

INSTITUT FRANCAIS DU CAFE, DU CACAO
et autres plantes stimulantes

I. F. C. C.

CENTRE DE RECHERCHES DU CAMEROUN
CENTRE DE NKOLBISSON

B.P. 2.067

YAOUNDE

LABORATOIRE DE PHYTOPATHOLOGIE

ESSAI DE MISE AU POINT D'UNE METHODE RAPIDE D'APPRECIATION
DE L'EFFICACITE DES FONGICIDES
CONTRE LA POURRITURE BRUNE DES CABOSSES DU CACAOYER
DUE A PHYTOPHTHORA PALMIVORA (Butl.) Butl.
DANS LES CONDITIONS NATURELLES

par

Raoul A. MULLER
Directeur de Recherches de l'ORSTOM
Conseiller Scientifique de l'I.F.C.C.
au Cameroun

L'interprétation statistique a été faite avec la collaboration de

Roger LOTODE
Maître de Recherches de l'ORSTOM
Chef de la Section de Biométrie de l'IFCC au Cameroun

Septembre 1967.

ESSAI DE MISE AU POINT D'UNE METHODE RAPIDE D'APPRECIATION
DE L'EFFICACITE DES FONGICIDES
CONTRE LA POURRITURE BRUNE DES CABOSSES DU CACAOYER
DUE A PHYTOPHTHORA PALMIVORA (Butl.) Butl.
DANS LES CONDITIONS NATURELLES

par

Raoul A. MULLER
Directeur de Recherches de l'ORSTOM
Conseiller Scientifique de l'I.F.C.C.
au Cameroun

L'interprétation statistique a été faite avec la collaboration de

Roger LOTODE
Maître de Recherches de l'ORSTOM
Chef de la Section de Biométrie de l'IFCC au Cameroun

- I -

DIFFICULTES DE L'EXPERIMENTATION DANS LA CACAOYERE TRADITIONNELLE (1)
ET BASES D'UNE TECHNIQUE NOUVELLE D'ESSAI

La cacaoyère traditionnelle se caractérise par une extrême hétérogénéité à la fois génétique, pédologique et microclimatique; au Cameroun en particulier :

- les cacaoyers sont des hybrides que l'on peut rattacher au groupe Trinitario présentant un grand nombre de types très divers ;

- les plantations sont souvent établies sur des terrains plus ou moins accidentés, sous des vestiges forestiers, formant un couvert très irrégulier : des zones très ombragées se rencontrent au contact de zones très ouvertes et ensoleillées; le comportement des arbres, et de leurs parasites, évidemment très fortement influencés par l'environnement, présente de grandes différences entre des points quelquefois très proches les uns des autres, au sein d'une même plantation.

Cette hétérogénéité multiple se traduit par de très fortes variations de la production de parcelles voisines constituant les éléments des essais de type classique :

.../...

- on a pu enregistrer entre les productions des parcelles d'un même bloc des différences naturelles de l'ordre de 1 à 3 ;

- on a pu constater que les dégâts dûs à la pourriture brune pouvaient présenter entre deux parcelles contiguës d'un même bloc des différences naturelles de l'ordre de 1 à 4.

C'est ce qui explique les difficultés rencontrées par les expérimentateurs dans la réalisation des essais effectués dans la cacaoyère traditionnelle et les nombreux échecs qui sont l'aboutissement de la plupart des tentatives de cet ordre.

Ces difficultés et la nécessité où nous nous trouvons d'expérimenter dans un tel milieu, la cacaoyère traditionnelle étant le seul champ d'expérience offert à notre activité, nous ont conduit à rechercher des techniques d'essais adaptées à ce milieu et répondant aux exigences de la rigueur scientifique. Cette recherche méthodologique a été au centre de nos préoccupations au cours de la dernière décade.

Nous avons ainsi, de 1957 à 1964, effectué en collaboration avec Henri MARTICOU, Statisticien des Services de l'Agriculture du Cameroun, l'analyse structurelle détaillée de la production d'un grand nombre de cacaoyers observés individuellement pendant plusieurs années consécutives. Cette étude nous a conduit à mettre au point une méthode d'expérimentation particulière que nous désignerons dans ce qui suit sous le nom de méthode MARTICOU-MULLER, adaptée aux conditions de la cacaoyère traditionnelle et présentant l'originalité de comparer les mêmes arbres à eux-mêmes au cours d'années successives. Notre propos n'est pas de donner ici le détail de cette méthode : le lecteur en trouvera l'explication ailleurs (1). Au Cameroun, elle est d'ores et déjà mise en application dans des essais destinés à améliorer la technique de lutte contre la pourriture brune des cabosses, et son principe est utilisé en outre pour l'analyse des essais d'engrais sur cacaoyer suivis depuis plusieurs années. Bien que spécialement adaptée aux conditions du milieu où elle s'applique, elle présente cependant l'inconvénient d'exiger :

- d'une part, deux années d'observation dont une année "à blanc" ;
- d'autre part, un grand nombre d'arbres pour une précision suffisante.

C'est donc une méthode de travail relativement lente et coûteuse: elle doit être utilisée sans réserve pour des études dont les résultats ne peuvent être espérés qu'après un temps assez long (études sur la nutrition minérale par exemple) ou dont les résultats escomptés justifient des efforts et des dépenses importantes (appréciation de l'efficacité d'actions synthétiques telles que mesures de prophylaxie associées à des traitements fongicides par exemple). Mais il faut reconnaître que, compte tenu des moyens dont elle exige la mise en oeuvre, elle n'a qu'un faible rendement dans un certain nombre de cas parmi lesquels nous citerons en particulier : l'étude de l'efficacité contre la pourriture brune des cabosses due à Phytophthora palmivora, des divers anticryptogamiques offerts par l'industrie chimique moderne aux agriculteurs. Ces produits sont en effet très nombreux et leur étude comparative nécessiterait, par cette méthode, de longues années de travail; la définition des doses minimum suffisantes pour ceux de ces produits qui se montreraient efficaces entraînerait elle aussi de longs et coûteux efforts.

Or la recherche de fongicides autres que les produits cupriques classiques s'impose :

- d'une part, les dérivés du cuivre sont de plus en plus chers ;
- d'autre part, il est souhaitable que l'arsenal mis à la disposition des planteurs s'élargisse et qu'une juste concurrence s'établisse sur le marché entre les diverses formulations offertes aux producteurs ;
- en troisième lieu, peut-être existe-t-il des anticryptogamiques plus efficaces, plus rémanents, d'emploi plus facile que les fongicides à base de cuivre couramment employés.

Devant la nécessité de tester de nouveaux fongicides dans les conditions naturelles d'une part, devant la quasi-impossibilité matérielle de faire cette étude par la mise en oeuvre de la seule méthode expérimentale valable dans les conditions de la cacaoyère traditionnelle d'autre part, nous avons tenté de mettre au point une autre technique de test qui fût à la fois précise, plus rapide et moins coûteuse.

L'idée directrice de cette recherche repose sur la distinction fondamentale entre interventions dont l'effet se fait sentir sur la productivité des arbres, et interventions dont l'effet se fait sentir sur la production en place.

Dans le premier cas, on peut ranger par exemple les applications de fumures minérales qui interviennent sur la tenue des fruits formés, mais surtout sur la mise à fruit. Dans le deuxième cas, on peut citer les applications préventives de fongicides sur les cabosses de cacaoyers contre Phytophthora palmivora, lequel n'atteint que les cabosses formées et ne modifie pas le potentiel de production de l'arbre.

Dans le schéma expérimental MARTICOU-MULLER, les parcelles élémentaires sont constituées, comme dans les schémas expérimentaux classiques, par des groupes d'arbres observés pendant deux ou plusieurs années consécutives : la première année, cette observation se fait dans les conditions naturelles sans intervention extérieure; la 2^e année certains arbres reçoivent les traitements à tester; d'autres non traités (témoins) permettent de juger de l'affluence annuelle. S'il peut servir à apprécier l'effet d'interventions agissant sur le comportement de la production en place, ce schéma est donc, par le fait même, spécialement adapté à l'appréciation des changements de productivité induits par une intervention agronomique quelconque. Mais pour apprécier l'effet d'interventions agissant rapidement sur le comportement d'une production existante, comme s'est le cas pour les applications préventives de fongicides contre Phytophthora palmivora sur cabosses, une méthode plus directe nous a semblé préférable.

