

ÉTUDE ANATOMIQUE DE LA CABOSSE DE CACAOYER EN RELATION AVEC L'ATTAQUE DU *PHYTOPHTHORA PALMIVORA*

M. TARJOT

Maître de recherches de l'ORSTOM

*Chef du Laboratoire de phytopathologie
du Centre de recherches de l'Institut Français
du Café et du Cacao (IFCC) en Côte d'Ivoire*

INTRODUCTION

Les travaux entrepris au laboratoire de phytopathologie de l'IFCC en Côte d'Ivoire, depuis plusieurs années, sur la pourriture des cabosses du cacaoyer, ont été surtout axés sur la recherche d'arbres naturellement résistants à la maladie. De tels arbres

résistants existent. Dans les essais qui vont suivre, nous avons voulu étudier d'une manière plus précise la pénétration et surtout la propagation du parasite dans les tissus du péricarpe de différentes cabosses.

STRUCTURE DE L'ÉPIDERME DES CABOSSES EN LIAISON AVEC LA PÉNÉTRATION DU PARASITE

Matériel et méthodes

Pour étudier la structure de l'épiderme, on effectue un moulage de celui-ci de la manière suivante :

Un petit fragment (environ 2 × 2 cm) d'une feuille de rholoïde de 1 mm d'épaisseur est ramolli par dépôt d'une goutte d'acétone. Ce fragment est appliqué fortement et sans bouger sur la surface de la cabosse qu'on désire étudier. On laisse en contact pendant une minute environ. On obtient ainsi un moulage parfait de l'épiderme. Les poils épidermiques sont incrustés dans le moulage.

Etude de la cabosse de cacaoyer Amelonado

Cabosses à différents stades de développement

On a étudié les quatre stades de développement suivants :

- chérelles : cabosses d'environ 10 cm de longueur,
- cabosses moyennes : cabosses intermédiaires entre le stade chérelle et le stade adulte,

Café Cacao Thé, vol. XVI, n° 2, avril-juin 1972

13 OCT. 1972

O. R. S. T. O. M. ¹²³

Collection de Références

n°

5704 Phyto

— cabosses adultes : cabosses ayant atteint leur maximum de développement, mais n'étant pas parvenues à maturité, donc de couleur verte chez l'Amelonado,

— cabosses mûres : cabosses étant arrivées à maturité.

Dans des essais antérieurs, on avait pu noter que la sensibilité envers le *Phytophthora palmivora* augmente au fur et à mesure du développement du fruit pour atteindre son maximum chez les cabosses mûres.

Chérelles

La figure 1 montre l'aspect d'un moulage d'épiderme de chérelle. Si on se reporte à cette figure, on rencontre :

— des stomates ayant atteint leur développement complet (ST),

— des cellules initiales, non encore différenciées en stomates, mais qui sont très visibles sur les moulages (CI),

— des poils épidermiques ayant une forme légèrement en massue (PE). Les dimensions de ces poils sont :

longueur 40 à 70 μ ,
largeur 20 à 35 μ .

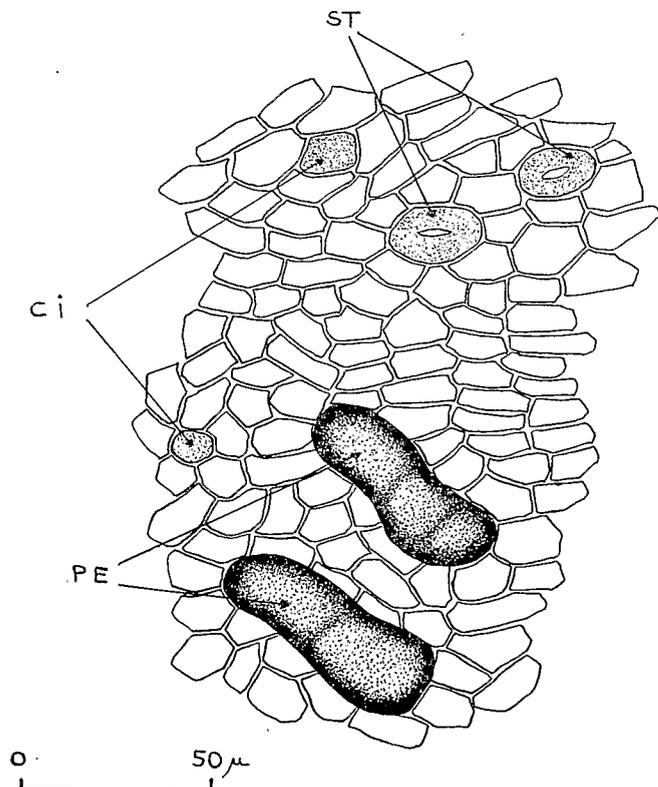


Fig. 1

Pendant la saison sèche, nous avons effectué des comptages, d'une part, des stomates différenciés, d'autre part, des poils épidermiques présents sur l'épiderme de ces chérelles. La moyenne des mesures effectuées a donné les chiffres suivants :

stomates 22/mm²,
poils 62/mm².

Cabosses moyennes

Les stomates sont alors presque tous différenciés. Les comptages effectués ont donné les chiffres suivants :

stomates 24/mm²,
poils 31/mm².

Cabosses adultes

Les comptages ont donné :

stomates 12/mm²,
poils 12/mm².

La photo 1 montre la structure de l'épiderme d'une cabosse adulte.

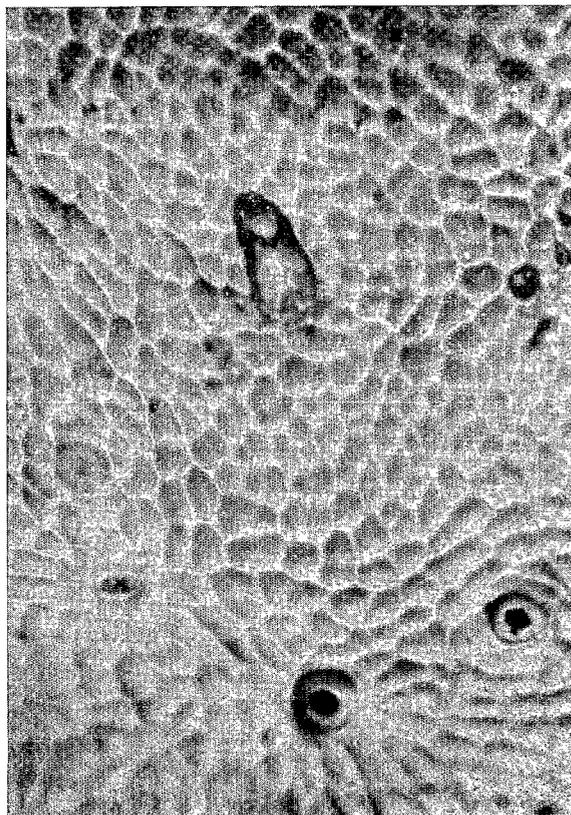


Photo 1. — Moulage de l'épiderme d'une cabosse adulte (on remarque les stomates et les poils épidermiques) (1 cm = 25 μ)

Cabosses mûres

On a obtenu :

stomates 10/mm²,
poils 16/mm².

