

# CONTRIBUTION À L'ÉTUDE DU COMPORTEMENT DES FEUILLES DE CACAOYER ENVERS LE *PHYTOPHTHORA PALMIVORA*

M. TARJOT

*Maître de recherches de l'ORSTOM  
Chef du Laboratoire de phytopathologie  
au Centre de recherches de l'IFCC en Côte d'Ivoire*

## INTRODUCTION

Les inoculations expérimentales réalisées en vue d'estimer le comportement des cacaoyers envers le *Phytophthora palmivora* sont en général effectuées sur la cabosse elle-même : puisque l'organe attaqué est le fruit, c'est son comportement qu'il faut étudier.

Les inoculations sur cabosses ne présentent pas de difficultés du point de vue technique.

Le défaut de la méthode consistant à travailler sur cet organe réside dans le long laps de temps qui s'écoule entre le début des essais destinés à augmenter les caractères de résistance envers le parasite (croisements entre deux arbres intéressants ou autofécondations) et le moment de la récolte des premiers fruits dont la résistance à *P.p.* pourra être évaluée.

Trois à quatre années semblent être une durée qu'il est difficile de raccourcir.

Il serait donc intéressant de travailler sur d'autres organes de l'arbre qui permettraient d'apprécier le degré de résistance sur jeunes plants et de gagner un temps appréciable.

L'utilisation d'un organe autre que la cabosse doit répondre à deux critères :

— il faut être certain que le comportement de cet organe variera dans le même sens que celui de la cabosse ;

— il faut que l'appréciation du degré de résistance puisse se faire facilement et rapidement.

Nous avons pensé que les feuilles pourraient servir de matériel d'étude.

## LES INOCULATIONS SUR FEUILLES

Les attaques foliaires du *Phytophthora palmivora* peuvent être observées sur des cacaoyers adultes pendant la saison des pluies. Ce sont surtout les jeunes feuilles issues de « flushs » récents qui sont atteintes. Il peut en résulter la défoliation de quelques branches.

De même, on signale fréquemment des dégâts causés par le parasite sur de jeunes plants en pépinière, surtout lorsque celle-ci est trop ombragée ou située dans un microclimat très humide, ou lorsque les arrosages sont trop rapprochés.

28 FEV. 1973  
333

O. R. S. T. O. M.

Collection de Références

n°

5950 Phyto

## Symptômes

On note sur les feuilles atteintes l'apparition de taches jaunâtres qui finissent par envahir tout le limbe. La feuille est alors perdue et tombe.

Sur jeunes cacaoyers en pépinière, l'attaque débute par le sommet du plant. Les feuilles sont atteintes, de même que la tige, et le parasite avance dans les tissus vers la base de la plante. Un arrêt de la maladie peut se produire : s'il survient avant que la dernière feuille (en partant du sommet) ne soit atteinte, le bourgeon axillaire se développera et la jeune plante sera sauvée. Si l'agent pathogène dépasse le niveau de la dernière feuille, il y a en général mort de la plante.

## Expérience

Expérimentalement, on peut reproduire au laboratoire les symptômes de la maladie en pulvérisant une suspension de zoospores de *P. p.* sur des feuilles coupées.

Cependant, la manipulation d'un grand nombre de feuilles coupées, qu'il est nécessaire de maintenir en atmosphère saturée en vapeur d'eau, et dont les pédoncules doivent tremper dans l'eau, ne nous est pas apparue d'un emploi commode.

On a alors procédé à des inoculations sur **disques de feuilles** flottant sur un liquide de conservation et maintenus en survie. Les résultats ont été positifs.

On découpe avec un emporte-pièce des disques de 5 cm de diamètre dans les feuilles à étudier.

On a d'abord utilisé, comme liquide de conservation, une solution de Knop diluée au 1/2, puis simplement de l'eau distillée qui permet un bon maintien en survie.

Des essais préliminaires ont permis de montrer que les meilleurs résultats étaient obtenus lorsque l'inoculation était pratiquée sur la face inférieure

de la feuille (la face supérieure étant en contact avec l'eau distillée).

Les disques de feuilles sont mis à flotter dans des cristallisoirs renfermant de l'eau distillée. L'inoculation s'effectue en déposant une goutte de suspension de zoospores (200 à 300/mm<sup>3</sup>) au centre du disque ; on recouvre ensuite le cristallisoir avec une plaque de verre.