Au lieu d'utiliser comme parcelles élémentaires, des groupes d'arbres dont la production est inconnue au départ et que l'on suit pendant toute une campagne dans les schémas classiques d'expérimentation, ou pendant deux campagnes dans le schéma MARTICOU-MULLER, nous avons songé à utiliser des groupes de cabosses aussi identiques que possible au moment de la mise en place de l'essai. Le développement de Phytophthora palmivora sur un groupe de cabosses peut être très rapide à partir du moment où l'une des cabos-

ses de ce groupe est contaminée : par conséquent, l'action préventive d'un fongicide efficace peut être rapidement décelable.

- II -

REALISATION PRATIQUE

En conclusion des considérations du chapitre précédent, nous avons conçu un schéma expérimental spécialement destiné aux tests de fongicides contre Phytophthora palmivora sur cabosses de cacaoyer et, au cours de la campagne 1966, nous avons effectué une première tentative de mise au point constituée par une série préliminaire d'expériences.

1°)-Dans des plantations d'apparence favorable au développement de la pourriture brune des cabosses, afin de nous placer dans les meilleures conditions de contamination et de développement de la maladie, des couples de cacaoyers ont été repérés; ces couples ont été choisis de telle sorte que les deux arbres constituant un couple :

- a/- se trouvent placés à proximité l'un de l'autre (5 ou 6 mètres au plus), dans le même environnement (même ombrage en particulier) de façon à éliminer au maximum les effets de l'hétérogénéité du milieu;
- b/- soient porteurs de cabosses de même type (même forme général et même couleur) afin d'éliminer en partie les effets de l'hétérogénéité génétique ;
- c/- présentent sur la même longueur de tronc, un nombre identique de cabosses saines de taille semblable et disposées de la même façon, afin d'éliminer au maximum les différences pouvant survenir dans la contamination, étant entendu que la contagion est conditionnée en partie par le degré d'aggrégation des fruits.

- N.B.- 1) Nous noterons ici que ces exigences rendent l'exécution assez difficile mais que les difficultés ne sont pas insurmontables. Nous avons pu en effet, en l'espace de trois semaines, repérer 174 paires d'arbres répondant à ces exigences; ces 174 paires d'arbres étaient réparties dans un grand nombre de plantations disposées le long de plusieurs dizaines de kilomètres de pistes, une partie dans les environs de Yaoundé, une partie dans les environs d'Ebolowa.
- 2) Concernant le nombre et la répartition des cabosses sur une même longueur de tronc, il est à noter que l'on peut intervenir pour satisfaire aux exigences de la méthode : si en effet on se trouve en présence de deux arbres satisfaisant aux points 1a et 1b (proximité l'un de l'autre, même environnement, même type de cabosses) mais ne répondant pas aux exigences du point 1c (même nombre de cabosses de même taille sur une même longueur de tronc) il est possible, en supprimant certaines cabosses choisies à bon escient, d'obtenir deux sujets convenables.

2°) - Par ailleurs, cinq cabosses atteintes de pourriture brune en cours d'évolution et couvertes de fructifications de Phytophthora palmivora, ont été disposées en couronne à quarante centimètres environ autour du pied de chaque arbre ainsi repéré, afin d'assurer une contamination abondante et homogène; ces cabosses constituant la source de contamination ont été fixées au sol à l'aide d'une broche métallique.

- N.B.
- 1) L'importance de cette source artificielle d'inoculum est telle qu'elle minimise les différences qui peuvent exister entre les sources naturelles de contamination constituées principalement par le sol environnant les deux arbres d'un couple.
 - 2) Nous attirons l'attention sur le fait que seule cette source artificielle d'inoculum doit subsister. En particulier, on doit prendre soin de choisir des couples d'arbres ne portant pas de cabosses pourries lors de la mise en place de l'essai; la présence de cabosses pourries permet en effet de craindre que certaines cabosses d'apparence saine sont déjà contaminées.

3°) - Au sein de chaque couple d'arbres ainsi repéré et préparé, l'un des deux arbres, tiré au hasard, n'a pas été traité et a servi de témoin; sur les cabosses de l'autre arbre a été appliqué le fongicide à tester; nous avons admis a priori, dans cette première étude, que, pour tester l'efficacité d'une formulation anticryptogamique, une dizaine de couples, soit une dizaine de répétitions, devait être nécessaire et suffisante, 10 à 20 cabosses par arbre étant en règle générale utilisables.

4°) - Les observations ont été effectuées tous les 15 jours; elles ont consisté en un simple comptage des cabosses saines et des cabosses atteintes, même à un stade très précoce, par Phytophthora palmivora; les cabosses atteintes, de même que les cabosses mûres ou les cabosses wiltées lorsqu'il s'en est trouvé, ont été éliminées à chaque observation.

5°) - Les applications du fongicide à tester ont été effectuées lors de chaque observation.

6°) - La source d'inoculum a été renouvelée lors de chaque observation.

- III -

RESULTATS OBTENUS

Nous avons dit plus haut que nous avons mis en observation 174 couples d'arbres. Sur ces 174 couples, 125 étaient situés dans les environs de Yaoundé, les 49 autres couples étaient situés dans les environs de la Station de Nkoemvone, près d'Ebolowa.

Ces 174 couples d'arbres ont servi :

- d'une part, à tester la valeur de la méthode;
- d'autre part, à tester l'efficacité d'un certain nombre de formulations anticryptogamiques.

Nous étudierons dans ce chapitre le premier point "Valeur de la méthode". Nous étudierons dans le chapitre VI sous le titre "Première application de la méthode", les résultats des tests de fongicides nouveaux.

VALEUR DE LA METHODE

a) Epreuves mises en oeuvre

Afin de tester la valeur de la méthode, nous avons effectué deux types d'essais :

- d'une part, un essai "à blanc";
- d'autre part, un essai "cuivre" où était testé l'oxychlorure tétracuvrique titrant 50 % de cuivre métal et dont l'efficacité est depuis longtemps connue ("Viricuire micronisé" de Pechiney-Progil).

Dans l'essai "à blanc" :

- un arbre de chaque couple servait de témoin (T);
- l'autre arbre ne recevait aucun traitement et était par conséquent placé dans les mêmes conditions (traitement 0).

Au total 16 couples dans la région de Yaoundé et 17 couples dans la région de Nkoemvone ont été suivis de cette façon.

Dans l'essai "cuivre" :

- dans une première série, un arbre de chaque couple servait de témoin, l'autre recevait tous les 15 jours une pulvérisation d'une bouillie à 0,5 % d'oxychlorure tétracuvrique;
- dans deux autres séries, un arbre de chaque couple servait de témoin, l'autre recevait tous les 15 jours une pulvérisation d'une bouillie à 1 % d'oxychlorure tétracuvrique.

Au total 16 couples dans la région de Yaoundé et 17 couples dans la région de Nkoemvone ont été suivis pour tester la bouillie à 1 % d'oxychlorure tétracuvrique, et 15 couples dans la région de Yaoundé ont été suivis pour tester la bouillie à 0,5 % d'oxychlorure tétracuvrique.

La première partie de ces épreuves (essai "à blanc") devait permettre de vérifier l'hypothèse implicitement admise au départ que l'évolution de la contamination était identique pour les cabosses portées par les deux arbres d'un couple; la deuxième partie de ces épreuves (essais "cuivre") devait montrer dans quelle mesure, compte tenu des conditions de l'essai, un fongicide déjà reconnu d'une bonne efficacité, manifestait, par cette méthode, cette efficacité, ce qui devait permettre de définir le seuil minimum d'efficacité devant être atteint par un fongicide à tester pour que ce fongicide soit retenu comme efficace.

b) Analyse des résultats

1) Remarques préliminaires concernant la méthode d'appréciation.

