

# Le *Phytophthora heveae* du cocotier : son rôle dans la pourriture du cœur et dans la chute des noix

G. QUILLEC (1), J.-L. RENARD (1) et H. GHESQUIÈRE (2)

**Résumé.** — En Côte d'Ivoire, la pourriture du cœur du cocotier et la chute des noix immatures sont provoquées par le *Phytophthora heveae*. Le parasite s'isole facilement dans les pourritures débutantes, dans les pétioles et dans la bourre des noix ; il est par contre plus difficile de le mettre en évidence dans les pourritures avancées envahies par les bactéries. Le cocotier Grand Ouest Africain (GOA) est plus sensible à la pourriture du cœur que l'hybride Nain × Grand, mais la chute des noix est plus importante sur l'hybride que sur le GOA.

## INTRODUCTION

Bien souvent la présence de *Phytophthora* au niveau de certaines pourritures du cocotier était considérée comme le résultat d'une contamination secondaire qui faisait suite à son installation en saprophyte sur les tissus endommagés par les tornades et la foudre. Depuis quelques années plusieurs auteurs signalent que certaines espèces de *Phytophthora* sont directement impliquées, soit dans la pourriture du cœur [1, 6, 7, 9, 10, 11, 13] soit dans la chute précoce de noix immatures [12], soit dans les deux phénomènes à la fois [7, 8].

En Côte d'Ivoire, c'est en 1977 que les premiers cas de *Phytophthora* ont été constatés sur le Grand Ouest Africain, dans une plantation âgée d'une vingtaine d'années. Par la suite, la maladie s'est propagée à d'autres plantations et les premiers hybrides Nain × Grand malades ont été observés en 1981. Les chutes de noix immatures sont apparues en 1982 sur ces mêmes hybrides, de telles chutes étant passées inaperçues sur des cocotiers locaux auparavant.

Malgré l'existence du *Phytophthora* dans toute la zone intertropicale, très peu de travaux complets ou d'essais méthodiques ont été consacrés à cette question et ceci, soit en raison de l'absence d'infrastructures de recherches adéquates, soit en raison des difficultés d'expérimentations en milieu villageois. En Côte d'Ivoire, par contre, où de tels problèmes techniques ont été surmontés, des essais au champ ont pu être mis en place et suivis sur plusieurs années. Ces études ont conduit à améliorer les connaissances sur l'évolution de la maladie et à définir les bases d'une méthode de lutte chimique avec des fongicides systémiques et spécifiques contre les *Phytophthora*.

## I. — LA POURRITURE DU CŒUR

### 1. — Symptômes au champ.

Bien souvent, un planteur se rend compte de l'existence d'un problème dans sa plantation, seulement lorsque les symptômes sont déjà à un stade très avancé.

Un cocotier atteint de pourriture à *Phytophthora* ne possède que deux ou trois spires de feuilles basses encore vertes alors que les jeunes feuilles et la flèche sont tombées (Fig. 1), les noix supportées par ces feuilles restent en place et finissent par atteindre leur maturité. Progressivement, les feuilles tombent, une par une en commençant par les plus hautes, la chute s'étale sur 8 à 12 mois et il ne reste plus qu'un stipe nu. Observés à ce stade, hors d'un contexte connu, de tels symptômes peuvent évoquer, dans une certaine mesure, un coup de foudre ou une attaque de Rhynchophores. Seule la reconnaissance des symptômes débutants permet d'apporter un diagnostic avec certitude.

#### Symptômes débutants.

Le flétrissement de la flèche, et souvent de la feuille 1, constitue le symptôme primaire caractéristique de la pourriture à *Phytophthora* (Fig. 2). Parfois, l'extrémité d'une des jeunes feuilles jaunit et se dessèche, accentuant ainsi les symptômes de perte de turgescence (Fig. 3). Dans tous les cas, les noix restent en place et il n'y a aucun autre symptôme visible ni sur les feuilles, ni sur le stipe. Le basculement de la flèche constitue un symptôme typique qui peut parfois être confondu avec celui résultant d'une attaque profonde d'*Oryctes* ou d'*Augosomes*. Dans ce cas pourtant, la flèche, en partie sectionnée, garde sa couleur verte pendant un certain temps. Cette confusion est possible lorsqu'il s'agit d'arbres de grande taille, il est donc nécessaire de répéter les contrôles phytosanitaires pour confirmer l'origine des symptômes.

#### Symptômes internes.

##### *Pourritures avancées.*

La dissection d'arbres avec des symptômes externes débutants, bien souvent imperceptibles à un œil non exercé, montre l'existence d'une pourriture interne nauséabonde déjà très développée qui a une consistance de fromage mou et une couleur violette à rose clair (Fig. 4). Cette pourriture est entourée d'un liseré brun et quelques fibres brunes sont présentes vers la base dans la zone non pourrie. Le méristème est encore épargné mais c'est la mauvaise alimentation des tissus situés au-dessus qui provoque le flétrissement de la flèche et des plus jeunes feuilles.

(1) I.R.H.O., Département Phytopathologie. B. P. 8 Dabou (Côte d'Ivoire).

(2) B. P. V-51 Abidjan (Côte d'Ivoire).



FIG. 1. — Aspect caractéristique d'un cocotier atteint de pourriture à *Phytophthora* (Characteristic appearance of a coconut affected by *Phytophthora rot*).



FIG. 2. — Symptômes débutants : la flèche légèrement flétrie présente une courbure anormale (Early symptoms : the slightly wilted spear is abnormally bent).



FIG. 3. — Le flétrissement et le dessèchement accentués de la flèche sont les symptômes les plus typiques de la pourriture à *Phytophthora* (Marked wilting and withering of the spear are the most typical symptoms of *Phytophthora rot*).