On peut conclure de ces observations :

— En ce qui concerne les stomates, leur nombre est identique chez les chérelles et les cabosses moyennes, bien que la taille de la cabosse ait considérablement augmenté ; ceci provient du fait que de nombreuses cellules initiales n'ont pas encore atteint leur état définitif chez les chérelles. Chez les cabosses moyennes, l'augmentation de la taille du fruit est compensée par l'apparition de nouveaux stomates, ce qui fait que leur nombre par unité de surface reste constant.

Chez les cabosses adultes, le nombre de stomates subit par contre une diminution, car la cabosse a augmenté de taille sans que de nouveaux stomates apparaissent. On ne constate pas de changements chez la cabosse mûre, la taille étant la même qu'au stade adulte.

— En ce qui concerne les poils épidermiques, leur nombre va en décroissant au fur et à mesure de l'augmentation de la taille du fruit. Il semble donc que les poils se forment très tôt et qu'il n'en apparaisse plus de nouveaux.

Variabilité du nombre de stomates et de poils épidermiques dans différentes conditions

— Des mesures effectuées sur une même cabosse, en des emplacements variés, ont permis de montrer que le nombre de stomates et de poils est stable, quel que soit l'emplacement étudié. Aucune différence significative n'a pu être mise en évidence entre les séries de mesures.

— On a comparé des cabosses adultes prises sur des arbres situés en pleine lumière (cabosses éclairées) et sur des arbres situés sous ombrage forestier (cabosses ombragées).

Le nombre de poils est stable dans les deux conditions d'environnement étudiées.

Par contre, des différences significatives ont pu être mises en évidence quant au nombre de stomates : celui-ci est supérieur chez les cabosses ombragées.

La moyenne des mesures a donné les chiffres suivants :

cabosses éclairées... 13/mm²,
cabosses ombragées.. 21/mm².

— On a étudié tout au long de l'année des cabosses adultes ombragées. Des différences significatives peuvent être mises en évidence quant au nombre de stomates. Ceux-ci sont plus nombreux en saison des pluies qu'en saison sèche. Le tableau I donne les résultats obtenus ainsi que les valeurs du rapport $(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)/\sigma d$ entre deux mois consécutifs (ce rapport doit être supérieur à 2 pour que les différences enregistrées soient significatives à $P = 0,05$).

Mode de pénétration des tubes germinatifs des zoospores

Des essais ont été entrepris pour voir de quelle manière pénétrait le tube germinatif de la zoospore à l'intérieur des tissus.

On a employé une variante de la technique de moulage décrite antérieurement. On procède à la pulvérisation d'une suspension de zoospores sur le dessus des cabosses à étudier. Après des temps variables, on effectue un moulage de l'épiderme. Les fragments de rhodoïde portent, outre l'empreinte de celui-ci, les tubes germinatifs qui se sont incrustés dans le rhodoïde ramolli à l'acétone. On procède alors à une coloration au bleu coton à l'eau avant examen au microscope.

On peut observer de nombreuses pénétrations du

TABLEAU I
Variations du nombre de stomates au cours de l'année

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Stomates/mm ² ..	46	35	30	28	24	44	42	59	60	45	56	42
$\frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sigma d}$	5,02	3,45	1,27	2,31	7,82	0,73	8,75	0,63	9,15	6,18	7,85	

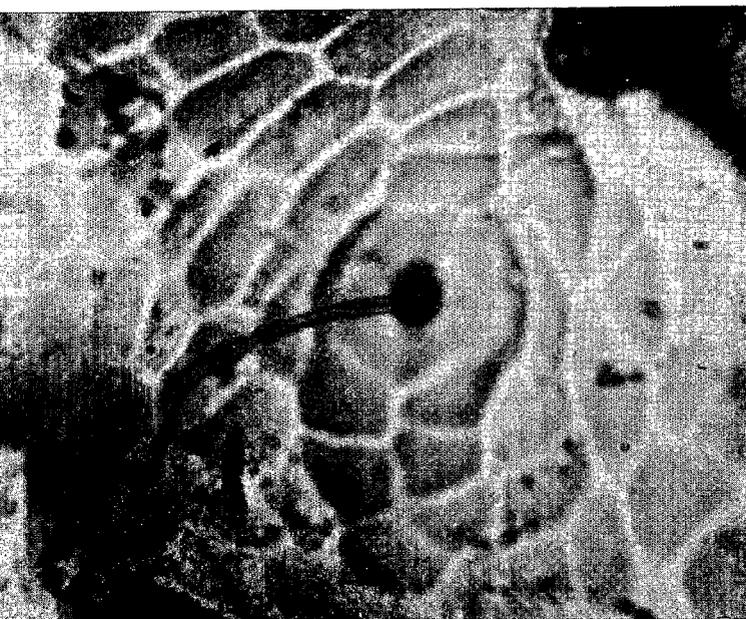


Photo 2. — Tube germinatif pénétrant par un stomate
(1 cm = 8 μ)