Après 24 h environ apparaissent à l'emplacement de l'inoculum de petites ponctuations noivrâtres, puis après un temps plus ou moins long une tache jaunâtre se développe, elle envahira tout le disque. Si on attend encore, on observera fréquemment l'apparition, à la surface du disque, de filaments mycéliens porteurs de sporanges.

On retrouve donc sur feuilles un développement de la maladie très comparable à celui observé sur cabosses : d'abord de petites ponctuations qui marquent la réaction des tissus à la pénétration du parasite, puis une période de contamination de durée variable et enfin l'envahissement des tissus se traduisant, dans ce cas, par une tache jaunâtre et dans l'autre par la pourriture de la cabosse.

Ce parallélisme nous a conduit à choisir comme critère de sensibilité la période de contamination s'écoulant entre le dépôt des zoospores et l'apparition de la tache jaunâtre.

Dans d'autres essais préliminaires, on a effectué la lecture des résultats : 5 jours, 10 jours, 15 jours, 20 jours après le dépôt des zoospores sur le disque foliaire.

Il est apparu que la période de 10 jours constituait le début de l'asymptote de la courbe des infections réussies par rapport au temps. Après ce laps de temps, la plupart des disques de feuilles susceptibles d'être attaqués le sont et on obtiendra de faibles augmentations du pourcentage de réussite en attendant 15 ou 20 jours.

On a donc fixé comme **critère de lecture des résultats** : le pourcentage de disques infectés 10 jours après le dépôt des zoospores sur ceux-ci.

## VARIATION DE LA SENSIBILITÉ DES FEUILLES EN FONCTION DE LEUR ÂGE

Nous avons arbitrairement divisé le développement de la feuille en quatre stades :

— stade J : jeunes feuilles commençant à se développer après le « flush », en général de couleur rose ;

— stade 1 : feuilles beaucoup plus développées, sans avoir cependant atteint leur taille définitive ;

le limbe est de couleur vert pâle et sa texture est tendre et molle ;

— stade 2 : la feuille a atteint son stade de développement maximum ; sa couleur est vert « moyen » et le limbe n'a pas atteint sa rigidité définitive ;

— stade 3 : ce sont les feuilles adultes, de couleur vert soutenu, au limbe rigide.

On a essayé de préparer des disques de feuilles à partir de ces quatre types. Une difficulté est immédiatement apparue : les disques foliaires des stades J et 1 se maintiennent très mal à la surface de l'eau distillée et s'enfoncent plus ou moins rapidement à l'intérieur du liquide. Par contre, les disques foliaires des stades 2 et 3 flottent bien.

On a donc abandonné, pour le premier essai seulement, la technique du disque de feuille, et les inoculations expérimentales sont réalisées sur feuilles entières. Pour tous les autres essais qui suivent, on a opéré sur disques.

## Inoculations sur feuilles de cacao-yers Amelonado

Le matériel végétal provient de cacaoyers Amelonado. On pulvérise sur les feuilles entières une suspension de zoospores à l'aide d'un pulvérisateur à chromatographie. On les place en chambre humide et leur pédoncule est plongé dans des récipients renfermant de l'eau distillée.

Les feuilles de stade J sont celles qui ont montré le maximum de sensibilité envers l'agent pathogène. Les taches jaunâtres apparaissent environ deux jours après le dépôt des zoospores.

Pour le stade 1, on relève une période de contamination d'environ trois jours ; de quatre à cinq jours pour le stade 2 et enfin de six à huit jours pour le stade 3.

On peut relever une première différence entre le comportement de la feuille et celui de la cabosse : les feuilles voient leur sensibilité diminuer au fur et à mesure de leur développement, alors que l'inverse se produit chez la cabosse où les chérelles sont les plus résistantes et les fruits mûrs les plus sensibles.

Le choix d'un stade de développement précis apparaît donc nécessaire pour les inoculations foliaires, de même que pour les inoculations sur fruits.

## Inoculations sur feuilles de cacao-yers Haut-Amazoniens et Trinitario

Des inoculations expérimentales ont été réalisées sur disques de feuilles de différents cacaoyers Haut-Amazoniens et Trinitario. On connaît déjà le comportement des cabosses de ces arbres envers l'agent pathogène. Les disques sont prélevés sur feuilles de 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> stade.

Parallèlement aux inoculations ainsi réalisées,

on effectue le même travail sur feuilles de cacaoyers Amelonado (témoins).

On calcule la moyenne des infections réussies pour ces stades 2 et 3, de façon à n'avoir qu'une donnée unique.