Nous avons adopté comme variables devant permettre d'apprécier

l'efficacité d'une intervention les pourcentages de cabosses atteintes par Phytophthora palmivora; nous avons pensé à l'origine appliquer à ces pourcentages, après transformation angulaire (arc sinus $\sqrt{\frac{x}{100}}$) l'analyse classique de la méthode des couples de STUDENT. Mais cette technique d'appréciation suppose que non seulement le nombre de cabosses soit le même pour les deux arbres d'un couple donné mais également qu'il soit le même pour tous les couples d'un essai. Or s'il est relativement facile de trouver des couples d'arbres dont les deux éléments portent le même nombre de cabosses, il est beaucoup plus difficile de trouver une série de couples portant tous le même nombre de cabosses. Nous avons reculé devant cette difficulté, en 1966*. Aussi, dans les expériences mises en place, les divers couples d'une série constituant un essai n'avaient-ils pas tous le même nombre de cabosses; d'autre part, au sein d'un même couple, il est arrivé qu'en cours d'essai, des cabosses ont dû être éliminées parce que wiltées ou arrivées au stade de la maturité : il est donc à noter que, dans certains couples le nombre des cabosses en observation n'était pas le même sur les deux éléments du couple. Nous nous sommes donc trouvés dans l'obligation de renoncer à l'utilisation du test de STUDENT et nous avons dû adopter une autre technique d'appréciation : cette méthode non paramétrique de COCHRAN (2) présente divers avantages :

- elle est adaptée aux **petits** effectifs, ce qui est le cas qui nous occupe ici, les arbres en observation présentant généralement 10 à 20 cabosses utilisables;
- elle n'oblige pas à ce que tous les couples présentent le même nombre de cabosses;
- elle est utilisable même si au sein des couples, les arbres n'ont pas le même nombre de cabosses, quoique la sensibilité du test diminue d'autant plus que les différences sont plus grandes.

Si l'on désigne :

- par p_1 le rapport entre le nombre x_1 de cabosses malades et le nombre c_1 de cabosses totales portées par l'arbre témoin d'un couple ($p_1 = \frac{x_1}{c_1}$);
- par p_2 le rapport entre le nombre x_2 de cabosses malades et le nombre c_2 de cabosses totales portées par l'arbre traité correspondant ($p_2 = \frac{x_2}{c_2}$);
- par \bar{p} le rapport entre le nombre $(x_1 + x_2)$ de cabosses malades et le nombre $(c_1 + c_2)$ de cabosses totales portées ensemble par les deux arbres d'un couple ($\bar{p} = \frac{x_1 + x_2}{c_1 + c_2}$);
- par \bar{q} le complément à 1 de \bar{p} ($\bar{q} = 1 - \bar{p}$);
- par d la différence entre le taux d'attaque des deux arbres d'un couple ($d = p_1 - p_2$);
- par w un facteur de pondération faisant intervenir le nombre des cabosses en observation et tel que $w = \frac{c_1 c_2}{c_1 + c_2}$;

* Nous pouvons dire maintenant, après expérience faite en 1967 que cette difficulté n'est pas insurmontable et qu'il faut s'astreindre à avoir des séries où tous les couples ont le même effectif.

on obtient pour une série de n couples constituant un essai, un critérium : $z = \frac{\sum w d}{\sum w p q}$.

Ce critérium suit une loi de Gauss centrée et réduite si les différences ne sont pas significatives.

Avec un risque de première espèce de 5 %, la valeur absolue de z doit être inférieure à 1,96 pour qu'il n'y ait pas de différence significative si l'on tient compte du signe de z, z devra être inférieur à 1,65, s'il est positif, ou supérieur à - 1,65, s'il est négatif, pour qu'il n'y ait pas de différence significative (test unilatéral).

2) Résultat de l'essai "à blanc".

Nous avons déjà dit que nous avons affecté à cette épreuve deux groupes d'arbres, l'un situé à proximité de Yaoundé (groupe 1) et comptant 16 couples, l'autre situé à proximité de la Station de Nkoemvone (groupe 2) et comptant 17 couples.

Nous avons effectué l'analyse des résultats pour chacun de ces deux groupes séparément et pour ces deux groupes ensemble. Les observations ayant été faites régulièrement tous les 15 jours, cette analyse a été faite pour chacune des dates d'observations, soit 15 jours, 30 jours et 45 jours après la mise en place de l'essai pour les deux groupes; une observation 52 jours après la mise en place de l'essai a en outre été faite pour le groupe 2.

On trouvera dans les tableaux I et II les résultats obtenus exprimés en % de cabosses atteintes par Phytophthora palmivora : sous cette forme, ils donnent rapidement une idée du déroulement de l'essai.

Un examen rapide montre que pour chacun des deux groupes d'arbres, l'évolution est la même chez les témoins et chez les arbres correspondants. Une représentation graphique globale du phénomène est elle-même très parlante. (Graphiques I et II).

L'analyse statistique selon la méthode de COCHRAN dont le principe est exposé plus haut montre que :

pour le premier groupe,	après 15 jours	$z = 0,340$
	après 30 jours	$z = 0,382$
	après 45 jours	$z = 0,376;$
pour le deuxième groupe,	après 15 jours	$z = 0,280$
	après 30 jours	$z = -0,407$
	après 45 jours	$z = -0,111$
	après 52 jours	$z = -0,104$
pour l'ensemble des deux groupes,	après 15 jours	$z = 0,305$
	après 30 jours	$z = 0,127$
	après 45 jours	$z = 0,170.$

Il n'y a donc bien évidemment aucune différence significative entre les arbres appariés observés dans les conditions naturelles, et ce avec une très grande marge, le seuil de signification étant $\pm 1,65$.