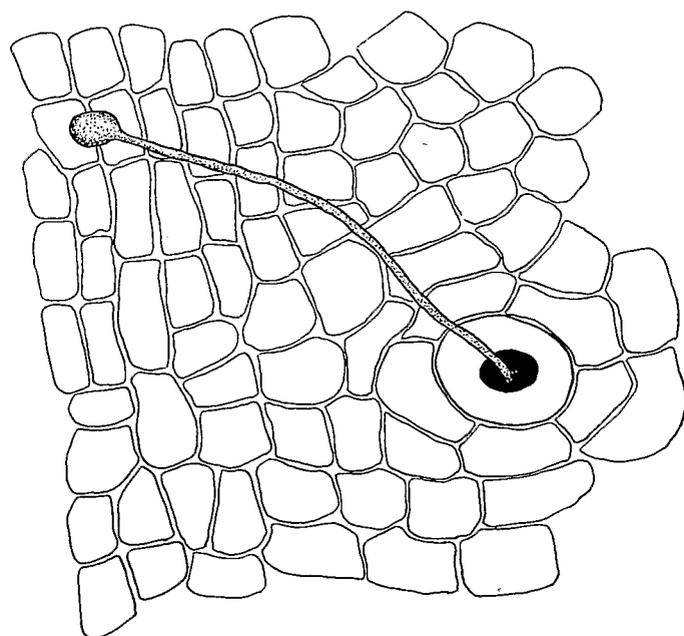


Fig. 2

TABEAU II

Etude de l'épiderme de cabosses de cacaoyers de sensibilité différente

Arbre	Saison sèche			Grande saison des pluies		
	Nombre stomates/mm ²	Nombre poils/mm ²	Indice sensibilité	Nombre stomates/mm ²	Nombre poils/mm ²	Indice sensibilité
UPA 109	66	20	67	75	17	77
UPA 119	88	18	64	105	12	94
UPA 120	82	18	68	92	17	77
UPA 201	70	18	80	72	14	100
UPA 205	63	27	65	87	13	75
UPA 215	89	18	70	122	14	63
UPA 310	86	47	56	80	33	95
UPA 312	41	20	78	45	15	94
UPA 402	17	15	0	39	15	86
UPA 404	54	6	46	62	4	44
UPA 407	30	25	62	50	24	81
UPA 409	35	16	51	59	18	69
UPA 410	31	17	17	43	15	94
UPA 413	60	18	32	68	27	64
UPA 418	33	31	45	43	22	45
UPA 518	2	4	37	6	5	84
UPA 604	82	15	0	77	19	57
UPA 606	61	11	22	64	8	60
UPA 607	52	45	40	50	30	57
UPA 608	124	28	64	131	20	0
UPA 617	30	14	74	45	8	35
UPA 717	48	20	47	64	16	69
UPA 719	27	14	32	40	27	62
ICS 40	25	56	79	36	53	90
ICS 60	20	68	90	39	73	81
ICS 95	26	83	78	34	62	90
UF 667	24	58	66	29	61	82
UF 676	37	55	75	46	58	90

tube germinatif par l'ouverture stomatique, comme le montrent la figure 2 et la photo 2. Cependant, il est possible que des pénétrations directes surviennent également. Il est malheureusement beaucoup plus difficile de les observer.

Étude de l'épiderme de cabosses de cacaoyers de sensibilité différente

Des moulages ont été effectués sur des cabosses adultes d'un certain nombre de cacaoyers Haut-

Amazoniens et Trinitario de sensibilité différente.

Ces essais ont été réalisés durant deux périodes de l'année : en saison sèche, en grande saison des pluies.

On a relevé le nombre de stomates et le nombre de poils épidermiques par unité de surface. On a comparé ces chiffres avec l'indice de sensibilité de chacun des arbres pour la période considérée (1).

Les résultats sont donnés dans le tableau II.

Aucune corrélation n'a pu être mise en évidence entre l'indice de sensibilité d'une part, le nombre de stomates ou de poils épidermiques d'autre part.

ANATOMIE DES TISSUS DU PÉRICARPE DE LA CABOSSE

L'étude anatomique des tissus du péricarpe de la cabosse a été réalisée en effectuant des coupes au microtome à congélation (grâce au concours du Laboratoire de botanique du Centre ORSTOM d'Adiopodoumé).

Le contenu cellulaire est éliminé par passage à l'eau de Javel, puis on procède à une coloration, soit au carminoverte, soit avec des colorants spécifiques particuliers. On trouve, en partant de l'extérieur (voir la figure 3 et la photo 3) :