FIG. 4. — Pourriture interne du cœur. A ce stade le méristème est encore épargné par la pourriture (Internal bud rot. At this stage the meristem is still unaffected by rot).

*Pourritures évolutives.*

La dissection d'arbres avec des symptômes externes même ténus ne permet pas de connaître le point d'origine de la pourriture. C'est donc sur des cocotiers apparemment sains, situés dans des foyers de maladie, que des dissections systématiques ont été réalisées. Elles sont effectuées en août et septembre, soit 1 à 2 mois avant l'apparition normale des symptômes externes.

De tels arbres peuvent présenter une pourriture centrale du stipe, d'aspect totalement différent des pourritures avancées. Les tissus ont encore une consistance normale et sont de couleur blanche ou légèrement rosée. Lorsque les tissus du stipe sont ramollis et crevassés, le champignon existe à l'état de mycélium. La limite inférieure est plus ou moins marquée par un liséré brun, alors que vers le haut cette limite est beaucoup plus diffuse et n'est décelable que grâce à l'oxydation rapide des tissus voisins ; le méristème est encore sain. Une telle dissection démontre que la pourriture prend naissance en arrière du point végétatif dans les tissus tendres du cœur, et non au niveau de la flèche en direction du méristème.

*Pourritures bloquées.*

Ce type de pourriture a également été trouvé sur des arbres apparemment sains, au niveau des feuilles 15 à 25, donc plus bas que les jeunes pourritures évolutives. Elles peuvent être petites, de 1 à 4 cm de diamètre lorsqu'elles sont excentrées et une relation avec l'extérieur est parfois décelable (Fig. 5). Lorsqu'elles sont centrales, elles peuvent avoir 10 à 15 cm de diamètre. Elles sont jaunes à brun clair au centre et entourées d'un liséré brun foncé très marqué ; ce liséré pouvant être doublé d'une zone rougeâtre externe. Au centre, les tissus sont parfois secs en apparence et des crevasses peuvent se former entre les fibres conductrices, le

parenchyme de soutien étant détruit. Certains arbres ne présentent que ce type de pourriture, le cœur et le bourgeon étant parfaitement sains, mais on peut également observer des arbres ayant une pourriture évolutive, et une pourriture bloquée plus basse, totalement indépendante.

**2. — Symptômes dans les pétioles.**

Des mouchetures brun clair sont présentes dans les bases pétiolaires des feuilles les plus jeunes, alors que dans les bases pétiolaires des feuilles âgées on peut observer des nécroses jaunâtres à brunes de grande taille (Fig. 6). Il en est parfois de même dans les pédoncules d'inflorescences. De tels symptômes sont visibles également dans les pétioles d'arbres sans pourriture du cœur ; ils permettent de vérifier que le *Phytophthora* existe dans une plantation où des arbres malades n'ont pas encore été décelés.

**3. — Dynamique de la pourriture.**

On constate que des arbres apparemment sains de la zone contaminée possèdent des symptômes, soit seulement dans les bases pétiolaires, soit aussi dans le stipe et le bourgeon.

L'infection primaire se situe vraisemblablement au niveau du pétiole des feuilles jeunes de rangs 1 à 5 sans occasionner de symptômes externes visibles. Le parasite s'y développe lentement et ce n'est que lorsque ces feuilles occupent un rang au moins égal à 10 (3 à 5 mois après) que la pénétration dans le stipe peut avoir lieu. Elle se fait dans la zone d'insertion des pétioles voire des pédoncules d'inflorescences contaminés, et suivant qu'elle atteint les



FIG. 5. — Pourriture bloquée moins typique en bordure du stipe. La relation est possible avec les symptômes présents dans la base pétiolaire d'où le *Phytophthora* n'a pas été isolé alors qu'il est présent au centre de la pourriture du stipe (*Less typical blocked rot round the stem. There is a possible relationship with the symptoms present in the leaf base in which Phytophthora was not isolated whilst it is found in the middle of the stem rot*)



FIG. 6. — Les mouchetures brunes et la pourriture interne dans les pétioles des feuilles correspondant à la présence du *Phytophthora* (*Brown speckles and internal rot in leaf petioles, corresponding to the presence of Phytophthora*).

tissus tendres ou non du stipe, on observe deux types d'évolution :

— soit la pourriture est bloquée par suite d'une pénétration tardive, ou à un niveau trop bas, du bulbe dans les tissus déjà très lignifiés : l'arbre n'est pas affecté ;

— soit la pourriture évolue et progresse vers le centre du bulbe et le haut de l'arbre en direction du méristème. C'est seulement quand celui-ci sera totalement détruit et la base de la flèche atteinte que le premier symptôme externe typique pourra être détecté (flétrissement et basculement de la flèche).

Ce processus de développement ascendant expliquerait pourquoi le flétrissement de la flèche correspond à un stade avancé de la pourriture et non au symptôme initial comme il est habituellement décrit dans le cas d'une pourriture descendante le long de la flèche. On conçoit facilement que dans ces conditions l'élimination des tissus pourris à partir de la flèche ne peut sauver un cocotier étant donné que le méristème est déjà détruit. Un traitement curatif n'est donc pas envisageable.

Les racines ne sont pas atteintes et continuent à alimenter l'arbre ; c'est la raison pour laquelle les feuilles basses restent en place pendant très longtemps et que l'arbre meurt lentement, généralement en 6 ou 8 mois, parfois beaucoup plus.