Dans l'expression des résultats, on affecte arbitrairement au témoin Amelonado un pourcentage d'infections réussies de 100 et l'on calcule, dans ces conditions, quel pourcentage peut être attribué à chacun des arbres Haut-Amazoniens et Trinitario étudiés.

Les résultats obtenus sont donnés dans le tableau I.

TABLEAU I

Lecture faite 10 jours après le dépôt des zoospores sur les disques

Arbre	% infections réussies par rapport au témoin (moyenne des stades 2 et 3)
UPA 109	105
UPA 119	113
UPA 120	83
UPA 201	172
UPA 205	118
UPA 215	83
UPA 310	88
UPA 312	66
UPA 402	163
UPA 404	125
UPA 407	99
UPA 409	102
UPA 410	87
UPA 413	99
UPA 418	128
UPA 518	55
UPA 604	69
UPA 606	75
UPA 607	104
UPA 608	21
UPA 617	70
UPA 717	65
UPA 719	59
ICS 6	138
ICS 40	80
ICS 46	103
ICS 60	91
ICS 84	86
ICS 95	80
UF 221	89
UF 667	71
UF 676	75

La comparaison de ces chiffres avec l'indice de sensibilité des cabosses n'a pas permis de mettre en évidence de points communs. A titre d'exemple, citons des arbres tolérants comme les UPA 402 et 404 qui présentent une forte sensibilité foliaire et par contre des arbres sensibles comme les UPA 312 ou 518 qui présentent une faible sensibilité foliaire.

Cela nous a amené à envisager l'hypothèse de variations du comportement de la feuille autres que celles dues au stade de développement.

## VARIATION DE LA SENSIBILITÉ DES FEUILLES SUIVANT LA PÉRIODE DE L'ANNÉE

Dans notre essai précédent, les inoculations sur Haut-Amazoniens et Trinitario ont été effectuées sans tenir compte de la période de l'année.

Des variations annuelles dans le comportement vis-à-vis du parasite existant sur cabosses, on a voulu voir si le même phénomène pouvait être mis en évidence sur feuilles.

Des disques de feuilles de cacaoyers Amelonado aux stades 2 et 3 ont été prélevés tout au long de l'année et inoculés.

Le pourcentage d'infections réussies 10 jours après l'inoculation, pour chaque mois de l'année, est donné dans le tableau II (moyenne des stades 2 et 3).

L'examen des résultats permet de montrer que la sensibilité foliaire présente deux maxima correspondant aux deux saisons des pluies. Chez la cabosse, on ne notait qu'un maximum et qu'un

TABLEAU II

Mois	% infections
Janvier .....	45
Février .....	53
Mars .....	50
Avril .....	55
Mai .....	53
Juin .....	72
Juillet .....	60
Août .....	39
Septembre .....	51
Octobre .....	47
Novembre .....	67
Décembre .....	35

minimum (maximum de juillet à octobre — minimum de février à avril); la petite saison sèche n'était par marquée, alors qu'elle l'est chez les feuilles.

## VARIATION DE LA SENSIBILITÉ DES FEUILLES EN FONCTION DE L'ÉCLAIREMENT

On a comparé le comportement de disques de feuilles de cacaoyers Amelonado de stades 2 et 3 prélevées sur des arbres situés sous ombrage forestier ou en pleine lumière. Les résultats portant sur des inoculations effectuées pendant quatre mois ont donné les chiffres suivants :

- feuilles ombragées : 71 % d'infections réussies,
- feuilles éclairées : 87 % d'infections réussies.

Les feuilles de cacaoyers Amelonado situées en pleine lumière s'avèrent donc plus sensibles que celles situées à l'ombre.

On a donc ici un **résultat différent** de celui obtenu avec les cabosses; en effet, les fruits ombragés sont plus sensibles que ceux éclairés.

## CONCLUSION

Les résultats que nous venons d'obtenir permettent de montrer que le comportement des feuilles de cacaoyer subit des variations multiples et que ces variations ne vont pas obligatoirement dans le même sens que celles qui peuvent être relevées sur cabosses.

Il est très vraisemblable que les causes « physiologiques » sont plus importantes que les facteurs génétiques et masquent ceux-ci.

Faut-il pour autant abandonner cette voie? Certainement pas. Les recherches doivent être poursuivies en tenant compte de l'expérience acquise.