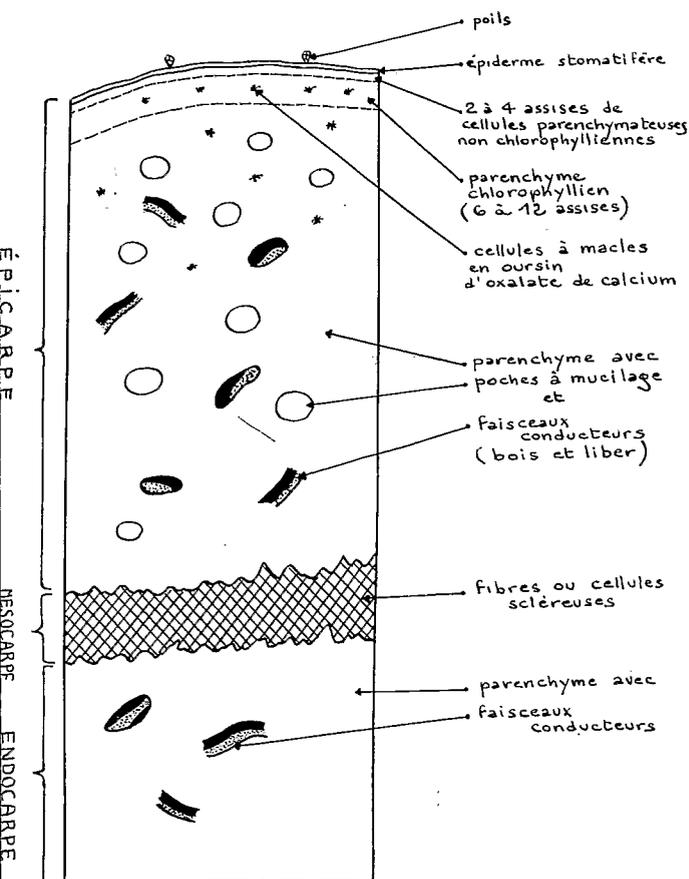


Fig. 3

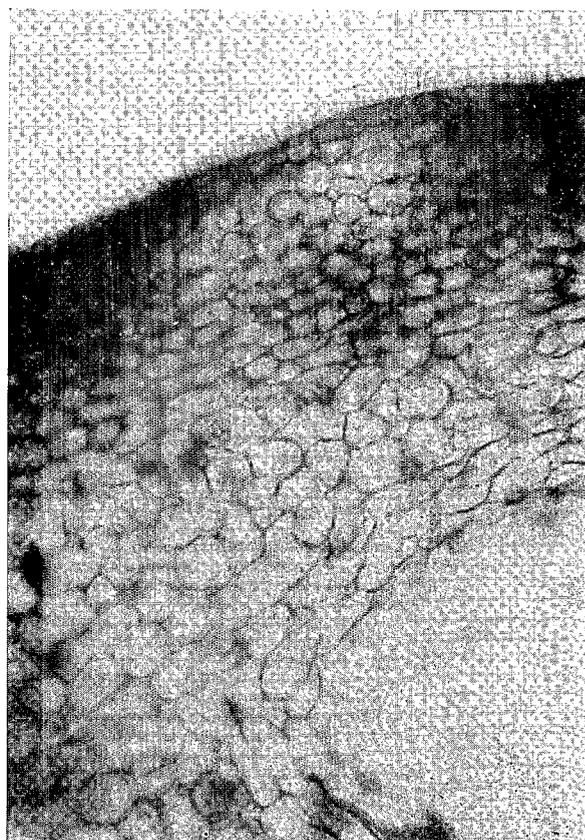


Photo 3. — Partie externe de l'épiderme d'une cabosse (on remarque les parenchymes à grandes et petites cellules, ainsi qu'une poche à mucilage) (1 cm = 40 μ)

L'épiderme, qui, nous l'avons déjà vu, porte les stomates et les poils épidermiques en forme de massue.

Un parenchyme à cellules relativement petites (10 à 20 μ de diamètre en moyenne), qui occupe une dizaine d'assises.

En colorant les coupes au Soudan III, on peut distinguer deux zones dans ce parenchyme :

- la partie externe (deux à quatre assises cellulaires en moyenne) non chlorophyllienne,
- la partie interne (six à douze assises en moyenne) chlorophyllienne.

Ce parenchyme à petites cellules est très riche en tannins. On peut mettre ce phénomène en évidence par coloration des coupes au bichromate de potassium ou au perchlorure de fer.

On rencontre dans ce tissu des cellules assez nombreuses renfermant des macles en forme d'oursin d'oxalate de calcium.

Un parenchyme à grandes cellules polyédriques. Ce parenchyme est chlorophyllien sur les quelques rangées externes de cellules, puis dépourvu de chlorophylle.

Les cellules les plus externes ont de 30 à 40 μ de diamètre, mais elles peuvent atteindre des dimensions beaucoup plus importantes dans les couches profondes (100 μ).

On rencontre également dans ce tissu :

- de très grosses poches à mucilage, visibles à l'œil nu sur les coupes,
- des cellules à macles d'oxalate de calcium,
- des faisceaux conducteurs du bois et du liber.

L'ensemble de ces trois zones forme **l'épicarpe**.

Vient ensuite **le mésocarpe**, coloré en vert par le carminoverte et formé de fibres ou de cellules scléreuses,

Enfin on trouve **l'endocarpe**, composé d'un parenchyme renfermant des faisceaux conducteurs du bois et du liber.

PROPAGATION DU PARASITE DANS LES TISSUS DE DIFFÉRENTES CABOSSES

Symptômes sur cabosses de cacaoyers sensibles et de cacaoyers résistants à la maladie

Des inoculations expérimentales ont été effectuées par pulvérisation d'une suspension de zoospores, à la fois sur des cabosses cueillies et rapportées au laboratoire et sur des cabosses restant attachées aux arbres sur le terrain. On a mis à l'épreuve des cabosses de sensibilité différente envers l'agent pathogène, allant de la susceptibilité la plus grande à la résistance totale et on a observé ce qui se passait du point de vue macroscopique.

On a pu noter **dans tous les cas** l'apparition, au bout de 24 à 48 h, de petites ponctuations nécrotiques noirâtres à l'emplacement du dépôt des zoospores.

Ce phénomène traduit la réaction des tissus de l'hôte à la pénétration des filaments infectieux du champignon.

Après une période de contamination plus ou moins longue va se développer la tache de pourriture proprement dite. Il est donc important de noter que les **filaments infectieux du parasite**

pénètrent à l'intérieur des tissus du péricarpe quelle que soit la sensibilité de la cabosse.

Nous avons donc voulu nous rendre compte, du point de vue microscopique, de ce qui se passait chez les cabosses sensibles d'une part et chez les cabosses résistantes d'autre part.

Matériel et méthodes

On inocule une goutte de suspension de zoospores du *Phytophthora palmivora* aux cabosses à étudier. A des temps donnés, on effectue le prélèvement d'un fragment des tissus du péricarpe à l'emplacement du dépôt des zoospores. Ces échantillons sont placés dans un fixateur : acide acétique-formol-éthanol à 70° (5 %-5 %-90 % en volume). Ils y sont laissés au moins une semaine. On procède ensuite à l'inclusion des échantillons dans des blocs de paraffine selon les méthodes classiques.

Puis on effectue des coupes au microtome (15 μ d'épaisseur). Ces coupes sont collées sur les lames avec le fixateur de Haupt, déparaffinées, colorées pendant 30 mn au bleu coton à l'eau et enfin montées au baume du Canada pour examen au microscope.

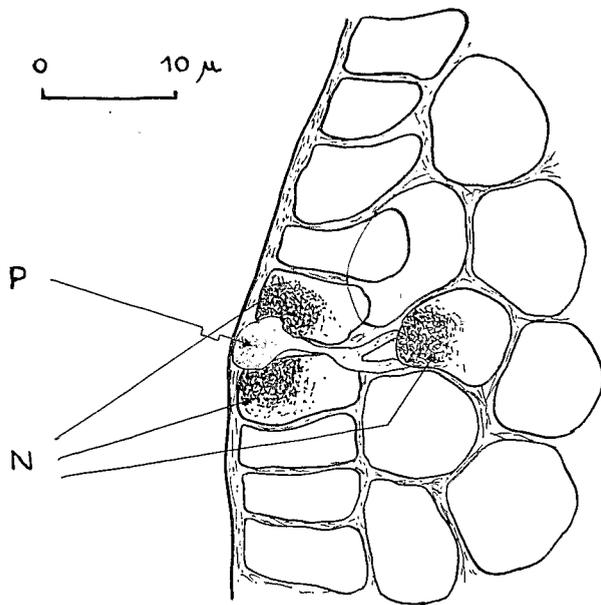


Fig. 4. — P = parasite ; N = cellules nécrotiques

Propagation dans les tissus du péricarpe des cabosses d'un arbre sensible (UPA 407)

Les coupes effectuées à des temps variables après l'inoculation ont permis de faire les observations suivantes :

Examen 7 h après le dépôt des zoospores

Les premiers symptômes sont visibles. Si l'on se reporte à la figure 4, on peut observer que le parasite a dépassé la couche épidermique et atteint la première couche de cellules sous-jacentes (parenchyme à petites cellules).