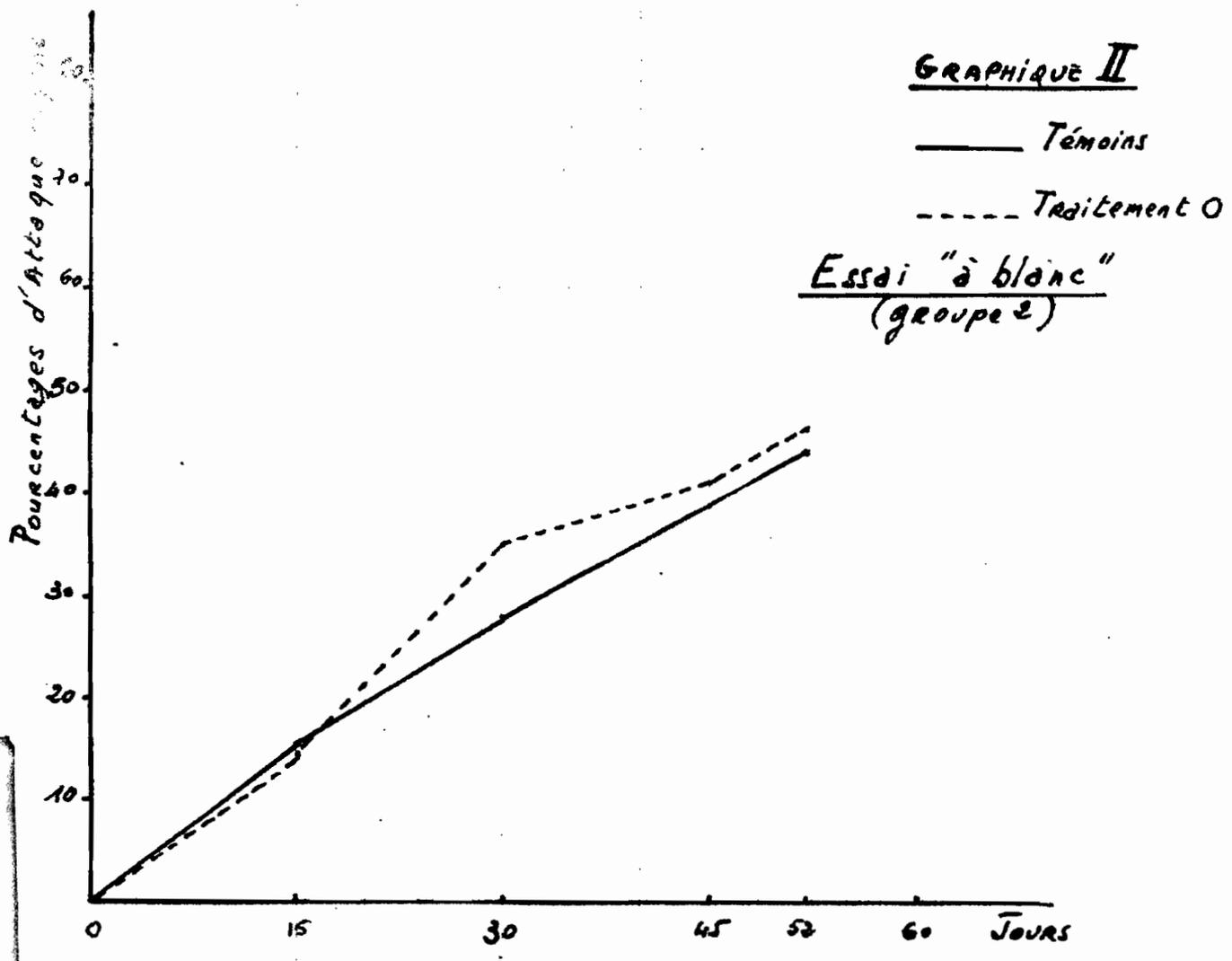
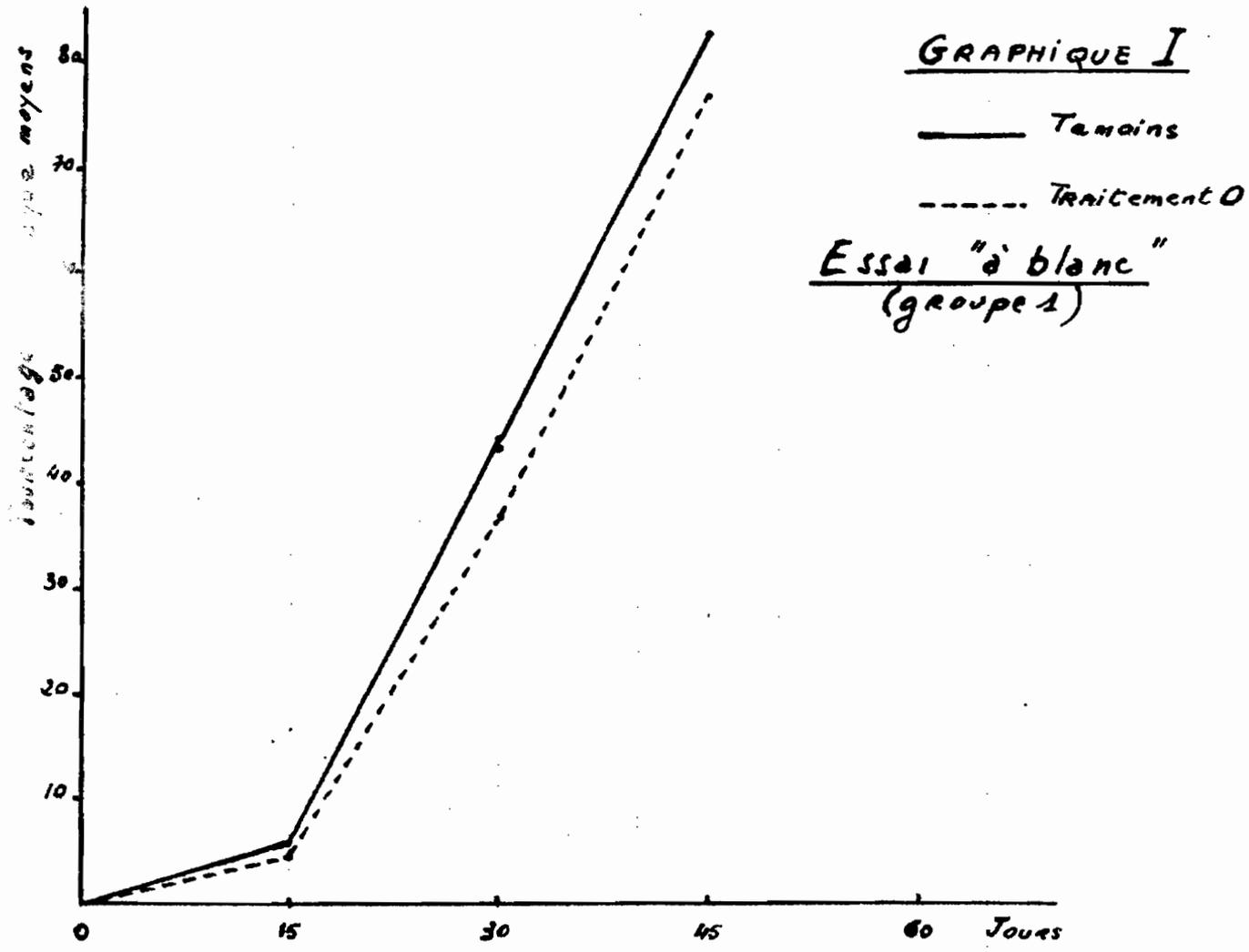
TABLEAU I
 POURCENTAGES D'ATTAQUE PAR ARBRE
 APRES 15 JOURS, 30 JOURS, 45 JOURS D'OBSERVATION
 ESSAI "A BLANC"(Groupe 1)

N° des couples	Témoins			Traitement 0		
	O b s e r v a t i o n			O b s e r v a t i o n		
	à 15 jours	à 30 jours	à 45 jours	à 15 jours	à 30 jours	à 45 jours
1	13,3	26,7	80,0	7,7	7,7	23,1
2	31,6	63,2	100,0	29,4	47,1	94,1
3	3,7	11,1	22,2	4,2	37,5	87,5
4	0,0	70,0	90,0	0,0	85,7	85,7
5	4,2	16,7	70,8	0,0	26,1	69,6
6	0,0	3,1	43,8	0,0	15,6	43,8
7	3,4	48,3	93,1	0,0	44,8	75,9
8	0,0	64,7	94,1	0,0	29,6	51,9
9	0,0	34,8	95,7	0,0	59,3	100,0
10	10,0	75,0	95,0	5,3	36,8	89,5
11	0,0	17,9	96,4	0,0	26,9	69,2
12	0,0	38,5	92,3	0,0	37,5	87,5
13	7,1	71,4	100,0	0,0	35,7	100,0
14	0,0	60,0	95,6	0,0	7,4	92,6
15	0,0	80,0	93,3	11,1	55,6	88,9
16	37,5	100,0	100,0	28,6	100,0	100,0
Pourcentages d'attaque moyens	5,8	44,4	82,7	4,2	36,9	77,2

TABLEAU II

POURCENTAGES D'ATTAQUE PAR ARBRE
APRES 15 JOURS, 30 JOURS, 45 JOURS, 52 JOURS D'OBSERVATION
ESSAI "A BLANC"(Groupe 2)

N° des couples	Témoins				" Traitement 0			
	O b s e r v a t i o n				" O b s e r v a t i o n			
	à 15 jours	à 30 jours	à 45 jours	à 52 jours	à 15 jours	à 30 jours	à 45 jours	à 52 jours
1	0,0	0,0	0,0	0,0"	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,0	18,8	81,3	93,8"	13,3	66,7	73,3	73,3
3	0,0	0,0	0,0	20,0"	0,0	0,0	0,0	11,1
4	40,0	40,0	50,0	50,0"	30,0	55,6	55,6	55,6
5	0,0	0,0	7,7	15,4"	0,0	0,0	0,0	31,3
6	9,1	63,6	90,9	90,9"	30,8	38,5	38,5	53,8
7	90,0	90,0	90,0	90,0"	46,2	76,9	76,9	76,9
8	25,0	50,0	75,0	75,0"	0,0	20,0	50,0	50,0
9	0,0	0,0	0,0	30,0"	0,0	0,0	12,5	12,5
10	0,0	16,7	16,7	16,7"	41,2	41,2	41,2	41,2
11	0,0	15,4	23,1	23,1"	7,1	78,6	100,0	100,0
12	33,3	58,3	66,7	66,7"	18,2	36,4	36,4	36,4
13	16,7	41,7	50,0	66,7"	22,2	55,6	77,8	88,9
14	13,3	13,3	13,3	13,3"	0,0	26,7	33,3	40,0
15	38,5	61,5	69,2	69,2"	15,4	38,5	46,2	46,2
16	9,1	9,1	9,1	9,1"	0,0	16,7	16,7	16,7
Pourcentages d'attaque moyens	15,5	28,0	38,9	44,0"	14,6	35,2	41,2	46,2



On peut donc en conclure que la méthode satisfait à la première condition que nous avons posée, à savoir l'obligation que, sans intervention extérieure, la contamination doit évoluer de la même façon pour les cabosses des arbres constituant les couples.

3) Essais "cuivre".