#### 4. — Dégâts.

La maladie n'apparaît que sur des cocotiers âgés de cinq à six ans environ. Les observations conduites en plantations villageoises sur des cocotiers Grand Ouest Africain montrent que les symptômes externes sont visibles entre les mois d'octobre et de décembre. Eu égard au mode d'évolution de la pourriture et du temps nécessaire pour atteindre le méristème, un délai de 4 à 5 mois semble nécessaire pour que la pourriture envahisse tout le cœur avant de détruire le méristème. La contamination du stipe et l'infection se situent donc vers avril-mai, au début de la grande saison des pluies, et en octobre-novembre au début de la petite saison des pluies (Fig. 7).

On peut penser que sur arbres de grande taille la contamination est plus difficile (Fig. 8), mais le mode de propagation de la maladie demeure inconnu. Les hybrides sont moins affectés que les Grand Ouest Africain par la pourriture du cœur, mais semblent plus sensibles à la chute des

noix, peut-être parce qu'ils sont beaucoup plus productifs. Les noix arrivant au stade de maturité, avec un léger dessèchement de la bourre et qui ont échappé à la contamination à un stade plus précoce, continuent leur développement normal et restent saines.

## II. — LA CHUTE DES NOIX

La chute des noix immatures et la pourriture du cœur sont deux phénomènes totalement indépendants. En effet, un arbre avec une pourriture du cœur ne sera pas obligatoirement affecté par des chutes de noix et inversement, un arbre sur lequel des chutes de noix ont été notées ne sera pas obligatoirement atteint de pourriture interne par la suite. Dans une parcelle, les chutes de noix existent sur des arbres disséminés au milieu d'autres qui sont totalement épargnés.

Seules les grosses noix vertes de 8 à 10 mois sont les plus réceptives au *Phytophthora*. Les noix les plus jeunes sont généralement indemnes, probablement parce qu'elles ne sont pas contaminées.

### 1. — Etude symptomatologique.

#### Symptômes externes.

Sur l'épicarpe ces symptômes se présentent sous la forme de marbrures aux contours irréguliers, couleur brun clair à brun au centre, jaunâtre à la périphérie avec une bordure translucide plus ou moins nette. Si l'attaque est déjà ancienne, la contamination par des champignons secondaires tels *Thielaviopsis* sp. entraîne une coloration brun foncé à noire (Fig. 9). Les taches peuvent apparaître plutôt vers la base, au voisinage de pièces florales, ou seulement dans la zone équatoriale ; ceci indique que la contamination a lieu essentiellement dans la région du périanthe, et parfois c'est à partir du pédoncule de l'inflorescence que le *Phytophthora* passe dans la noix. Bien souvent, la taille des taches ne rend pas compte de l'importance de l'attaque car le *Phytophthora* s'enfonce dans les tissus encore ten-

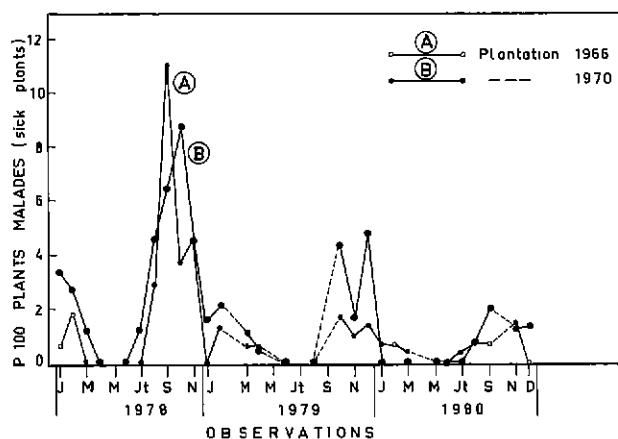


FIG. 7. — Augmentation mensuelle du pourcentage de plants malades par rapport aux plants sains (Plantations 1966 et 1970) (Monthly increase in the percentage of sick plants compared to healthy plants — 1966 and 1970 plantings).

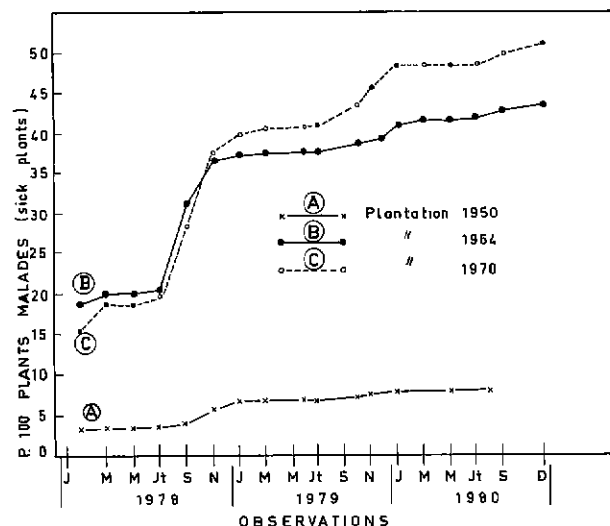


FIG. 8. — Evolution du pourcentage cumulé de plants malades en 1978, 1979 et 1980 (Plantations 1950, 1964 et 1970) (Development of the cumulative percentage of sick plants in 1978, 1979 and 1980 — 1950, 1964 and 1970 plantings).

dres du mésocarpe et progresse préférentiellement vers les tissus jeunes de la zone d'abscission. C'est la raison pour laquelle la chute des noix intervient parfois très rapidement après la détection des premiers symptômes externes.

De tels symptômes ne doivent pas être confondus avec ceux occasionnés soit par des désordres d'origine physiologique (sécheresse, encombrement sur le régime, etc.) qui se traduisent par un brunissement généralisé et uniforme de la noix partant du point d'attache, soit par des dégâts sévères d'*Eriophyes* ou de *Pseudothraupis*.