Les cellules épidermiques se trouvant de chaque côté du filament infectieux commencent à présenter une coloration brunâtre. Le contenu cellulaire devient finement granuleux. Il en est de même pour les cellules sous-jacentes atteintes par le champignon.

On peut ensuite suivre la progression du parasite par les cellules nécrosées brunes, car les filaments mycéliens sont peu visibles dans les premiers stades de l'attaque.

Examen au bout de 22 h

Les couches 3 et 4 de cellules sous-jacentes sont atteintes. La zone nécrosée prend de l'extension en

largeur par rapport à l'endroit de pénétration du filament infectieux, comme le montre la figure 5.

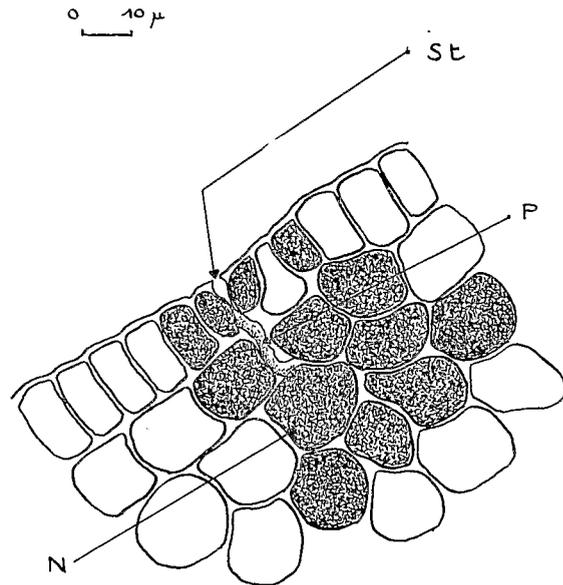


Fig. 5. — st = stomate ; P = parasite ; N = cellules nécrosées

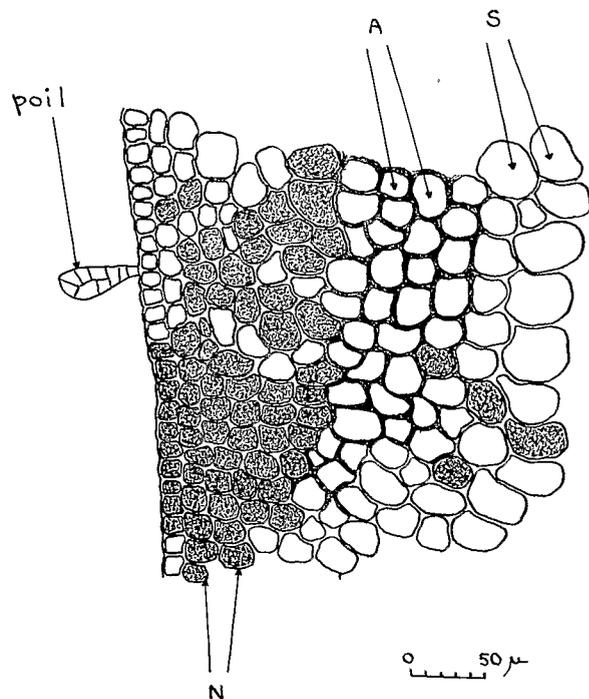


Fig. 6. — N = cellules nécrosées ; A = cellules dont la paroi s'est épaissie et a pris une coloration brune ; S = cellules saines

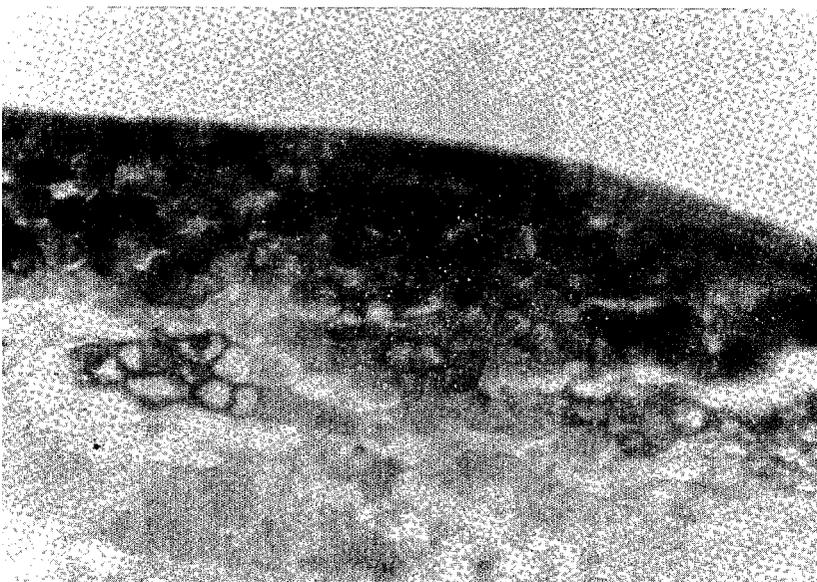


Photo 4. — Cacaoyer sensible : UPA 407. Coupe dans les tissus du péricarpe 56 h après le dépôt des zoospores (1 cm = 40 μ)

Examen au bout de 31 h

On rencontre des cellules nécrosées dans les couches 5 et 6. La zone parasitée prend de l'extension en largeur.

Examen au bout de 48 h

Les couches 7 et 8 sont atteintes et l'extension en largeur se poursuit.

Examen au bout de 56 h

Après 56 h, les couches profondes de l'épiderme sont atteintes. Le champignon a donc dépassé la zone du parenchyme à petites cellules et atteint la zone des grandes cellules polyédriques.

Si l'on se reporte à la figure 6, on peut voir que les cellules nécrosées (N) se rencontrent surtout dans la zone à petites cellules. Elles sont plus rares dans les couches profondes à grandes cellules. Dans cette zone, on note surtout des cellules dont la paroi s'épaissit et a pris une coloration brune (A).

L'examen à fort grossissement (fig. 7) permet de mettre en évidence les filaments mycéliens à l'intérieur des cellules (M).

La photo 4 montre l'aspect de la région attaquée à cette période.