Nous rappellerons ici que nous avons effectué 3 tests :

- l'un constitué par un groupe de 15 couples dans les environs de Yaoundé, mettant en comparaison un traitement à l'oxychlorure tétracuvrique à 50 % de cuivre métal, en bouillie aqueuse à 0,5 % (groupe 1) et un témoin;

- deux autres constitués par un groupe de 16 couples dans les environs de Nkoemvone (groupe 2) et par un groupe de 16 couples dans les environs de Yaoundé (groupe 3), mettant en comparaison un traitement à l'oxychlorure tétracuvrique à 50 % de cuivre métal en bouillie aqueuse à 1 % et un témoin.

Les tableaux III, IV et V, montrent les résultats obtenus exprimés en pourcentages de cabosses atteintes par Phytophthora palmivora.

Un examen rapide de ces tableaux ou de leur représentation graphique globale (Graphiques III, IV, V) montre que pour ces 3 groupes d'arbres, l'évolution de la contamination chez les témoins et chez les arbres traités n'est pas la même.

L'analyse statistique selon la méthode de COCHRAN montre que :

pour le premier groupe,	après 15 jours $z = 0,665$
	après 30 jours $z = 1,053$
	après 45 jours $z = 1,992^*$
pour le deuxième groupe	après 15 jours $z = 1,161$
	après 30 jours $z = 1,863^*$
	après 45 jours $z = 2,097^*$
pour le troisième groupe,	après 15 jours $z = 0,517$
	après 30 jours $z = 1,716^*$
	après 45 jours $z = 1,456$
	après 60 jours $z = 1,840^*$
pour les groupes 2 et 3 ensemble,	après 15 jours $z = 0,731$
	après 30 jours $z = 1,802^*$
	après 45 jours $z = 1,859^*$

(Les astérisques indiquent les différences significatives).

On constate que, dans tous les cas, les différences entre traitements sont significatives à $P = 0,05$ après 45 jours ou même après 30 jours d'essai. Ce résultat, conforme à ce que l'on attendait, étant donné que l'efficacité du cuivre est depuis longtemps éprouvée contre Phytophthora palmivora, permet de dire que la méthode a satisfait à la deuxième épreuve à laquelle nous avons voulu la soumettre.

Il est à noter de plus que la méthode se montre très commode : 45 jours au total ont suffi à conduire à bien un test de produit fongicide, et il est notable que, dès 30 jours après le début de l'expérience, on avait

TABLEAU III

POURCENTAGES D'ATTAQUE PAR ARBRE
APRES 15 JOURS, 30 JOURS, 45 JOURS, 60 JOURS D'OBSERVATION

Essai "Viricuire 0,5%"

N° des couples	Témoins				" <i>Viricuire</i> 0,5%			
	O b s e r v a t i o n				O b s e r v a t i o n			
	à 15 jours	à 30 jours	à 45 jours	à 60 jours	à 15 jours	à 30 jours	à 45 jours	à 60 jours
1	0,0	33,3	83,3	100,0"	0,0	0,0	9,1	18,2
2	7,7	11,5	42,3	53,8"	4,5	4,5	4,5	4,5
3	3,7	3,7	7,4	70,4"	4,2	12,5	29,2	29,2
4	11,1	22,2	48,1	59,3"	6,1	6,1	51,5	72,7
5	8,3	25,0	66,7	83,3"	11,8	11,8	11,8	11,8
6	1,9	3,8	13,5	63,5"	0,0	0,0	0,0	4,8
7	4,2	16,7	29,2	70,8"	0,0	0,0	5,6	33,3
8	0,0	0,0	90,0	90,0"	0,0	0,0	40,0	100,0
9	0,0	2,1	31,9	72,3"	0,0	8,6	8,6	22,9
10	7,0	11,6	18,6	41,9"	8,8	14,7	14,7	17,6
11	4,3	39,1	56,5	91,3"	0,0	0,0	5,3	10,5
12	4,5	9,1	31,8	77,3"	0,0	7,4	11,1	18,5
13	14,3	38,1	66,7	90,5"	0,0	0,0	12,5	25,0
14	0,0	60,0	80,0	80,0"	0,0	0,0	0,0	33,3
15	0,0	0,0	50,0	90,0"	0,0	10,0	20,0	60,0
				"				
Pourcentages d'attaque moyens	4,57	15,5	38,17	70,43"	2,59	5,46	14,08	25,57

TABLEAU IV

POURCENTAGES D'ATTAQUE PAR ARBRE
 APRES 15 JOURS, 30 JOURS, 45 JOURS, 52 JOURS D'OBSERVATION.
 ESSAI "VIRICUIVRE A 1 %" (GROUPE 2).