#### Symptômes internes.

Les symptômes internes sont constants avec une lyse du coprah par plages. Ce coprah devient alors translucide et peut être boursofflé lorsqu'il n'adhère plus à la coque. La pénétration du *Phytophthora* à l'intérieur de la noix peut se faire, soit directement au travers de l'endocarpe lorsque celui-ci n'est pas encore définitivement formé, soit au travers des pores germinatifs lorsque la coque est déjà très dure.

#### 2. — Dégâts.

Les chutes de noix immatures commencent avec l'apparition des premières grosses averses annonciatrices de la saison des pluies, c'est-à-dire au mois de mai dans les conditions de la Côte d'Ivoire. Elles peuvent se prolonger pendant les trois à quatre mois qui suivent, mais c'est en moyenne deux à trois mois après l'apparition des premiers cas que le maximum de chute est atteint. A ce stade, le rond de certains cocotiers renferme 30 à 40 grosses noix vertes tombées, malades ; une moyenne de dix à quinze noix par arbre est assez courante, ce qui représente une perte de production globale de 15 à 20 p. 100. D'une manière générale, ce sont des régimes entiers qui perdent leur noix.

### III. — RECHERCHE DE L'AGENT CAUSAL

#### 1. — Matériel et méthodes.

Les symptômes rappelant ceux décrits par ailleurs [Graham, 1971 ; Child, 1974], on a utilisé des milieux de culture sélectifs pour l'isolement des Pythiacées.

#### Milieu gélosé (G) :

- gélose 20 g,
- eau distillée qsq 1 000 ml.

#### Milieu MBP :

- malt 20 g,
- gélose 20 g,
- Benlate 25 ppm (12,5 ppm benomyl),
- bi-pénicilline G 10<sup>6</sup> UI 2 ml,
- eau distillée qsp 1 000 ml.

Les isollements sont réalisés dans les tissus endommagés d'arbres atteints de pourriture du cœur dans les pétioles des feuilles, ce n'est que plus récemment que les mêmes milieux ont été utilisés pour isoler le parasite des noix.

#### 2. — Résultats.

##### Localisation du *Phytophthora*.

Les milieux ont effectivement permis de révéler l'existence d'un *Phytophthora* et de préciser sa localisation au niveau des différents organes du cocotier malade.

S'il est facilement isolé des nécroses brun-jaune ou des petites taches brunes des bases pétiolaires, il en va tout autrement des tissus internes du bulbe. En effet, dans les pourritures avancées, les isollements sont toujours restés négatifs, seules des bactéries et quelques champignons tels *Penicillium* sp., *Fusarium solani*, *Cephalosporium* sp. et *Cylindrocladium* sp., ont parfois été observés. Par contre, dans les jeunes pourritures évolutives, on le trouve en bordure, quelquefois au centre sous forme de mycélium. Dans certaines pourritures bloquées, il est plutôt localisé au centre, parfois aussi sous forme de mycélium visible à l'œil nu.

Sur les noix, il est facilement isolé à partir des taches jaunes à brun clair de la bourre, de la coque encore tendre et même de l'amande. Des agrégats mycéliens sont facilement détectés dans l'eau. Sur les noix tombées, la formation d'oospores est rapide, et il est difficile d'isoler le parasite à partir de ces formes de résistance à l'état de dormance.



FIG. 9. — Symptômes de pourriture à *P. heveae* sur noix immatures, tombées (Symptoms of *P. heveae* rot on unripe, fallen nuts).

### Caractéristique du *Phytophthora*

Suivant les zones de prélèvement, le *Phytophthora* peut exister à l'état pur. Après trois jours d'incubation à 25°, les hyphes mycéliennes sont nettes autour du fragment végétal et la production de sporocystes sur milieu G peut déjà avoir lieu, alors qu'elle est exceptionnelle sur milieu MBP. Par repiquage de la souche sauvage, le thalle pousse difficilement sur gélose et la formation de sporocystes est faible. Sa croissance est réduite à 30 °C, elle est nulle à 35 °C. Il s'agit d'une espèce homothallic et la production d'oospores, avec anthéridies amphigynes en cultures pures est très importante, notamment sur milieu V8 et MBP ou sur un milieu à base de cœur de cocotier. Ces caractéristiques correspondent au *Phytophthora heveae*, la confirmation en a été apportée par Brasier [3].

Ce champignon inoculé à l'aide d'une aiguille dans les tissus du cœur d'un cocotier de pépinière (10 mois) reproduit les symptômes de pourriture du cœur connus sur les cocotiers âgés. Il en est de même sur des jeunes plants (18 mois) au champ lorsque l'inoculation a lieu sans blessure au niveau de la flèche, à partir d'un inoculum constitué d'un broyat de mycélium. Dans les deux cas il a été possible de le réisoler. L'inoculation sur la noix par blessure, reproduit également les symptômes observés naturellement en plantation. Bien que le *Phytophthora heveae* soit l'agent primaire dans l'induction de la pourriture, il se trouve très vite confronté à un développement bactérien abondant qui prend le relais et provoque la macération des tissus. A ce stade, le *Phytophthora* a presque totalement disparu des tissus et il est très difficile de l'isoler.

L'analyse bactérienne de la pourriture révèle que toutes les bactéries isolées sont Gram- et mobiles et qu'elles appartiennent toutes à la famille des entérobactéries du genre *Erwinia*. Ces bactéries inoculées dans le cœur du cocotier n'entraînent jamais de pourriture. Elles sont réel-

lement saprophytes et leur développement n'est possible qu'après l'initiation de la pourriture par le *Phytophthora heveae*.