Du point de vue macroscopique, c'est la date de départ de la tache de pourriture proprement dite.

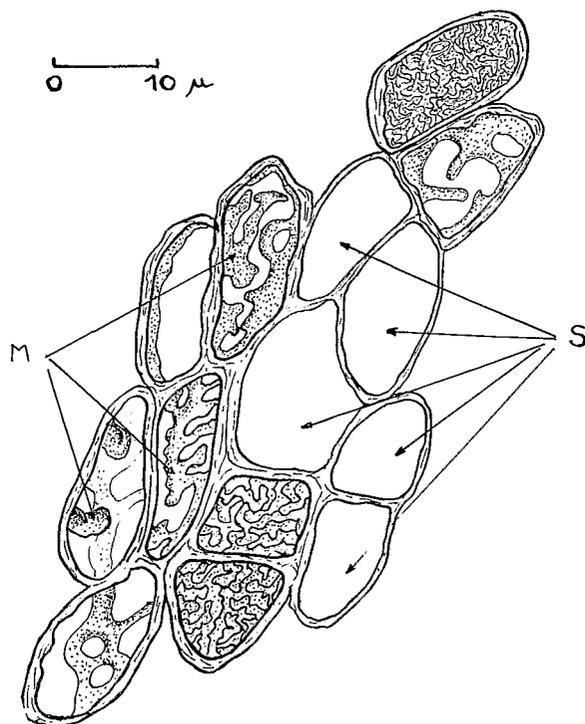


Fig. 7. — M = filaments mycéliens ; S = cellules saines

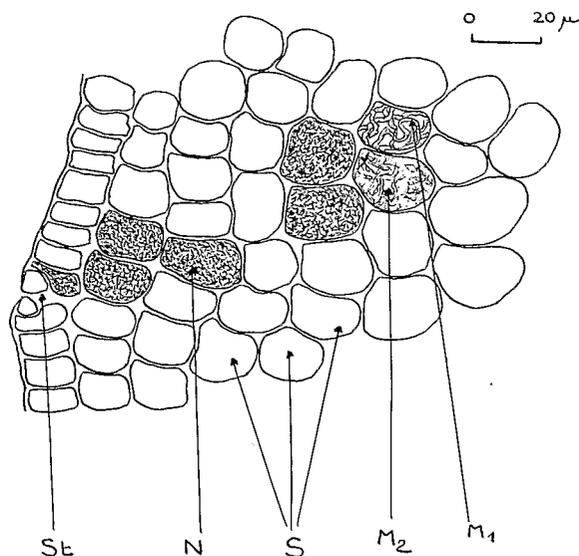


Fig. 8. — M₁ = filaments mycéliens très différenciés ; M₂ = fins filaments mycéliens enchevêtrés ; N = cellules granuleuses ; S = cellules saines ; st = stomates

Propagation dans les tissus du péricarpe des cabosses d'un arbre résistant (UPA 402)

Examen au bout de 7 h et 22 h

Les premiers symptômes sont identiques à ceux relevés en examinant les cabosses sensibles envers le parasite, à savoir : apparition de cellules brunâtres à contenu granuleux, marquant la pénétration des filaments infectieux dans les tissus de l'épiderme du fruit.

Examen au bout de 31 h

Les trois premières couches sous-jacentes du parenchyme à petites cellules sont atteintes, mais l'extension en largeur est très limitée.

Examen au bout de 48 h

On peut relever la présence de cellules de type N dans les couches 4 et 5, avec toujours une extension très limitée en largeur.

Examen au bout de 72 h

La couche 5 est atteinte d'une façon générale. Si on se reporte à la figure 8, on peut observer que le mycélium intracellulaire est très visible dans les cellules les plus récemment attaquées et que les filaments sont très différenciés (type M 1).

Il semble que plus les cellules ont été anciennement attaquées par le *Phytophthora palmivora*, moins les filaments mycéliens sont visibles.

On passe progressivement à des cellules renfermant de très fins filaments enchevêtrés (type M 2) pour arriver enfin aux cellules granuleuses N, les premières touchées au cours de l'attaque.

Examen au bout de 4, 5, 6, 7, 8 jours

Les observations montrent que la progression du parasite est très lente. On note une progression vers l'intérieur des tissus du péricarpe, mais toujours très limitée en largeur.

Ainsi la figure 9 montre ce que l'on peut observer au bout de 6 jours : on a toujours les trois types de cellules : N, M 1 et M 2, suivant l'ancienneté de l'attaque. On peut également mettre en évidence, comme chez les cabosses sensibles, des cellules de type A à parois brunes épaissies.

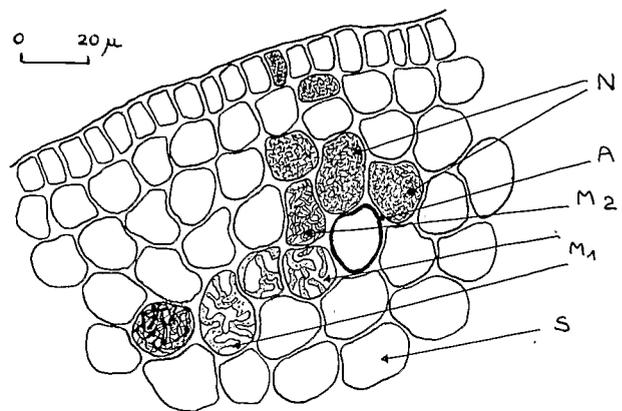


Fig. 9. — N = cellules nécrosées ; M₁ = filaments mycéliens très différenciés ; M₂ = fins filaments mycéliens enchevêtrés ; A = cellules à parois brunes épaissies ; S = cellules saines

