

LA FUSARIOSE DU PALMIER A HUILE

par Jean-Luc Renard* et André Ravisé**

La Fusariose du palmier à huile, due à *Fusarium oxysporum* f. sp. *elaeidis* (FOE), est la maladie la plus grave de cette culture en Afrique, où elle concerne environ 600 000 hectares de palmeraies. C'est un facteur limitant en replantation où certains croisements présentent 25 % d'arbres infectés en huit années.

Il n'existe aucun moyen de lutte chimique satisfaisant pour lutter contre cette maladie. Mais des recherches récentes sur les mécanismes de défense de la plante en réaction à *F.o* f. sp. *elaeidis*, avec production de phytoalexines, laissent entrevoir la possibilité de nouvelles méthodes de lutte.

Parmi les maladies du palmier à huile, la Fusariose est celle qui revêt le plus d'importance en Afrique. Elle a été identifiée pour la première fois par Wardlaw en 1946 (1)***. Connue en Afrique de l'Ouest et en Afrique Centrale (Côte-d'Ivoire, Bénin, Cameroun, Congo et Zaïre) elle a été signalée pour la première fois au Brésil en 1983 (2).

A plus ou moins long terme, 500 000 ha de replantations sont concernés par la maladie en Afrique. La localisation du parasite, aussi bien dans le sol que dans la plante, rend la lutte difficile et l'emploi de fongicide est impossible sur de grandes surfaces. Depuis longtemps, il est apparu des différences très nettes de comportement liées aux croisements. C'est sur cette base qu'un programme d'amélioration de la résistance a été commencé.

LES SYMPTÔMES

L'expression de la maladie est extrêmement variable; elle dépend de l'âge de la plante, du niveau d'infection, de la sensibilité du matériel végétal et des facteurs du milieu.

Sur palmier en production

• Symptômes typiques

Les feuilles basses se dessèchent, le rachis se casse au tiers environ à partir de la base et les feuilles pendent le long du stipe. Les jeunes feuilles ont une croissance ralentie, deviennent jaune verdâtre et sont souvent rabougries. La section des pétioles des feuilles basses présente parfois des fibres brunes. A un mètre environ au-dessus du sol, le stipe renferme des fibres brunes plus nombreuses à la périphérie qu'au centre. La mort peut intervenir trois à quatre mois après les premiers symptômes par dessèchement généralisé du feuillage.

• Symptômes chroniques

Souvent, les palmiers atteints de symptômes typiques ne meurent pas, les feuilles sèches tombent puis le palmier

émet deux, trois ou quatre flèches qui s'ouvrent très lentement; le stipe se retrécit et prend l'aspect d'une pointe de crayon. A la différence des arbres à symptômes typiques, les fibres brunes sont rares au sommet du stipe et presque toujours absentes dans les pétioles des feuilles. La production est réduite ou nulle. Le palmier peut survivre plusieurs années, mais mourir à la faveur d'une saison sèche accentuée.

Sur palmiers de 1 à 4 ans

La maladie se manifeste par le jaunissement puis le brunissement d'une feuille moyenne de la couronne. Ces symptômes gagnent les feuilles voisines de même niveau, puis les feuilles basses. La coupe du pétiole des feuilles jaunes ainsi que celle du bulbe présentent des fibres brunes. Quelques arbres atteints meurent rapidement, d'autres survivent, émettent des feuilles courtes, plus ou moins dressées; le palmier rabougri pousse lentement et ne produira pas. Certains jaunissements non accompagnés de dessèchement disparaissent totalement et la croissance du plant redevient quasiment normale.

En préépinière

Exceptionnelle à ce stade, la Fusariose ne se manifeste qu'après inoculation du parasite au niveau des racines (rabougrissement des jeunes feuilles souvent accompagné de jaunissement).

LES DÉGÂTS

Dans les conditions les plus défavorables en première génération, les pertes cumulées sont inférieures à 1 % d'arbres par année de culture, avec apparition de la maladie au plus tôt sept à huit ans après la plantation.