### CONCLUSIONS

La pourriture à *Phytophthora* du cocotier a pris au cours de ces dernières années un développement important, en Côte d'Ivoire. Les raisons d'une telle extension ne sont pas connues. Le *Phytophthora heveae* à l'origine de ces dégâts est connu dans d'autres régions du monde, il a été signalé au Vanuatu [11] et a été isolé en Polynésie française [10]. L'espèce la plus couramment citée sur le cocotier est le *P. palmivora*. Il s'agit d'un parasite très polyphage connu depuis très longtemps sur cocotier [4, 5] mais qui provoque aussi des dégâts sur le palmier à huile (*Elaeis guineensis* Jacq), sur le rônier (*Borassus flabellifer*) [9] et sur le Washingtonia [2]. Les pourritures à *Phytophthora* sur cocotier sont aussi connues en Amérique Centrale [8, 12, 13] et aux Philippines où des dégâts importants ont été rapportés récemment [1]. Le *P. heveae* semble moins polyphage que le *P. palmivora* puisqu'en Côte d'Ivoire les plantations de palmiers à huile situées à proximité de cocoteraies malades sont indemnes. Le GOA est plus sensible que l'hybride, ce dernier étant par contre beaucoup plus affecté au niveau des chutes de noix, la grande quantité de noix sur un même arbre constituant un milieu favorable aux contaminations et à la propagation du parasite d'une noix à une autre.

En l'absence de traitement curatif, la lutte chimique à l'aide de molécules spécifiques contre les *Phytophthora*, tels que le phoséthyl AL (Alette, Rhône-Poulenc) ou le métalaxyl (Ridomil, Ciba-Geigy) est possible, mais le coût de tels traitements ne rend l'opération rentable que dans des cocoteraies très productives et en période de prix de vente élevé du coprah.

(à suivre)

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] ABAD R. G. (1983). — Coconut pest and diseases in the Philippines. *Coconut Today*, Philip., 1, N° 2, p. 119-152.
- [2] ATILANO R. A. (1982). — *Phytophthora* bud rot of Washingtonia palm. *Plant Disease*, 66, N° 6, p. 517-519.
- [3] BRASIER C. M. (1982). — (Communication personnelle).
- [4] BUTLER E. J. (1906). — Some diseases of palms. *Agric. J. India*, 1, p. 299-310.
- [5] BUTLER E. J. (1925). — Bud rot of coconut and other palms. *Rep. Imp. Bot. Conf. London 1924*, p. 145-147.
- [6] CHILD R. (1974). — Coconuts, Longman, London, 2<sup>e</sup> éd., 335 p.
- [7] GRAHAM K. M. (1971). — Plant disease of Fidji — Ministry of Overseas Development, London, 251 p.
- [8] Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) (1972). — Manual de Asistencia Técnica n° 12, Ministerio de Agricultura.
- [9] JOSEPH T., RADHA K. (1975). — Role of *Phytophthora palmivora* in bud rot of coconut, *Plant Disease Rep.*, 59, n° 12, p. 1014-1017.
- [10] MU L. (1982). — (Communication personnelle).
- [11] RENARD J.-L. (1980). — (Communication personnelle).
- [12] RODRIGUEZ M. R. A. (1982). — La mancha acuosa del coco, *Rev. Asbana* Anò 6, n° 17, 16-18.
- [13] SCHIEBER E. (1970). — Enfermedades importantes del cocotero (*Cocos nucifera* L.) en la Republica Dominicana. *Turrialba*, 20, n° 2, p. 171-176.

### SUMMARY

#### *Phytophthora heveae* of coconut : Role in bud rot and nutfall.

G. QUILLEC, J.-L. RENARD, H. GHESQUIÈRE, *Oléagineux*, 1984, 39, N° 10, p. 477-485.

In the Ivory Coast, bud rot of coconut and the fall of unripe nuts are induced by *Phytophthora heveae*. The parasite can be easily isolated from nascent rot, from petioles, and from the husk of nuts ; however, it is more difficult to reveal it in advanced rot overrun by bacteria. The West African Tall (WAT) is more sensitive to bud rot than the Dwarf × Tall hybrid, but nutfall is more pronounced on the hybrid than on the WAT.

### RESUMEN

#### *Phytophthora heveae* del cocotero : papel en la pudrición del cogollo y en la caída de las nueces.

G. QUILLEC, J.-L. RENARD y H. GHESQUIÈRE, *Oléagineux*, 1984, 39, N° 10, p. 477-485.

En Costa de Marfil, la pudrición del cogollo del cocotero y la caída de las nueces no maduras se deben a *Phytophthora heveae*. El parásito es fácil de aislar en las pudriciones incipientes, en los peciolo y en la fibra de las nueces ; en cambio resulta más difícil de evidenciar en las pudriciones avanzadas con invasión de bacterias. El cocotero Grande Oeste Africano (GOA) es más sensible a la pudrición del cogollo que el híbrido Enano × Grande, pero la caída de las nueces es más importante en el híbrido relativamente al GOA.

# *Phytophthora heveae* of coconut : Role in bud rot and nutfall

G. QUILLEC (1), J.-L. RENARD (1) and H. GHESQUIÈRE (2)

## INTRODUCTION

Often, the presence of *Phytophthora* in certain coconut rots has been considered as the result of secondary contamination following its establishment as a saprophyte on tissues damaged by tornadoes or lightning. In the last few years, several authors have observed that certain species of *Phytophthora* are directly involved, either in bud rot [1, 6, 7, 9, 10, 11, 13], or in the early fall of unripe nuts [12], or in both [7, 8].