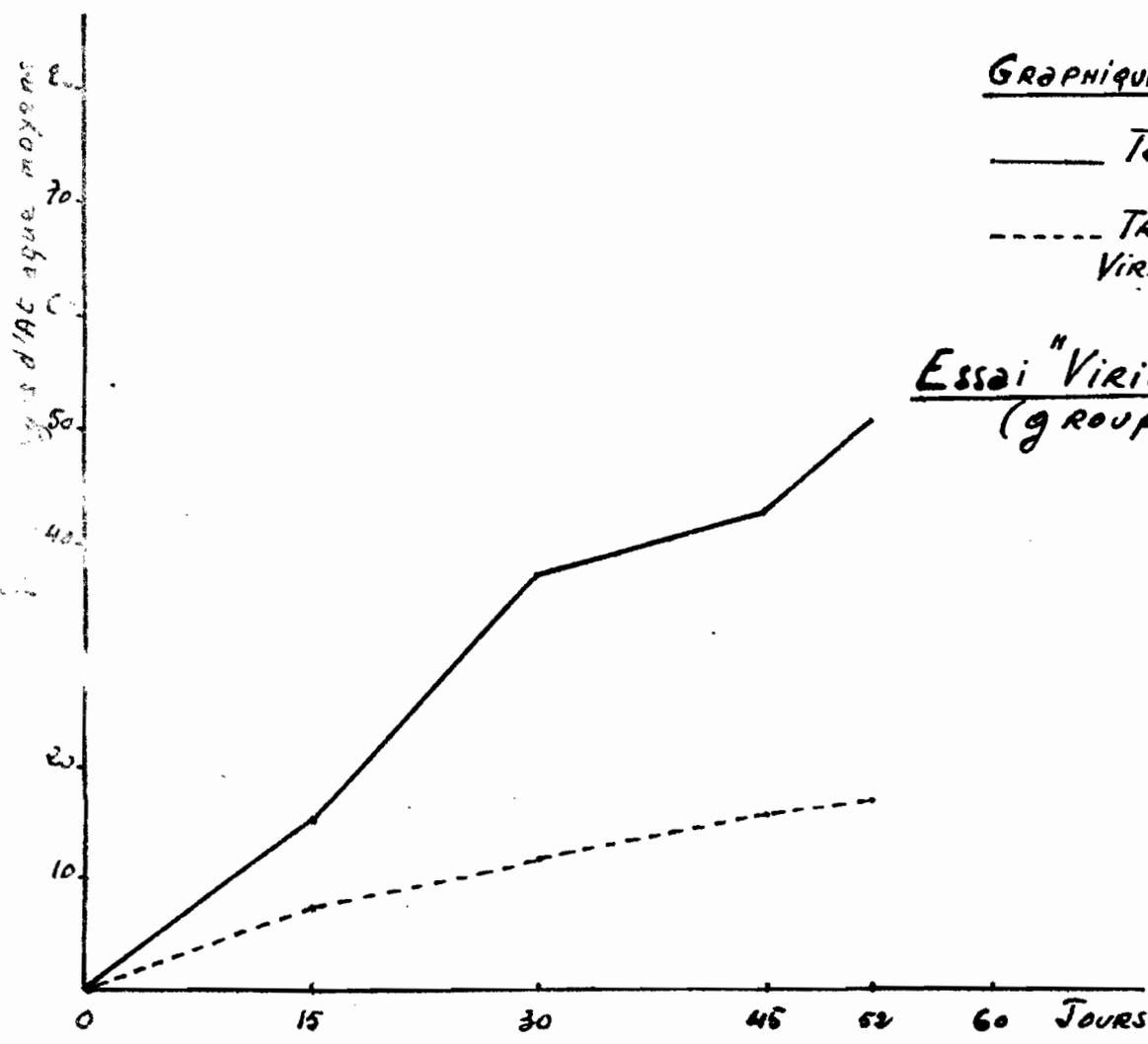
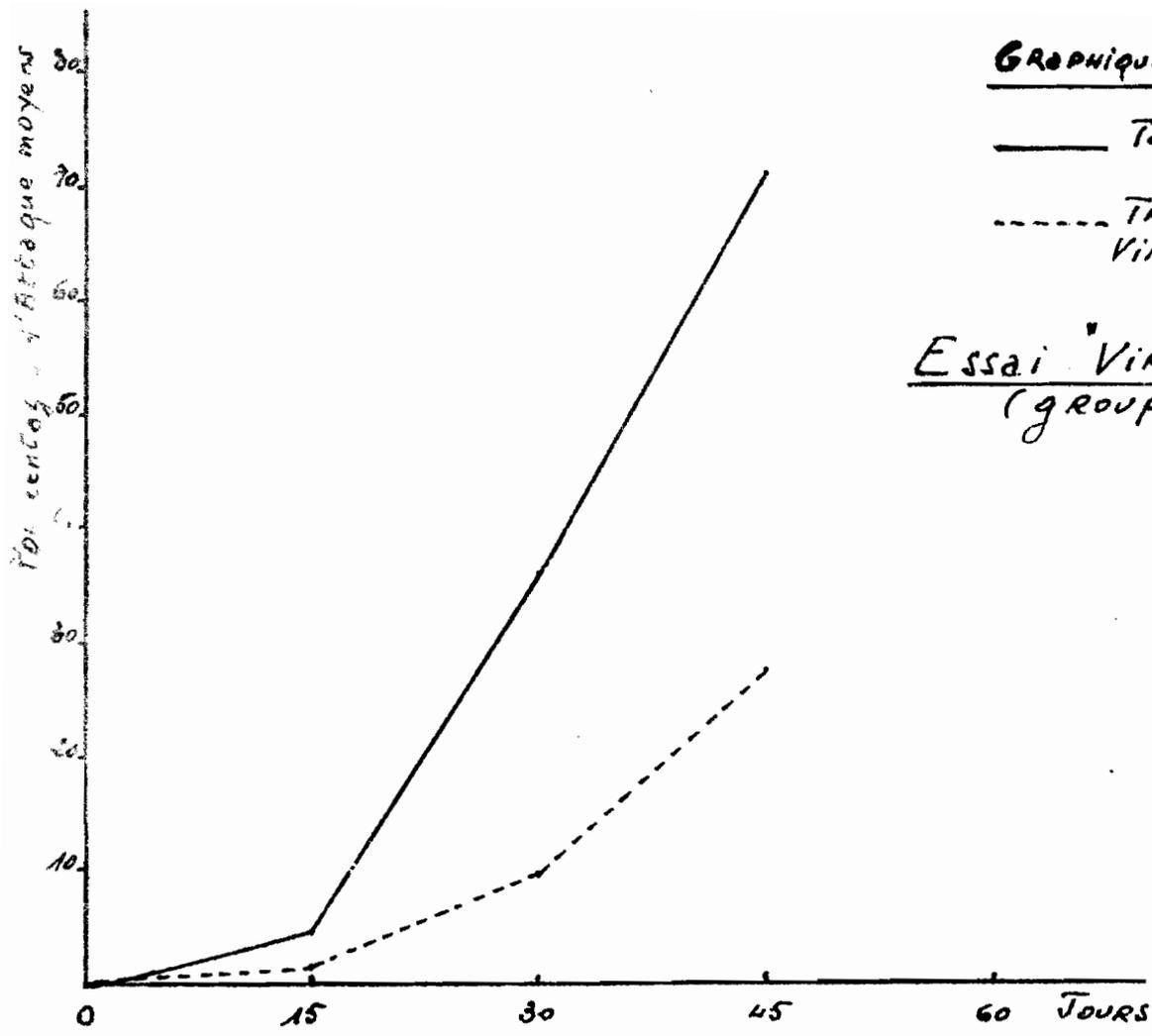
N° des couples	Témoins				Viricuiivre à 1 %			
	OBSERVATION				OBSERVATION			
	à 15 jours	à 30 jours	à 45 jours	à 52 jours	à 15 jours	à 30 jours	à 45 jours	à 52 jours
1	78,6	85,7	85,7	85,7	8,7	8,7	8,7	8,7
2	5,9	29,4	35,3	88,2	13,3	20,0	20,0	26,7
3	0,0	37,5	37,5	37,5	0,0	0,0	0,0	0,0
4	42,9	57,1	57,1	64,3	11,8	35,3	35,3	35,3
5	0,0	6,7	13,3	13,3	0,0	0,0	23,1	30,8
6	8,3	8,3	16,7	16,7	10,0	10,0	20,0	20,0
7	22,2	55,6	77,8	77,8	62,5	87,5	100,0	100,0
8	0,0	27,8	44,4	50,0	0,0	7,7	7,7	7,7
9	6,7	46,7	66,7	80,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	28,6	57,1	57,1	57,1	0,0	0,0	0,0	0,0
11	18,2	81,8	90,9	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12	30,0	80,0	80,0	90,0	44,4	44,4	44,0	44,0
13	21,4	28,6	35,7	35,7	0,0	0,0	0,0	0,0
14	15,4	38,5	38,5	53,8	5,9	11,8	23,5	23,5
15	0,0	0,0	0,0	5,9	6,7	6,7	13,3	13,3
16	4,8	23,8	23,8	28,6	0,0	0,0	0,0	0,0
17	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	25,0	25,0
Pourcentages d'attaque moyens	15,4	37,1	42,5	50,4	7,5	11,7	15,8	16,7