En replantation en secteur fusarié, l'incidence de la maladie est plus sévère. Dans les zones traditionnellement atteintes par la Fusariose, la maladie apparaît un à deux ans après la plantation et son évolution est d'au moins 2 % de plants fusariés par année de plantation sur du matériel végétal sensible.

Les pertes de production sont de l'ordre de 0,9 % en poids pour 1 % de palmiers fusariés; dans les plantations infectées, la chute de production peut atteindre environ 30 % entre quinze et vingt ans.

LES MOYENS DE LUTTE

Amélioration de la résistance

Les différences de comportement sur le terrain en liaison avec l'origine du matériel végétal ont amené à retenir ce critère dans le programme général d'amélioration du palmier à huile, basé sur la sélection récurrente réciproque (3). La reproduction des symptômes de la maladie en préépinière, par inoculation artificielle, a permis de mettre au point un test précoce pour apprécier la sensibilité des croisements (4). Ce test est effectué à raison de 160 plantules par croisement (huit répétitions de vingt plants); chaque année, 600 à 700 croisements différents sont testés.

A l'intérieur, chaque croisement est caractérisé par un indice qui est le rapport du pourcentage moyen de plants infestés d'un croisement sur le pourcentage moyen de plants malades de toute la série (4). Plus l'indice est faible, plus la lignée est tolérante. A partir de ces données de base sur chaque croisement, l'indice moyen d'un géniteur est obtenu en faisant la moyenne des indices des croisements dans lesquels il intervient. De même, les lignées appartenant à une même reproduction sont regroupées et un indice moyen est calculé. La valeur de l'indice, elle-même, est importante, mais également le nombre de croisements d'indice inférieur ou supérieur à 100, dans chaque reproduction (tableau I). Ainsi, peuvent être comparées entre elles les différentes reproductions, certaines étant plus tolérantes (5).

Ces tests sont étendus à tous les croisements produits, aux introductions de différentes origines résultant des prospections ainsi qu'aux *Elaeis oleifera* (6).

Au champ, les croisements d'indice inférieur à 100 sont plantés en zone fusariée. Les différences de comportement obtenues dans les tests se retrouvent au champ et on constate qu'en replantation, tous ces croisements sont plus tolérants que le croisement témoin considéré comme l'un des plus tolérants en première génération. Bien que le pourcentage de plants fusariés paraisse assez élevé, ceci dû au système de notation sévère, cette différence entre la lignée témoin et les lignées sélectionnées démontre le progrès accompli depuis une dizaine d'années par la sélection (tableau I). La maladie progresse rapidement durant les deux ou trois premières années en replantation, les nouveaux cas devenant plus rares ensuite. Il faut donc considérer la Fusariose surtout comme une maladie du jeune âge en replantation, et pour cela, il paraît essentiel d'intervenir le plus tôt possible pour diminuer les risques de contamination des jeunes plants (7).

* IRHO/CIRAD, Montpellier.

** Laboratoire de Phytopathologie, ORSTOM, Bondy.

*** Les chiffres entre parenthèses renvoient à la bibliographie.

Tableau 1 — Classement des hybrides reproduits sur la base des résultats du test et du comportement au champ (toutes années confondues).

Hybrides reproduits	Comportement en préépinière			Comportement au champ			
	Nombre de croisements testés	% de croisements d'indice (I)			Nombre d'arbres plantés	% moyen de Fusariose	Indice moyen
		< 100	> 100	I moyen			
D115D × L2T	92	74	26	79	7869	1,0	64
D5D × L5T	33	55	45	95	5048	1,1	81
D118D × L2T	55	67	33	87	9922	1,9	75
D10D × L2T	428	60	40	91	31603	2,0	78
D118D × L451T	44	57	43	100	8987	2,1	81
L407D × L451T	65	15	85	132	1469	3,8	90
Lignée témoin.....						5,2	

Tableau 2 - Analyse comparative des teneurs en composés phénoliques dans les tissus de racines de palmiers à huile inoculés et de palmiers inoculés et traités par l'acide arachidonique en serre.