In the Ivory Coast, the first cases of *Phytophthora* were observed in 1977 on West African Tall in a plantation about 20 years old. Later, the disease spread to other plantations, and the first sick Dwarf × Tall hybrids were observed in 1981. Fall of immature nuts occurred in 1982 on the same hybrids. Earlier, nutfall of this kind had passed unnoticed on local coconuts.

Although *Phytophthora* exists throughout the intertropical zone, very few complete studies or methodical trials have been devoted to this subject, due either to the lack of adequate research infrastructures, or to the difficulty of experimenting in smallholdings. In the Ivory Coast, however, where technical problems of this kind have been overcome, it has been possible to set up field trials, and observe them for several years. These studies have improved our knowledge of the development of the disease, and enabled a method or chemical control to be defined, based on the use of systematic fungicides specific for *Phytophthora*.

## I. — BUD ROT

### 1. — Field symptoms.

The planter is often unaware of the existence of a problem in his plantation until the symptoms have reached a very advanced stage. A coconut affected by *Phytophthora* rot has only two or three whorls of lower leaves that are still green, whereas the young leaves and the spear have fallen (Fig. 1). The nuts borne by these leaves remain in place, and finally ripen. The leaves fall off progressively, one by one, starting with the highest ones; the fall of the leaves extends over a period of 8-12 months until only the bare stem remains. If symptoms of this kind are observed at this stage, outside a known context, they may bear a certain resemblance to lightning damage or *Rhynchophorus* attacks. Only recognition of the early symptoms enables a sure diagnosis to be made.

#### Early symptoms.

The wilting of the spear, and often of leaf No. 1, is the first characteristic symptom of *Phytophthora* rot (Fig. 2). Sometimes, the end of one of the young leaves turns yellow and dries up, thus accentuating the symptoms of loss of turgescence (Fig. 3). In all cases, the nuts remain in place, and there are no other visible symptoms, either on the leaves or on the stem. The tilting of the spear is a typical symptom which may sometimes be confused with that resulting from a deep *Oryctes* or *Augosoma* attack. However, in this case, the partly severed spear remains green for some time. This confusion is possible when large trees are involved, and it is therefore necessary to repeat phytosanitary checks to confirm the origin of symptoms.

#### Internal symptoms.

##### Advanced rot.

The dissection of trees with nascent external symptoms often invisible to the untrained eye reveals the existence of an evil-

smelling internal rot, already in an advanced stage of development, with the consistency of soft cheese, and purple to pale pink in colour (Fig. 4). This rot is surrounded by a brown border, and a few brown fibres can be seen towards the base in the unrotted area. The meristem is still unaffected, but it is the poor supply to tissues above it that causes the withering of the spear and the youngest leaves.

#### Developing rot.

The dissection of trees, even with very slight external symptoms, does not enable the point of origin of the rot to be found. For this reason, apparently healthy coconuts situated in disease foci were systematically dissected. These dissections were performed in August and September, 1-2 months after external symptoms normally appear.

Central rot of the stem, totally different in appearance from the advanced rot, may be found in such trees. The tissues are still of a normal consistency, and are white or slightly pink in colour. When the stem tissues are softened and cracked the fungus exists as mycelium. The lower limit is more or less clearly marked by a brown border, whereas the upper limit is much more diffuse and can only be detected by the rapid oxidation of the neighbouring tissues; the meristem is still healthy. A dissection of this kind shows that the rot originates behind the growing point, in the soft tissues of the bud, and not in the spear, in the direction of the meristem.

#### Stationary rot.

This type of rot has also been found on apparently healthy trees, at the level of leaves 15-25, therefore lower down than early developing rot. Patches may be small, 1-4 cm in diameter, when they are off-centre, and contact with the outside can sometimes be seen (Fig. 5). When they are in the centre, they may be 10-15 cm in diameter. They are yellow to light-brown in the middle, surrounded by a strongly marked dark-brown border; this border may be surrounded by a reddish external zone. In the middle, the tissues are sometimes dry in appearance and cracks may form between the conducting fibres since the supporting parenchyma has been destroyed. Some trees display only this type of rot, and the heart and bud are perfectly healthy, but trees may also be observed affected by developing rot, and by totally independent stationary rot lower down.

### 2. — Petiole symptoms.

Light brown speckles are present on the petiole bases of the youngest leaves, and on those of the older leaves large yellowish to brown necrotic areas may be observed (Fig. 6). The same is sometimes true of the peduncles of inflorescences. This type of symptom can also be seen on the petioles of trees unaffected by bud rot, and make it possible to check that *Phytophthora* exists in a plantation where no diseased trees have yet been detected.

### 3. — Dynamics of rot.

It is observed that apparently healthy trees in the contaminated area display symptoms in the petiole bases alone, or also in the stem and bud.

The primary infection probably occurs at the level of the petioles of young leaves of rank 1-5, without causing visible external symptoms. The parasite develops slowly, and it is only when these leaves occupy a rank of at least 10 (3-5 months later) that penetration of the stem may occur. It takes place in the zone of insertion of the petioles, or of the peduncles of contaminated inflorescences, and according to whether or not it reaches the soft tissues of the stem, two types of development may be observed: — either the rot becomes stationary, if it has penetrated too

(1) I.R.H.O., Phytopathology Department, B.P. 8, Dabou (Ivory Coast).

(2) BP V-51, Abidjan (Ivory Coast).

late, or too low down in the root bulb into tissues that are already very woody, and the tree is unaffected ;

— or the rot develops and progresses towards the centre of the root bulb and the top of the tree in the direction of the meristem. The first typical external symptom (withering and tilting of the spear) cannot be detected until the meristem is completely destroyed and the base of the spear affected.