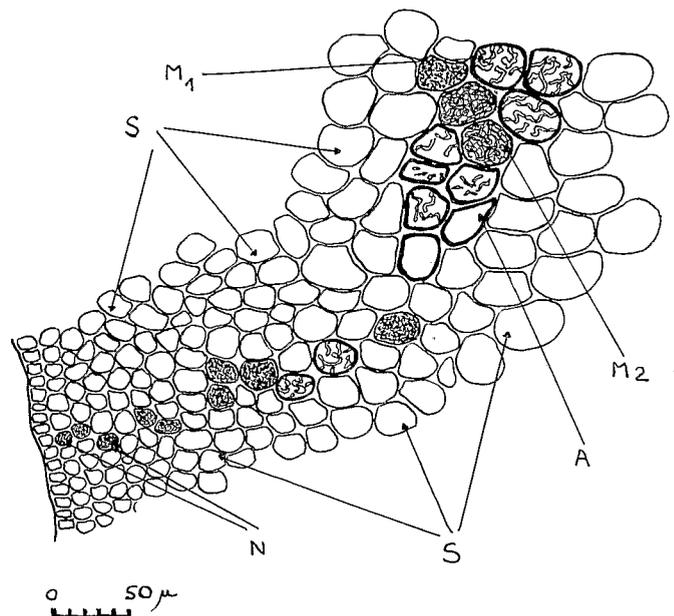


Fig. 10

Examen au bout de 9 jours

Nous avons arrêté les observations à cette date. En effet, comme nous travaillons sur des cabosses cueillies et rapportées au laboratoire, on remarque souvent une maturation accélérée des fruits maintenus en chambre humide, ce qui risquerait de fausser les résultats. Cependant il est probable que le champignon peut demeurer des temps plus longs à l'intérieur des tissus des fruits demeurant attachés aux arbres, ceux-ci étant plus résistants que ceux ayant été récoltés.

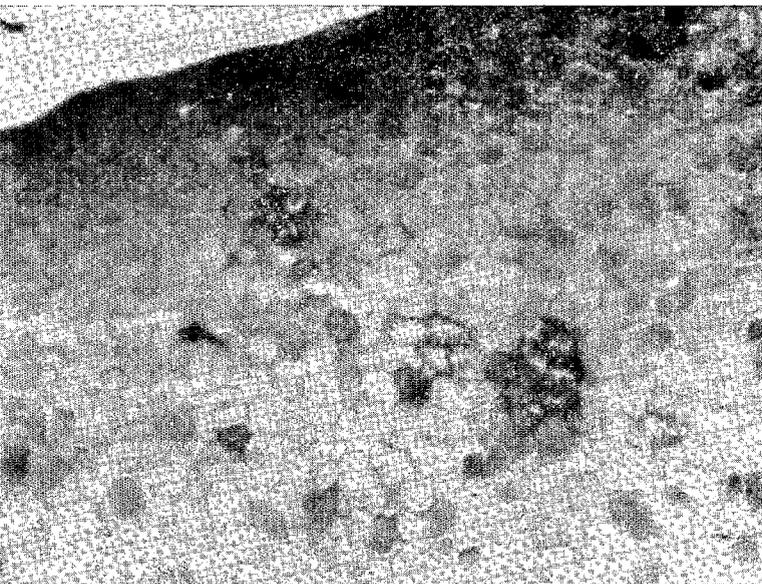


Photo 5. — Cacaoyer résistant : UPA 402. Coupe dans les tissus du péricarpe neuf jours après le dépôt des zoospores (1 cm = 60 μ)

L'examen de la figure 10, page 131, montre ce que l'on obtient à cette date. Le champignon a pénétré assez profondément dans les tissus de l'épiderme (parenchyme à grandes cellules), mais l'extension en largeur est demeurée très limitée.

On retrouve toujours, se succédant dans l'ordre de l'attaque, les cellules N, M 1 et M 2. Les cellules A à parois épaissies sont fréquentes.

La photo 5 montre l'aspect de la lésion à cette date.

Nous avons procédé à des réisolements du parasite à partir de ces cabosses. Les résultats ont été positifs et nous avons pu obtenir des cultures pures du *Phytophthora palmivora*. L'agent pathogène est donc resté vivant pendant un temps très long dans les tissus de la cabosse.

Discussion des résultats

Les observations que nous venons d'effectuer permettent de faire les constatations suivantes :

Fruits sensibles

L'agent pathogène ne peut subsister longtemps à l'intérieur des cellules. Celles-ci sont très rapide-

ment détruites et prennent l'aspect granuleux brunâtre que nous avons signalé, ceci surtout dans le parenchyme à petites cellules.

Il y a un passage accéléré de cellule à cellule, ce qui se traduit par une période de contamination très courte et le développement rapide de la tache de pourriture.

Fruits résistants

Le champignon pénètre bien dans les tissus du péricarpe comme dans le cas précédent, mais il semble qu'il puisse rester un temps beaucoup plus long à l'intérieur des cellules avant que celles-ci ne se nécrosent.

Il dégénère lentement (passage des types M 1 à M 2, puis à N). L'extension a surtout lieu en profondeur et est très limitée en largeur.

Le passage de cellule à cellule est de ce fait très retardé et il en résulte une période de contamination très longue ou même une résistance totale.

On a donc un type d'équilibre qui est extrêmement proche de la symbiose et qui peut rappeler ce que l'on trouve chez les mycorhizes endotrophes.

Chez les cabosses sensibles, cet équilibre est rompu dans le sens du parasitisme.

Ces observations ne sont valables que pour des cabosses dont l'épiderme n'a pas subi de lésions. S'il y a blessure, même superficielle, la période de contamination très longue que nous avons pu observer chez un certain nombre d'arbres se trouve fortement raccourcie.

Ainsi lorsque, sur des cabosses de l'UPA 402, on effectue avec un scalpel de légères scarifications au niveau du dépôt de la suspension de zoospores, on a un développement rapide de la tache de pourriture et on retrouve ce qui se passe chez les cabosses sensibles.

Notons enfin que les zoospores constituent un inoculum potentiel beaucoup plus faible que les filaments mycéliens. Si, sur une cabosse de l'UPA 402, on dépose, non plus une goutte de suspension de zoospores, mais un fragment de culture du parasite et ceci en l'absence totale d'eau (donc pas d'infection par zoospores), la période de contamination redevient très courte. La tache de pourriture commence à se développer au bout de quatre jours environ. La différence entre les deux modes d'inoculation est donc ici beaucoup moins marquée.

CONCLUSION

Les essais que nous venons d'effectuer ont permis d'apporter quelques précisions sur le mode de pénétration et de propagation du *Phytophthora palmivora* dans les tissus du péricarpe de différentes cabosses de cacaoyer. En faisant le point, on peut dire que :

— la structure de l'épiderme (et en particulier le nombre de stomates) n'a pas d'action sur la sensibilité ;

— le parasite pénètre toujours à l'intérieur des tissus quelle que soit la sensibilité de la cabosse ;

— la zone de résistance se situe vraisemblablement dans le parenchyme à petites cellules se trouvant dans les couches superficielles de l'épiderme, immédiatement sous l'épiderme.