Numéros de semis	Croisements	Hybrides reproduits	Indices	FoE	FoE + ara
701	L451T autof.	—	85*	2384	—
714	—	D115D × L2T	111	2640	3000
83 I(a)	—	D115D × L2T	—	1086	1474
83 II(a)	—	D115D × L2T	—	628	1518
83 III(a)	—	D115D × L2T	—	439	476
702	L9T × L431T	L9T × L431T	90*	2314	1664
1	L5161D × L601P	(L269D × D115D) × L2T	88	3525	5301
6	L5215D × L1584P	(L269D × D115D) × L2T	71	5106	5333
346	L4869D × L1583P	(L269D × D115D) × L2T	91	1148	2453
372	L4939D × L2227P	(L269D × D115D) × L2T	121	1830	2330
357	L5157D × L1570P	(L269D × D115D) × L2T	99	2060	1640
358	L5157D × L2257P	(L269D × D115D) × L2T	142	3050	4820
374	L5089D × L1583P	(L269D × D115D) × L2T	73	1420	3280
32	L4565D × 5335P	(L269D × D115D) × (L2T×L5T)	71	4304	5073
33	L5155D × L5336P	(L269D × D115D) × (L2T×L5T)	74	971	679

Résultats exprimés en µg d'équivalent d'acide chlorogénique par g de tissu frais.

* Indices moyens parentaux.

(a) Plants issus de multiplication végétative.

FoE : plants inoculés par *Fusarium oxysporum* f.sp. *elaeidis*.

FoE + ara : plants inoculés par *Fusarium oxysporum* f.sp. *elaeidis* et traités par l'acide arachidonique.

Incidence du milieu et des méthodes culturales

En replantation, la proximité du site de la souche (extirpée ou non) du palmier abattu représente une source importante d'inoculum. Il a été observé, puis démontré expérimentalement en replantation, que plus le jeune palmier est loin de l'emplacement d'une souche, plus il échappe à la maladie dans le jeune âge (7). Les premiers palmiers fusariés apparaissent toujours en replantation à l'emplacement des foyers de maladie ou sur les lignées sensibles de première génération, mais la manifestation de la maladie ne dépend pas tant des dégâts globalement enregistrés au cours de la première génération que de la façon dont elle s'est exprimée alors; ce sont, en particulier, les palmiers les plus récemment atteints avant replantation qui sont les plus préjudiciables aux jeunes palmiers.

Le maintien du sol nu, par labours successifs, durant les trois premières années de plantation est un facteur qui diminue l'incidence de la Fusariose (7,4 %

contre 12,4 %). Mais, sur le plan agronomique, cette technique ne peut être retenue en zone tropicale (7). La plante de couverture a une incidence sur la Fusariose: *Calapogonium coeruleum* (légumineuse de couverture en plantation) favorise plus son développement que *Pueraria javanica* ou *Centrosana pubescens*.

Une bonne fumure potassique gérée sur la base du diagnostic foliaire réduit les dégâts en première génération (8). En seconde génération, les sols sont suffisamment pourvus en potassium pour que le problème ne se pose pas.

LES FACTEURS DE RÉSISTANCE

Barrières physiologiques

Chez les plants issus de lignées tolérantes à la Fusariose interviennent, dès la première semaine suivant l'inoculation, des modifications physiologiques importantes (9). Elles persistent pendant toute la durée des tests en préépinière ou en serre. De surcroît, au sein de chaque lignée, il existe des plants d'aspect sain

(d'autant plus nombreux que l'indice de Fusariose est bas) et des plants fusariés; nous observons entre ces deux catégories des différences significatives de réactions de défense (10).