This upward process of development probably explains why the withering of the spear corresponds to an advanced stage of the disease, and not to the initial symptom, as it is generally described in the case of rot descending down the spear. It may be easily conceived that in this case, the elimination of rotten tissues starting with the spear cannot save a coconut, since the meristem is already destroyed. Curative treatment cannot therefore be considered.

The roots are not affected, and continue to supply the tree, which is why the lower leaves remain in place for a very long time, and the tree dies slowly, generally in 6-8 months, but sometimes much longer.

#### 4. — Damage.

The disease only occurs on coconuts aged about 5-6 years. Observations made in smallholdings on West African Tall coconuts show that the external symptoms are visible between October and December. Given the means of development of the rot and the time required to reach the meristem, it appears that the rot needs 4-5 months to invade the entire bud before destroying the meristem. Contamination of the stem and infection therefore occur in about April or May, at the beginning of the main rainy season, and in October or November, at the beginning of the short rainy season (Fig. 7).

Contamination is probably more difficult on large trees (Fig. 8), but the means of propagation of the disease remains unknown. Hybrids are less affected than West African Tall by bud rot, but appear more sensitive to nutfall, perhaps because they are more productive. Nuts that reach maturity, with slight drying of the husk, having escaped contamination at an earlier stage, continue to develop normally and remain healthy.

## II. — NUTFALL

Fall of unripe nuts and bud rot are two totally independent phenomena. A tree suffering from bud rot will not necessarily be affected by nutfall, and conversely, a tree on which nutfall has been observed will not necessarily suffer from internal rot later. In the same plot, nutfall occurs on trees scattered among others that are completely unaffected.

Only large green nuts 8-10 months old are the most receptive to *Phytophthora*. The youngest nuts are generally unaffected probably because they are not contaminated.

### 1. — Symptomatology study.

#### External symptoms.

On the epicarp, these symptoms are found in the form of irregularly-shaped mottled areas, light-brown to brown in the centre and yellowish at the edges, with a more or less clearly defined translucent border. If the attack is an old one, contamination by secondary fungi such as *Thielaviopsis* sp. results in dark-brown to black colouring (Fig. 9). The patches may appear towards the base close to the floral parts, or only in the equatorial area ; this indicates that contamination occurs mainly in the region of the perianth, and sometimes *Phytophthora* enters the nut from the peduncle of the inflorescence. Often, the size of the patches is no indication of the seriousness of the attack since *Phytophthora* penetrates into the still soft tissues of the mesocarp, and moves preferentially towards the young tissues of the abscission area. This is why nutfall sometimes occurs very soon after the first external symptoms are detected.

Such symptoms must not be confused with those caused either by disorders of physiological origin (drought, crowding in the bunch, etc.), which are characterized by generalized, uniform browning of the nut starting from the point of attachment, or with serious *Eriophyes* or *Pseudotheraptus* damage.

#### Internal symptoms.

Internal symptoms are constant, with lysis of copra in patches. This copra becomes translucent, and may be swollen when it no

longer adheres to the shell. Penetration of *Phytophthora* into the nut can occur either directly through the endocarp when it is not yet permanently formed, or through the germinative pores when the shell has already hardened.

### 2. — Damage.

Fall of unripe nuts begins with the appearance of the first heavy showers heralding the rainy season i.e., in May under Ivory Coast conditions. Nutfall may continue for the next three to four months, but the maximum fall usually occurs on average two or three months after the appearance of the first cases. At this stage, the circles round some coconuts contain 30-40 large green fallen, diseased nuts ; an average of 10-15 nuts per tree is quite common, representing an overall loss in yield of 10-20 p. 100. In general, it is whole bunches that lose their nuts.

## III. — SEARCH FOR THE CAUSAL AGENT

### 1. — Material and methods.

Since the symptoms are similar to those described elsewhere [Graham, 1971 ; Child, 1974], culture media selective for the isolation of *Pythiaceae* were used.

#### Gelose medium (G) :

- gelose 20 g,
- distilled water q.s. 1 000 ml.

#### MBP medium :

- malt 20 g,
- gelose 20 g,
- Benlate 25 ppm (12.5 ppm benomyl),
- Bi-penicillin G 10<sup>6</sup> IU 2 ml,
- distilled water q.s. 1 000 ml.

Isolations were performed on damaged tissues from trees affected by bud rot and on leaf petioles. It is not until more recently that the same media have been used for isolating the nut parasite.

### 2. — Results.

#### Location of *Phytophthora*.

The media did enable the existence of a *Phytophthora* to be revealed, and to give its exact location in the different organs of a sick coconut.

Although it is easily isolated from the yellowish-brown necrotic areas of from the small brown patches on the petiole bases, the same is not true of the internal tissues of the root bulb. Indeed, in advanced rot, isolations were always negative, and only bacteria and some fungi such as *Penicillium* sp., *Fusarium solani*, *Cephalosporium* sp. and *Cylindrocladium* sp. were sometimes observed. On the contrary, in young developing rot, *Phytophthora* was found on the edges, and sometimes in the centre as mycelium. In some stationary rots, it tended to be confined to the centre, sometimes also as mycelium visible to the naked eye.

On nuts, it is easily isolated from the yellow to light-brown patches on the husk, the unhardened shell, and even the meat. Mycelial aggregates can be easily detected in the water. On fallen nuts, oospores form rapidly, and it is difficult to isolate the parasite from these forms of resistance in a dormant state.