Quelques points devront particulièrement retenir notre attention :

— il faudra travailler sur des arbres placés dans des conditions rigoureusement semblables ; l'emploi de jeunes cacaoyers plantés en pot permettrait sans doute de résoudre la difficulté ;

— l'âge des feuilles inoculées devra être déterminé avec précision ;

— les inoculations devront être faites sur des feuilles non cueillies pour vérifier si leur comportement est le même que celui des disques maintenus en survie ;

— il faudra procéder aux inoculations en tenant compte de la période de l'année ;

— il est possible que notre critère d'appréciation, à savoir le pourcentage d'infections réussies au bout de 10 jours, ne soit pas assez précis et qu'il soit nécessaire d'effectuer une lecture quotidienne.

Notons également que nous comptons entreprendre des inoculations sur jeunes tiges de cacaoyer.

En effet, lors de la 3<sup>e</sup> Conférence sur les Recherches Cacaoyères d'Accra, en 1969, s'est constitué un Groupe International de Travail sur *Phytophthora palmivora*.

A l'intérieur de ce groupe, le Département de Phytopathologie de l'Université de Californie (Professeur ZENTMYER) s'est chargé de constituer une collection mondiale de souches du parasite (collection déjà importante) et a entrepris leur étude, non seulement du point de vue de la sexualité, mais surtout du point de vue de la virulence

TARJOT (M.). — Contribution à l'étude du comportement des feuilles de cacaoyer envers le *Phytophthora palmivora*. *Café Cacao Thé* (Paris), vol. XVI, n° 4, oct.-déc. 1972, p. 333-338, tabl.

Le choix d'un organe autre que la cabosse pour l'étude du degré de résistance des cacaoyers vis-à-vis de *Phytophthora palmivora* permettrait de réduire le laps de temps qui s'écoule obligatoirement entre le début des essais traditionnels (croisement, autofécondation) et l'appréciation de la résistance des premiers fruits récoltés envers le champignon pathogène.

L'inoculation expérimentale soit de feuilles entières dont le pédoncule trempe dans l'eau distillée, soit de disques foliaires maintenus en survie sur de l'eau distillée, par une suspension de zoospores de *P. p.* (200 à 300/mm<sup>3</sup>) a permis l'étude de la variation de la sensibilité des feuilles à ce champignon en fonction 1<sup>o</sup>) de leur âge, 2<sup>o</sup>) de la période de l'année, 3<sup>o</sup>) de l'éclaircissement.

envers des clones connus de cacaoyers, ce qui est très important.

Les inoculations expérimentales sont effectuées sur tiges de jeunes cacaoyers.

Il s'avère donc extrêmement souhaitable de rapprocher les résultats qui seront ainsi obtenus de ceux que l'on observera sur cabosses dans les différents pays où sont cultivés les cacaoyers.

Les inoculations sur tiges serviront donc de charnière entre deux volets très importants des recherches sur la résistance envers le champignon :

— d'une part, la partie concernant le comportement des différentes souches du parasite envers des cacaoyers donnés. De telles études doivent être effectuées en dehors de la zone de culture du cacaoyer. Par conséquent, il sera pratiquement impossible de travailler sur cabosses et seuls de jeunes plants en serre pourront être utilisés ;

— d'autre part, la partie concernant l'étude du comportement des cabosses et de différents autres organes du cacaoyer en fonction des conditions de l'environnement et des souches locales du *Phytophthora palmivora*, partie qui incombe aux différents pays producteurs de cacao intéressés par les attaques du parasite.

Cependant, l'inoculation de jeunes tiges est d'un emploi moins pratique que le travail sur feuilles ; il faut sacrifier un jeune cacaoyer pour chacune des inoculations expérimentales.

Si une méthode d'inoculation foliaire pouvait être mise au point, il en résulterait un gain de temps appréciable et une très grande facilité d'emploi.

TARJOT (M.). — Contribution to the study of the behaviour of cacao-tree leaves towards *Phytophthora palmivora*. *Café Cacao Thé* (Paris), vol. XVI, n° 4, oct.-déc. 1972, p. 333-338, tabl.

The choice of an organ other than the cacao-pod for the study of the degree of resistance of cacao-trees to *Phytophthora palmivora* would make it possible to reduce the time which necessarily passes between the beginning of conventional tests (crossing, self-fertilization) and the estimation of the resistance of the first fruits harvested towards the pathogenic fungus.