Au stade actuel des investigations, une quinzaine de substances inhibitrices pour le parasite *in vitro* sont accumulées dans les tissus des racines et des pseudo bulbes des plants résistants. Elles dérivent de deux voies de biosynthèse: celle de l'acétyl co enzyme A vers des dérivés des lipides, celle de l'acide shikimique vers des composés phénoliques. Cette voie semble la plus fortement stimulée. En particulier, des dérivés de l'acide benzoïque (p hydroxybenzoate d'éthyle, p hydroxybenzaldéhyde, acides di- et trihydroxybenzoïque), des acides cinnamiques (p coumarique, caféique, férulique) ainsi que leurs dérivés, des flavonoïdes s'accumulent dans les tissus.

Leurs teneurs, selon le niveau de tolérance des lignées, sont maintenant déterminées par des techniques de dosage et de chromatographie, d'une part, sur plaques de silice, d'autre part, en chromatographie liquide à haute performance (CLHP) avec différents systèmes d'élution. En outre, sont vérifiées au laboratoire les propriétés inhibitrices *in vitro* des facteurs de résistance pour la germination des spores du parasite.

Stimuler les réactions de défense

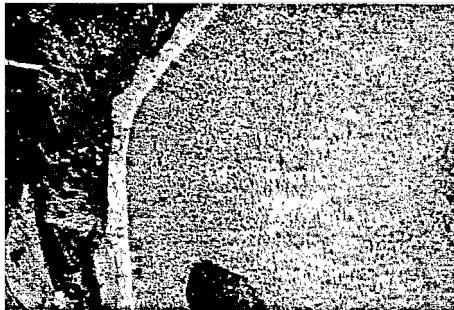
En préépinière, l'indice de tolérance à la Fusariose peut être amélioré par la prémunition. Cette technique consiste à inoculer les plants avec une souche avirulente de *F. oxysporum* dix jours avant l'infection par le parasite. L'analyse comparative des extraits de tissus de plants inoculés et de plans prémunis, puis inoculés, révèle chez ces derniers de plus fortes teneurs en composés phénoliques et une accumulation accrue de facteurs de résistance (11). Lorsque par prémunition, la tolérance d'une lignée passe de 75 % à 95 % de plants sains, les teneurs en composés phénoliques augmentent d'environ 20 % dans les tissus. Des variations quantitatives en substances phénoliques sont décelées suivant l'aptitude prémunisante de souches de *F. oxysporum* du sol ou isolées de tissus de palmier à huile.

Par analogie avec les mécanismes présumés de prémunition, des éliciteurs fongicides (hexoses amines proches des éliciteurs des *Fusarium* sp.; acide arachidonique, l'un des éliciteurs du *Phytophthora parasitica*) sont appliqués à différentes lignées de palmiers à huile avant, lors ou après l'inoculation expérimentale. Ces substances stimulent, en présence du parasite, la synthèse des facteurs de résistance.

Les recherches concernent 24 lignées issues de graines et 8 clones provenant de multiplication végétative avec des plants âgés de 4 à 24 mois. Le tableau 2 (extrait de la thèse de B. Taquet) indique la modulation des teneurs en composés phénoliques chez plusieurs lignées tolérantes à la Fusariose.



Symptôme typique de la Fusariose sur palmier adulte. Dessèchement et cassure des feuilles basses.



Coupe transversale du stipe. Fibres brunes caractéristiques de la Fusariose.