Cette zone est riche en tannins et pauvre en glucides.

L'étude des réactions biochimiques ayant leur siège dans cette zone et qui provoquent le blocage du parasite devra être menée à bien pour arriver à une connaissance poussée des mécanismes de résistance envers la maladie.

BIBLIOGRAPHIE

1. TARJOT (M.) (1969). — Etude de la résistance des cacaoyers à la pourriture des cabosses due au *Phytophthora palmivora* (Butl.) Butl. en Côte d'Ivoire. 3^e partie : Inoculations expérimentales sur le terrain. *Café Cacao Thé* (Paris), XIII, 4, oct.-déc. 1969, p. 297-309.

TARJOT (M.). — **Etude anatomique de la cabosse de cacaoyer en relation avec l'attaque du *Phytophthora palmivora*.** *Café Cacao Thé* (Paris), vol. XVI, n° 2, avril-juin 1972, p. 123-134, fig., ph., tabl., réf.

Les travaux sur la pourriture des cabosses du cacaoyer (due au *Phytophthora palmivora*) entrepris par l'IFCC en Côte d'Ivoire, depuis plusieurs années, ont été axés sur la recherche d'arbres naturellement résistants à la maladie. Dans cet article, l'auteur étudie la structure de l'épiderme des cabosses en liaison avec la pénétration du parasite, l'anatomie des tissus du péricarpe de la cabosse et la propagation du parasite dans les tissus de différentes cabosses.

Les essais effectués ont permis de constater que la structure de l'épiderme (en particulier le nombre de stomates) n'a pas d'action sur la sensibilité au *P. palmivora* ; que le parasite pénètre toujours à l'intérieur des tissus de la cabosse, quelle que soit la sensibilité de celle-ci ; que la zone de résistance se situe vraisemblablement dans le parenchyme à petites cellules se trouvant dans les couches superficielles de l'épiderme, immédiatement sous l'épiderme. Cette zone est riche en tannins et pauvre en glucides.

Les réactions biochimiques ayant leur siège dans cette zone et qui provoquent le blocage du parasite devront être étudiées pour connaître les mécanismes de résistance envers la maladie.

TARJOT (M.). — **Anatomical study of the cacao pod in relation to the attack by *Phytophthora palmivora*.** *Café Cacao Thé* (Paris), vol. XVI, n° 2, avril-juin 1972, p. 123-134, fig., ph., tabl., réf.

The work on the rotting of the cacao pod (due to *Phytophthora palmivora*) undertaken by the IFCC in the Ivory Coast, for the past few years, has been directed to the search for trees which are naturally resistant to the disease. In this article, the author studies the structure of the epidermis of the pods in connection with the penetration of the parasite, the anatomy of the tissues of the pericarp of the pod and the propagation of the parasite within the tissues of the various pods.

The studies carried out led to the observation that the structure of the epidermis (in particular, the number of stomata) has no action on the susceptibility to *P. palmivora* ; that the parasite always penetrates within the tissues of the pod, whatever the latter's susceptibility may be ; that the zone of resistance is located, in all likelihood, in the small celled parenchyma located in the superficial layers of the epicarp, immediately below the epidermis. This zone is rich in tannins and has a low glucide content.

The biochemical reactions having their site in this zone and leading to the blocking of the parasite will have to be studied in order to determine the mechanisms of resistance to this disease.

TARJOT (M.). — Anatomische Studie der Kakao-
schote in Zusammenhang mit dem Befall durch
Phytophthora palmivora. *Café Cacao Thé* (Paris),
vol. XVI, n° 2, avril-juin 1972, p. 123-134, fig.,
ph., tabl., réf.

Diese seit mehreren Jahren von IFCC in der Elfenbeinküste unternommenen Arbeiten über die (durch *Phytophthora palmivora* bewirkte) Schotenfäule waren auf die Suche nach Bäumen, die von Natur gegen die Krankheit resistent waren, ausgerichtet. Im vorliegenden Artikel untersucht der Autor die Struktur der Epidermis der Schote im Zusammenhang mit dem Eindringen des Schädling, die Anatomie des Gewebes des Perikarps der Schote und die Verbreitung des Schädling in den Geweben der verschiedenen Schoten.

Die durchgeführten Versuche erbrachten die Feststellung, dass die Struktur der Epidermis (insbesondere die Zahl der Stomata) keine Wirkung auf die Anfälligkeit für *P. palmivora* hat ; dass der Schädling stets in das Innere der Schotengewebe dringt, welche die Anfälligkeit der Schote ist ; dass die Resistenzzone vermutlich im Kleinzellenparenchym das sich in den oberen Schichten der Fruchthaut direkt unter der Epidermis befindet gelegen ist. Diese Zone ist reich an Gerbstoff und arm an Kohlenhydraten.

Die biochemischen Reaktionen welche von dieser Zone ausgehen und die Absperrung der Schädling hervorrufen müssen untersucht werden, um die Mechanismen der Resistenz gegen die Krankheit zu erfahren.

TARJOT (M.). — Estudio anatómico de la mazorca
de cacao en relación al ataque de *Phytophthora pal-
mivora*. *Café Cacao Thé* (Paris), vol. XVI, n° 2,
avril-juin 1972, p. 123-134, fig., ph., tabl., réf.

Los trabajos sobre la pudrición de las mazorcas de cacao (debida a *Phytophthora palmivora*) hechos por el IFCC en Costa del Marfil desde hace algunos años se concentran en la investigación de árboles naturalmente resistentes a dicha enfermedad. En el presente artículo, el autor estudia la estructura de la epidermis de la mazorca en relación a la penetración del parásito, a la anatomía de los tejidos del pericarpio de la mazorca y a la propagación del parásito en los tejidos de las varias mazorcas.

Los ensayos efectuados mostraron que la estructura de la epidermis (y especialmente el número de estomas) no influye en la susceptibilidad al *P. palmivora*, que el parásito penetra siempre al interior de los tejidos de la mazorca cualquier sea la susceptibilidad de ésta y que la zona de resistencia se encuentra verosímilmente en el parénquima constituido por células pequeñas, que se halla en las capas superficiales del epicarpio, inmediatamente bajo la epidermis. En esta zona hay muchos taninos y pocos hidratos de carbono.

Al objeto de conocer los mecanismos de resistencia a la enfermedad será preciso estudiar las reacciones bioquímicas que se operan en la zona mencionada y provocan la detención del parásito.