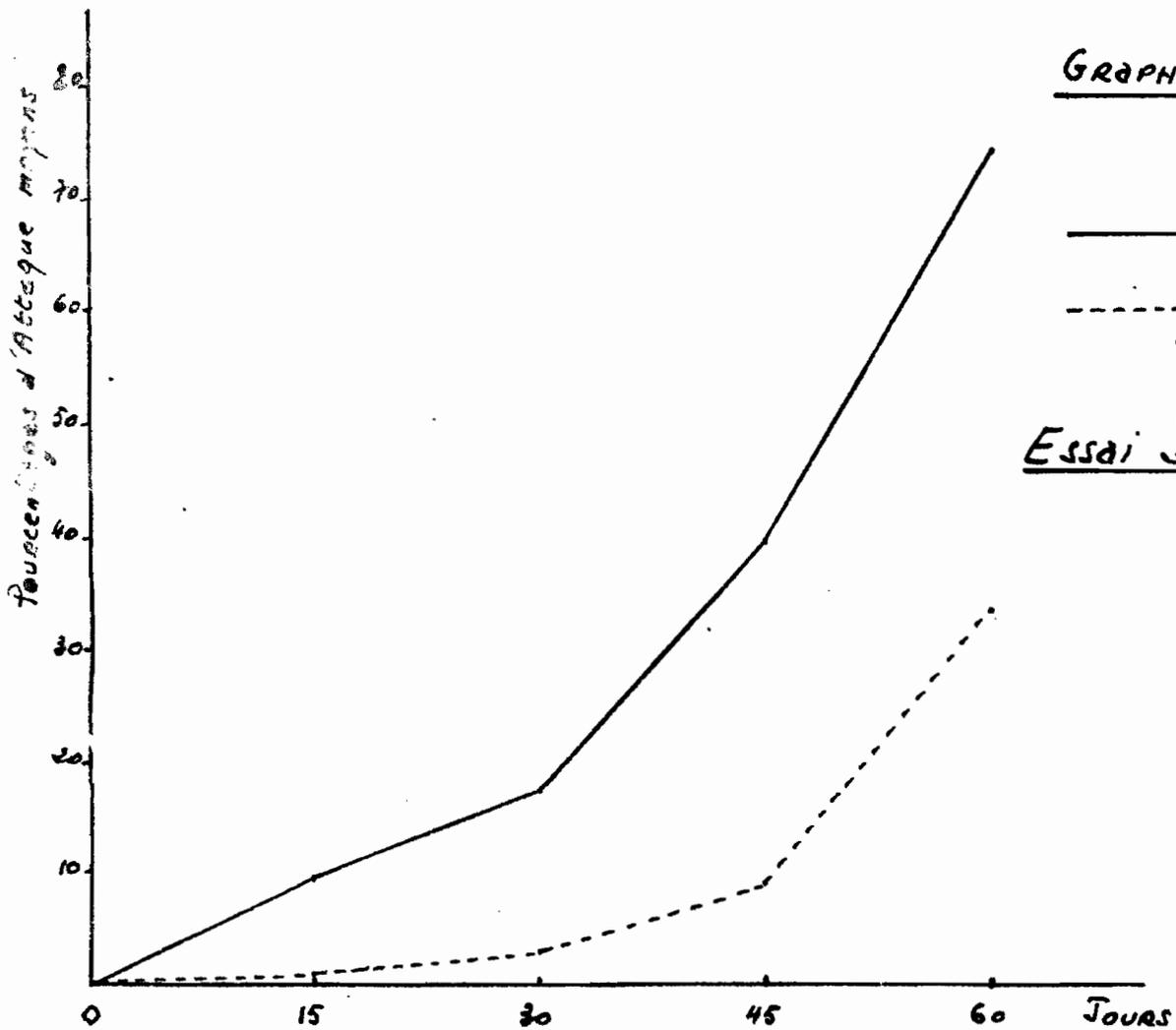
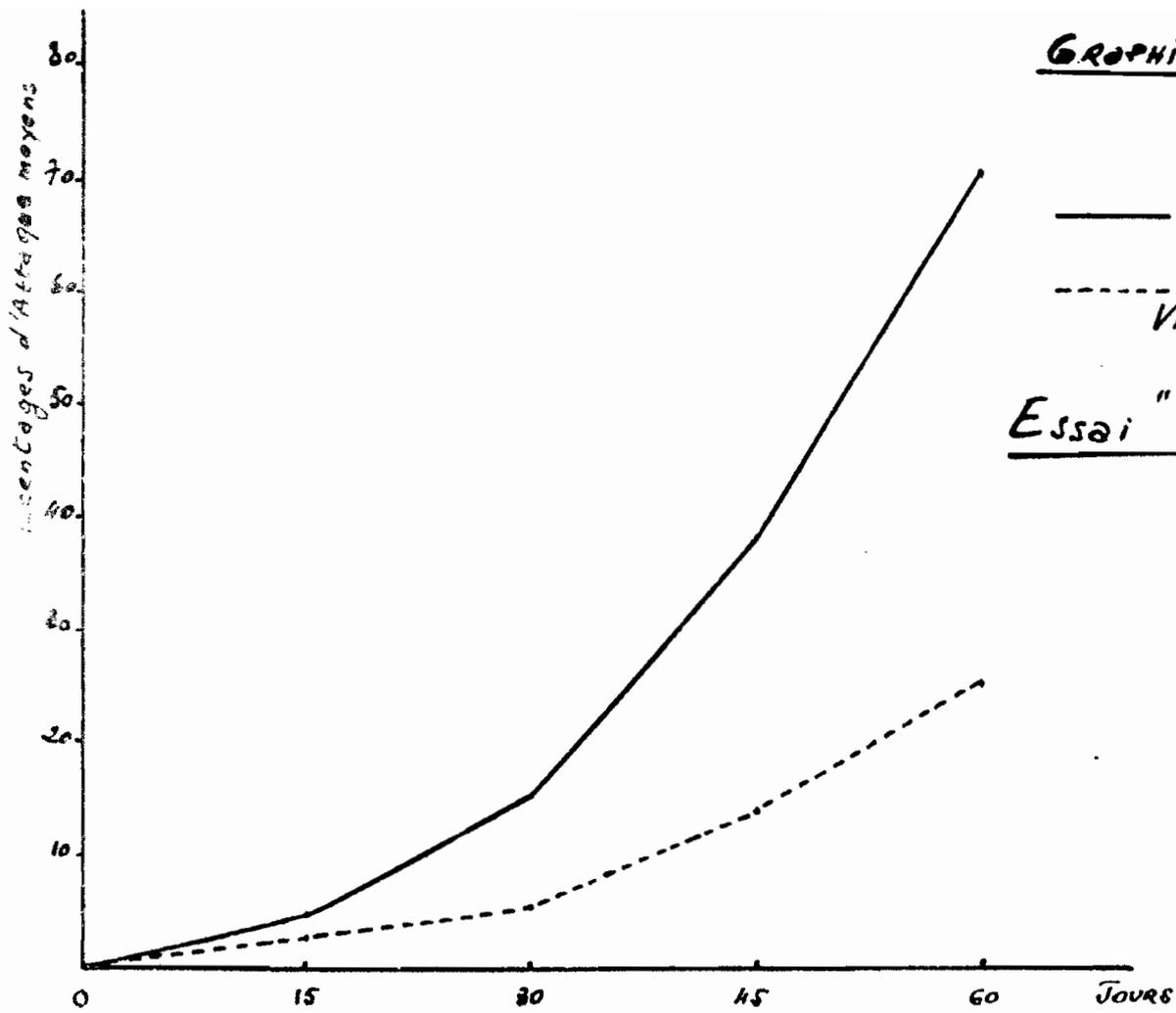
TABLEAU V

POURCENTAGES D'ATTAQUE PAR ARBRE
APRES 15 JOURS, 30 JOURS, 45 JOURS D'OBSERVATION

Essai "Viricuire 1% (Groupe 1)

N° des couples	Témoins			" " Viricuire à 1 %		
	OBSERVATION			OBSERVATION		
	à 15 jours	à 30 jours	à 45 jours	à 15 jours	à 30 jours	à 45 jours
1	21,1	47,4	52,6	0,0	5,9	11,8
2	20,0	66,7	80,0	5,9	17,6	35,3
3	12,5	62,5	87,5	0,0	23,1	38,5
4	37,5	50,0	100,0	0,0	8,3	50,0
5	0,0	70,0	90,0	0,0	9,1	18,2
6	0,0	44,4	55,6	50,0	75,0	75,0
7	0,0	15,6	40,6	0,0	3,1	15,6
8	0,0	54,5	81,8	0,0	0,0	16,7
9	0,0	16,7	53,3	0,0	0,0	8,3
10	0,0	5,6	50,0	0,0	0,0	0,0
11	0,0	48,1	85,2	0,0	0,0	28,0
12	2,2	23,9	91,3	0,0	0,0	34,8
13	0,0	11,1	55,6	0,0	2,3	16,3
14	10,5	68,4	100,0	4,8	47,6	76,2
15	6,7	80,0	93,3	0,0	47,6	86,7
16	4,4	41,3	73,9	0,0	0,0	4,5
Pourcentages d'attaque moyens	4,7	36,0	71,2	1,7	9,8	27,6





Nous suggérons cependant que lorsque l'on applique cette méthode, on mette en place aux mêmes endroits, parallèlement à la série de couples destinés à tester un fongicide nouveau, une autre série de couples avec un fongicide cuprique de référence dont les résultats peuvent servir d'unité-étalon : de cette façon, on peut avoir une idée de la vraie valeur du fongicide à tester, ce qui élargit considérablement la portée de cette technique expérimentale.

Nous suggérons d'autre part que, pour obtenir une idée plus précise encore de la valeur réelle d'un fongicide, on compare le fongicide à tester, non plus avec un témoin non traité, mais avec un fongicide étalon éprouvé, cuprique par exemple, appliqué à l'un des éléments des couples. Mais cette comparaison de deux fongicides n'est possible que si l'on dispose d'une méthode sensible d'appréciation.

b) Remarques sur la sensibilité de la méthode

Si l'on examine les tableaux VI , VII, VIII, et IX, on se rend compte que le seuil de signification n'est atteint que pour des différences moyennes entre traitements considérables.

Il convient donc de dire que la méthode dans les conditions de cette première application, manque de sensibilité.

Ce manque de sensibilité tient au fait que, ainsi que nous l'avons dit plus haut, nous n'avons pas toujours rigoureusement le même effectif de cabosses pour les différents couples constituant un essai ni, parfois pour les deux éléments d'un couple, l'effectif de certains couples ayant été perturbés par disparition de cabosses mûres ou wiltées. Ces différences, à vrai dire, étaient toujours très petites, mais elles nous ont amené, pour l'analyse des observations, à renoncer à utiliser le test de STUDENT et à employer le test non paramétrique de COCHRAN dont le principe est exposé au chapitre précédent. On ne peut donc attendre de cette méthode, mise en application avec les imperfections de cette première série d'essai, imperfections qui nuisent à sa précision, et qui obligent par surcroît à l'emploi d'un test statistique peu sensible, que des résultats peu nuancés, le seuil de signification n'apparaissant que pour des différences moyennes considérables.