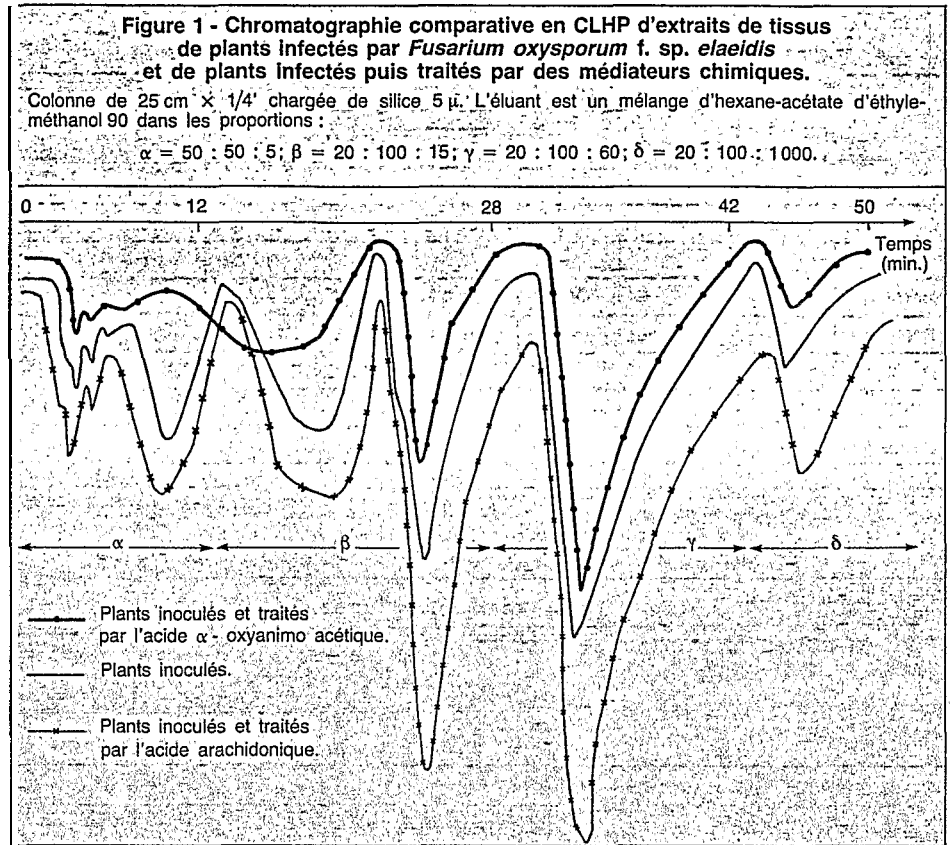
L'intensité de la modulation des réactions de défense provoquée par l'application d'éliciteur dépend de la plasticité des lignées et des clones de palmiers à huile. La comparaison de l'effet de l'application d'un inhibiteur de synthèse des phénols, l'acide α -oxyamino acétique, à celui d'un éliciteur (acide arachidonique) permet d'affirmer qu'il s'agit d'une réaction active de la plante. La figure 1 indique, en CLHP, les différences selon les traitements appliqués, des réactions à l'infection expérimentale.

Les tests de toxicité *in vitro* réalisés avec les extraits de tissus correspondants confirment les résultats analytiques.

Perspectives d'application

La correspondance entre les observations en préépinières sur l'indice de Fusariose des lignées et les résultats analytiques permet de disposer de deux outils complémentaires pour l'appréciation de la tolérance des différents croisements. C'est pourquoi, vient d'être créé à l'IRHO, au sein de la plantation expérimentale Robert Michaux à Dabou (Côte-d'Ivoire), une unité d'analyse biochimique.

La stimulation des réactions de défense par l'acide arachidonique est importante, en serre, lorsque l'éliciteur est appliqué lors de l'infection expérimentale. Cependant, lors d'applications différées de deux ou trois semaines après l'inoculation — le



parasite ayant déjà progressé dans les tissus — l'acide arachidonique provoque aussi une augmentation des synthèses de facteurs de résistance par rapport au témoin inoculé (12). La persistance de l'effet du traitement est en cours d'étude.

Ce modèle, avec d'autres produits éliciteurs, tend vers la recherche d'une méthode curative en début d'infection et l'obtention d'une longue rémanence de la stimulation des défenses de l'hôte. Cette perspective de lutte est complémentaire de la résistance génétique lors d'une phase critique (replantation en zone fusariée).