#### Characteristics of *Phytophthora*.

According to the areas from which it is taken, *Phytophthora* may exist in pure form. After three days' incubation at 25 °C, the mycelial hyphae are clearly seen round the plant fragment, and production of sporocysts may already occur on G medium, whereas it is exceptional on MBP medium. By subculture of the wild strain, the thallus has difficulty growing on gelose, and sporocyst production is low. Its growth is reduced at 30 °C, and is nil at 35 °C. This is a homothallic species, and its oospore production, with amphigynous antheridia in pure cultures, is very high, especially on V8 and MBP media, or on a medium based on coconut bud. These characteristics correspond to *Phytophthora heveae*, and confirmation has been given by Brasier [3].

This fungus, inoculated with the aid of a needle into bud tissues of a nursery coconut (10 months old), reproduces the symptoms of bud rot observed on old coconuts. The same is true for young



plants in the field (18 months), when inoculation is performed without wounding the spear, using an inoculum consisting of crushed mycelium. In both cases, the fungus could be reisolated. Inoculation of nuts by wounding also reproduces the naturally-occurring symptoms observed in plantations. Although *Phytophthora heveae* is the primary agent in the induction of the rot, it is very rapidly confronted with abundant bacterial development, which takes over and prolongs the maceration of tissues. At this stage, *Phytophthora* has almost completely disappeared from the tissues and is very difficult to isolate.

Bacterial analysis of the rot reveals that all the bacteria isolated are Gram- and mobile, and that they all belong to the enterobacteria family of the genus *Erwinia*. These bacteria, inoculated into the coconut bud, never induce rot. They are, in fact, saprophytic, and their development only becomes possible after rot has been initiated by *Phytophthora heveae*.

## CONCLUSIONS

*Phytophthora* rot of coconut has developed considerably in the Ivory Coast during the last few years. The reasons for this

extension are unknown. The *Phytophthora heveae* at the root of this damage is known in other regions of the world; it has been noted in Vanuatu [11], and has been isolated in French Polynesia [10]. The most commonly cited species on coconut is *P. palmivora*. This is a very polyphagous parasite, long known on coconut [4, 5], but which also causes damage to oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.), palmyra (*Borassus flabellifer*) [9], and Washingtonia [2]. *Phytophthora* rots of coconut are also known in Central America [8, 12, 13], and in the Philippines, where serious damage has been recently reported [1]. *P. heveae* appears less polyphagous than *P. palmivora*, since in the Ivory Coast, oil palm plantations situated near sick coconut groves are unaffected. The WAT is more sensitive than the hybrid, although the latter is much more seriously affected by nutfall, since the large number of nuts on the same tree favour contamination and the spread of the parasite from one nut to another.

In the absence of curative treatment, chemical control using molecules specific for *Phytophthora*, such as phosethyl AL (Aliette, Rhône-Poulenc) or metalaxyl (Ridomil, Ciba-Geigy), is possible, but the cost of such treatments makes the operation profitable only in very productive coconut plantations at a time when copra prices are high.

(to be continued)

## Bibliographie

### RECHERCHE D'UNE MÉTHODE D'OBTENTION D'HAPLOÏDES *IN VITRO* DE *COCOS NUCIFERA* L.

#### RESEARCH FOR A METHOD OF OBTAINING HAPLOIDS OF *COCOS NUCIFERA* L. *IN VITRO*

Soizick MONFORT

Thèse 3<sup>e</sup> Cycle, Université de Paris-Sud, Centre d'Orsay, France, 13 avril 1984, rés. angl., 90 p., 116 réf., 8 tabl., 10 fig. h.t. en noir et en couleur, 15 pl. en noir, 13 diagr., 4 courbes.

L'objet de cette thèse est la recherche d'une méthode d'obtention d'haploïdes chez *Cocos nucifera* par la culture *in vitro*.

Le premier chapitre est consacré à l'étude détaillée de la gamétogenèse mâle et femelle et du développement de l'embryon zygotique.

Le deuxième chapitre concerne les essais de culture des gamétophytes mâles et femelles. La gynogenèse n'a pas donné de résultats intéressants en raison de la structure morphologique de l'ovaire, rendant les manipulations stériles difficiles. Par contre, l'androgenèse a été pratiquée avec succès. Les conditions de la culture des anthères ont été définies : stade optimal de mise en culture, conditions permettant une diminution des phénomènes de brunissement (action des phytohormones, de l'acide triiodobenzoïque et du charbon actif), effet des traitements thermiques sur les inflorescences avant la culture et sur les anthères pendant la culture, action des différents constituants du milieu de culture (saccharose, eau de coco, kinétine, glutamine, agarose, agar) et effet du repiquage des anthères pendant la culture.

Des embryons ont été obtenus sur les milieux ralentissant le brunissement des anthères en début de culture.

Les limites de la méthode d'obtention d'haploïde de cocotier retenue et les conditions d'obtention d'embryons sont discutées.

*This thesis is devoted to research for a method of obtaining haploids of Cocos nucifera L. by in vitro culture.*

*The first chapter gives a detailed study of male and female gametogenesis and the development of the zygotic embryo.*

*The second chapter concerns male and female gametophyte culture trials. Gynogenesis has not given any interesting results because of the morphological structure of the ovary, which makes sterile manipulations difficult. On the other hand, androgenesis has been successful. Conditions for anther culture have been defined: optimum stage for start of culture, conditions which will reduce browning (action of phytohormones, of triiodobenzoic acid, of active charcoal), effect of heat treatments on inflorescences before culture and anthers during it, action of the different components of the culture medium (saccharose, coconut water, kinetine, glutamine, agarose, agar) and the effect of pricking out the anthers during culture.*

*Embryos were obtained on media which slowed down browning of the anthers at the start of culture.*

*The limits of the method of obtaining coconut haploids and the conditions for producing embryos are discussed.*