plantation Sococo à Moju, Brésil. Document Irho 2063, juillet 1987, 35 p. + annexes.

RENARD J.-L., MARIAU D., QUENCEZ P., 1975. Le *blast* du palmier à huile : rôle des insectes dans la maladie. Résultats préliminaires. Oléagineux 30 (12) : 497-502.

ROCHAT J., 1995. Dynamique des populations des pucerons des agrumes à l'île de la Réunion. Inra-Cirad, Saint-Pierre, la Réunion, rapport d'activité, service national au titre de l'aide technique, 364 p.

ROCHAT D., DESCOINS C., GENTY P., GONZALEZ A., MARIAU D., VILLANUEVA A., ZAGATTI P., 1991. Evidence for a male-produced aggregation pheromone in the palm weevil, *Rhynchophorus palmarum* L. (*Coleoptera curculionidae*). J. Chem. Ecol. 17 : 1221-1230.

TAFFIN G. DE, FRANQUEVILLE H. DE, 1989. Research project on the Ghana western region coconut disease. Report on the mission 12th-18th March 1989, Irho document 2186, June 1989.