CONCLUSION

Outre la sélection de matériel végétal tolérant une stratégie de lutte intégrée doit prendre en compte les composants du milieu. De plus, des résultats intéressants relatifs à la modulation des réactions de défense du palmier à huile permettent d'envisager d'y associer la participation active de la plante, ceci ayant, entre autres avantages, celui de ne pas exercer de pression de sélection sur le pathogène. ■

RÉSUMÉ

Fusarium oxysporum f. sp. *elaeidis* est le parasite du palmier à huile le plus répandu en Afrique. Les tests d'inoculation en préépinière permettent la sélection de croisements tolérants au champ, en zone fusariée. Les techniques culturales (dispositif de plantation, sol nu, plantes de couverture et fumures) ont une incidence sur l'expression des symptômes. Les caractères de tolérance sont associés à l'accumulation dans la plante de substances inhibitrices pour *F.o.* f. sp. *elaeidis*. La réaction est modulable et cette propriété permet d'envisager une nouvelle voie en matière de lutte contre la maladie.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 — WARDLAW C.W., 1946 — *Fusarium oxysporum* on the oil palm — *Nature*, G.B., 158 : 17-...
- 2 — LANDE (VAN DE) H.L., 1983 — Vascular wilt of oil palm (*E. guineensis* Jacq.) in Brazil - *Oil Palm News*, 1983, 26, p. 3.
- 3 — MEUNIER J. et J.-P. GASCON, 1972 — Le schéma général d'amélioration du palmier à huile à l'IRHO — *Oléagineux*, 27, 1 : 1-12.
- 4 — RENARD J.-L., J.-P. GASCON, A. BACHY, 1972 — Recherches sur la Fusariose du palmier à huile — *Oléagineux*, 27, 12 : 581-591.
- 5 — RENARD J.-L., J. MEUNIER, 1983 — *Research for durable resistance to vascular wilt disease from durable resistance in crops* — Ed. by Lambert, J.-M. Waller and N.A. Van der Graaf, p. 287-290.
- 6 — RENARD J.-L., J.-M. NOIRET et J. MEUNIER, 1980 — Sources et gammes de résistance à la Fusariose chez le palmier à huile — *Oléagineux*, 35, 8-9, 387-393.
- 7 — RENARD J.-L. et G. QUILLÉC, 1983 — Fusariose et replantation. Éléments à prendre en considération pour les replantations de palmier à huile en zone fusariée en Afrique de l'Ouest — *Oléagineux*, 38, 7, Conseil de l'IRHO n° 235 : 421-427.
- 8 — OLLAGNIER M. et J.-L. RENARD, 1976 — Influence du potassium sur la résistance du palmier à huile à la Fusariose — *Oléagineux*, 31, 5 : 203-209.
- 9 — TAQUET B., 1985 — *Les mécanismes physiologiques de la réaction de défense du palmier à huile contre la fusariose vasculaire. Application à la recherche de nouveaux moyens de lutte*. Thèse de 3^e cycle, Université de Paris VI, 151 p.
- 10 — TAQUET B., A. RAVISE, J.-L. RENARD et G. KUNESCH, 1985 — *Modulation des réactions de défense du palmier à huile contre le Fusarium oxysporum f. sp. elaeidis (Schlecht) Toovey. Applications : prémunition et stimulation chimique*.
- 11 — TAQUET B., J.-L. RENARD et A. RAVISE, 1983 — *Contribution de la prémunition d'Elaeis guineensis à la tolérance à Fusarium oxysporum f. sp. elaeidis*. Comm. au 25^e coll. de la Sté Fse de Phytopathologie, Toulouse 18 nov. 1983; résumé in *Agronomie*, 7, 108.
- 12 — TAQUET B., A. VERNENGI S., DIABATE, P.V. SUBBA RAO, R. PELLETIER, J.-L. RENARD et A. RAVISE, 1985 — *Essais de stimulation de la tolérance du palmier à huile à la Fusariose vasculaire par application d'éliciteurs*. Comm. au Coll. franco-britannique commémoratif du centenaire de la bouillie bordelaise : Bordeaux 5-7 septembre 1985; résumé dans les actes du coll. *Fungicides for crop protection*; B.C.P.P. monograph n° 31, 289-292.