The experimental inoculation either of whole leaves, the peduncle of which soaks in distilled water, or of foliar discs, maintained alive on distilled water, by a *P. p.* zoospore suspension (200 to 300/mm<sup>3</sup>) has made it possible to carry out a study of the variation in the susceptibility of leaves to this fungus as a function : 1<sup>o</sup>) of their age, 2<sup>o</sup>) of the period of the year and 3<sup>o</sup>) of illumination.

Les résultats de l'expérience montrent que la sensibilité des feuilles de cacaoyer envers *P. p.* subit de nombreuses variations qui ne vont pas obligatoirement dans le même sens que celles observées sur cabosses.

Afin de tirer profit de cette méthode d'inoculation foliaire, l'auteur énonce les modifications qu'il faudra y apporter pour la rendre plus précise ; l'inoculation sur jeunes tiges de cacaoyer peut également être envisagée comme un « outil de travail » très fructueux.

TARJOT (M.). — **Beitrag zur Prüfung des Verhaltens der Kakaoblätter gegenüber *Phytophthora palmivora*.** *Café Cacao Thé* (Paris), vol. XVI, n° 4, oct.-déc. 1972, p. 333-338, tabl.

Die Wahl eines anderen Organs als die Schote für die Prüfung des Resistenzgrades der Kakaobäume gegenüber *Phytophthora palmivora* würde erlauben, den Zeitabstand zu verringern, der zwangsläufig zwischen dem Beginn der herkömmlichen Versuche (Kreuzung, Selbstbefruchtung) und der Einschätzung der Resistenz der ersten geernteten Früchte gegenüber dem krankheitserregenden Pilz besteht.

Die Versuchsimpfung von entweder ganzen Blättern dessen Stiel in dem destillierten Wasser weicht, oder Blattscheiben, die auf destilliertem Wasser mit einer Suspension von *P. p.* Zoosporen (200 bis 300/mm<sup>3</sup>) überlebten, ermöglichte die Untersuchung der Änderungen der Empfindlichkeit der Blätter diesem Pilz gegenüber in Abhängigkeit 1°) von ihrem Alter, 2°) von der Jahreszeit, 3°) von der Belichtung.

Die Versuchsergebnisse zeigten dass die Empfindlichkeit der Kakaoblätter gegenüber *P. p.* zahlreichen Änderungen unterworfen ist, die nicht notwendigerweise im selben Sinne wie bei Schoten beobachtete Veränderungen verlaufen.

Damit von dieser Blattimpfungsmethode Nutzen gezogen werden kann führt der Autor die Veränderungen an die daran vorzunehmen sind, um sie genauer zu gestalten ; auch die Impfung junger Kakaostiele kann als sehr ertägliche « Arbeitsinstrument » angesehen werden.

The results of the experiment show that the susceptibility of cacao-tree leaves to *P. p.* is subject to many variations which do not necessarily go in the same direction as those noted in cacao-pods.

In order to take advantage of this method of foliar inoculation, the author exposes the modifications which must be applied to it in order to make it more precise ; inoculation on young cacao-tree stems can also be considered as a very fruitful « work tool ».

TARJOT (M.). — **Contribución al estudio del comportamiento de las hojas de cacao para con *Phytophthora palmivora*.** *Café Cacao Thé* (Paris), vol. XVI, n° 4, oct.-déc. 1972, p. 333-338, tabl.

Con la elección de un órgano que no sea la mazorca para el estudio del grado de resistencia de los cacaos a *Phytophthora palmivora* se podría reducir el periodo que transcurre necesariamente entre el principio de los ensayos clásicos (cruzamiento, autofecundación) y la apreciación de la resistencia de los primeros frutos cosechados al hongo patógeno.

Con la inoculación experimental de hojas enteras cuyo pedúnculo moja en el agua destilada o de discos foliares mantenidos en sobrevivencia en la superficie del agua destilada, con una suspensión de zoosporas de *P. p.* (200 a 300/mm<sup>3</sup>) se ha podido estudiar la variación de la susceptibilidad de las hojas a este hongo en función 1°) de su edad, 2°) del periodo del año, 3°) del alumbramiento.

Los resultados de la experiencia muestran que la susceptibilidad de las hojas de cacao a *P. p.* sufre muchas variaciones que no se dirigen necesariamente hacia la misma dirección que las observadas en las mazorcas.

Con el fin de sacar utilidad de este método de inoculación foliar, el autor enuncia las modificaciones necesarias para volverla más precisa ; la inoculación en tallos jóvenes de cacao puede también considerarse como un « instrumento de trabajo » muy provechoso.