Notre propos ayant été de nous placer dans les conditions d'homogénéité les plus idéales qu'il soit possible de rencontrer en plantation, nous sommes amené à dire, après cette première expérience, que, quelles que soient les difficultés rencontrées, l'expérimentateur devra rechercher avec rigueur des séries de couples d'arbres portant tous le même effectif de cabosses* : l'effort de mise en place sera plus grand, mais il ne fait pas de doute que la sensibilité de la méthode sera infiniment plus grande. Il est d'ailleurs à noter que, lors de la constitution des couples d'arbres, il est toujours possible d'éliminer un certain nombre de cabosses sur les arbres trop gros porteurs pour ne leur laisser que le nombre désiré de cabosses.

* En 1967 nous avons pu mettre en observation un total de 141 couples de même effectif.

TABLEAU VI

ESSAI VIRICUIVRE 0,5 %	Pourcentages d'attaque moyens		Différence	z
	Témoins	Traités		
Après 15 jours	4,57	2,59	1,98	0,665
Après 30 jours	15,05	5,46	9,59	1,053
Après 45 jours	38,17	14,08	24,09	1,992*
Après 60 jours	70,43	25,86	44,86	1,975*

TABLEAU VII

ESSAI VIRICUIVRE 1 % (1er groupe)	Pourcentages d'attaque moyens		Différence	z
	Témoins	Traités		
Après 15 jours	4,7	1,7	3,00	1,161
Après 30 jours	36,0	9,8	26,2	1,863*
Après 45 jours	71,2	27,6	43,6	2,097*
Après 60 jours				

TABLEAU VIII

ESSAI VIRICUIVRE 1 % (2ème groupe)	Pourcentages d'attaque moyens		Différence	z
	Témoins	Traités		
Après 15 jours	15,4	7,5	7,9	0,517
Après 30 jours	37,1	11,7	25,4	1,716*
Après 45 jours	42,5	15,8	26,7	1,456
Après 52 jours	50,4	16,7	33,7	1,840*

TABLEAU IX

ESSAI VIRICUIVRE 1 % (1er et 2è. groupe)	Pourcentages d'attaque moyens		Différence	z
	Témoins	Traités		
Après 15 jours	9,03	4,08	4,95	0,731
Après 30 jours	36,45	10,54	25,91	1,802 *
Après 45 jours	59,70	22,79	36,91	1,859 *

(* Différences significatives)

Nous noterons encore que l'expérimentateur devra, afin de ne pas être amené à éliminer des cabosses en cours d'essai, ce qui nuit à la précision de la méthode :

- veiller, lors de la mise en place de l'essai, à éliminer les cabosses proches de la maturation;

- éviter de retenir les cabosses trop petites susceptibles de wilt en cours d'essai : leur disparition par wilt est évidemment une cause non négligeable de perturbation dans le déroulement normal de la contamination.

Au total, cela revient à dire que l'essai ne doit pas se situer trop tôt dans la saison, afin d'éviter d'utiliser des cabosses trop petites, ni trop tard afin d'éviter d'utiliser des cabosses proches de la maturité.

- V -

PRECISION A ATTENDRE DE LA METHODE APPLIQUEE DANS LES
MEILLEURES CONDITIONS PERMETTANT L'APPLICATION DU TEST DE STUDENT

Nous avons tenté de définir quelle précision on pouvait attendre de cette méthode, mise en application dans les meilleures conditions, c'est-à-dire avec des couples présentant tous le même effectif de cabosses.

Nous avons effectué l'étude des observations faites sur 138 arbres témoins ou n'ayant subi aucune intervention. (Tableau X).

Ces cacaoyers témoins ont été répartis en 12 groupes d'individus porteurs du même nombre de cabosses m. Dans chacun de ces groupes i, les pourcentages d'attaque après 45 jours (y_{ij}) sont donc calculés sur le même effectif (m_i) pour tous les arbres du groupe.

Dans chaque groupe, la variance d'un pourcentage après transformation angulaire ($\text{Arc sinus } \sqrt{\frac{y}{100}}$) est $\frac{k}{m_i}$ où m_i est le nombre de cabosses sur lequel est calculé le pourcentage dans le groupe i, et k une constante.

Si nous transformons les y_{ij} en $y_{ij} \times \sqrt{m_i}$, la variance d'une donnée ainsi transformée devient $\frac{k}{m_i} \times m_i = k$. (Tableau X).

Nous avons testé, selon la méthode de Bartlett si les 12 variances ainsi obtenues, calculées pour chacun des 12 groupes, pouvaient être considérées comme formant un ensemble homogène de variances.

Cette hypothèse a été largement vérifiée ($X^2 = 8,95$; pour 12 degrés de liberté X^2 limite des tables = 21,03).

Ce groupe de variances pouvant être considéré comme homogène, il est donc possible d'effectuer une analyse de variance sur l'ensemble des groupes et de calculer une variance de l'erreur expérimentale des y_{ij} affecté d'un grand nombre de degrés de liberté, donc précise.

.../...

TABLEAU X.

CALCUL DES VARIANCES DES POURCENTAGES D'ATTAQUE DANS LES 12 GROUPES D'ARBRES ETUDIES.

Colonne (1) : Pourcentages après transformation angulaire arc sinus $\sqrt{\frac{h}{100}}$
 Colonne (2) : Pourcentages après transformation angulaire arc sinus $\sqrt{\frac{h}{100}}$ pondérés en fonction de L'effectif des cabosses.

Nbre de cabosses par arbre	10		11		12		13		14	
	yij (1)	yij $\sqrt{10}$ (2)	yij (1)	yij $\sqrt{11}$ (2)	yij (1)	yij $\sqrt{12}$ (2)	yij (1)	yij $\sqrt{13}$ (2)	yij (1)	yij $\sqrt{14}$ (2)
	33,21	105,02	31,50	104,47	90,00	311,77	66,89	241,18	90,00	336,75
	26,56	83,99	31,50	104,47	65,88	228,21	38,35	138,27	90,00	336,75
	45,00	142,30	0,00	0,00	65,88	228,21	38,35	138,27	90,00	336,75
	71,56	226,29	25,26	83,78	30,00	103,92	23,11	83,32	90,00	336,75
	33,21	105,02	90,00	298,50	24,12	83,55	28,73	103,59	67,78	253,61
	45,00	142,30	72,44	240,26	54,76	189,69	56,29	202,96	53,31	199,47
	71,56	226,29	17,56	58,24	54,76	189,69	47,18	170,11	49,08	183,64
	56,78	179,55	37,11	123,08	24,12	83,55	61,27	220,91	36,69	137,28
	63,44	200,61	90,00	298,50	60,00	207,85	42,82	154,39		
	71,56	226,29	37,11	123,08	65,88	228,21	73,89	266,41		
	71,56	226,29	64,75	214,75	24,12	83,55	28,73	103,59		
	71,56	226,29	90,00	298,50			61,27	220,91		
	0,00	0,00	47,58	157,80			66,89	241,18		
	71,56	226,29					66,89	241,18		
							73,89	266,41		
							66,89	241,18		
							47,18	170,11		
Variance	5.079,15		9.799,92		5.883,65		3.619,94		6.849,70	

(suite tableau X)

Nbre de cabosses par arbre	15		16		17		18		19	
	yij (1)	yij ¹⁵ (2)	yij (1)	yij ¹⁶ (2)	yij (1)	yij ¹⁷ (2)	yij (1)	yij ¹⁸ (2)	yij (1)	yij ¹⁹ (2)
	21,39	82,84	75,58	302,32	0,00	0,00	70,54	299,28	49,55	215,98
	0,00	0,00	75,58	302,32	39,93	164,63	45,00	190,92	90,00	392,30
	58,89	228,08	34,02	136,08	75,94	313,11	51,41	218,11	71,09	309,87
	39,23	151,94	90,00	360,00	75,94	313,11	90,00	381,84	71,09	309,87
	63,43	245,66	69,30	277,20	65,20	268,83	70,54	299,28	46,49	202,65
	75,00	290,47	41,55	166,20	36,45	150,29	45,00	190,92	62,65	273,09
	90,00	348,57	90,00	360,00	65,20	268,83	45,00	190,92	46,49	202,65
	68,61	265,72	75,58	302,32	75,94	313,11			90,00	392,30
	39,23	151,94	69,30	277,20	53,55	220,79				
	63,43	245,66	37,76	151,04	90,00	371,08				
	75,00	290,47	37,76	151,04	69,91	288,25				
	21,39	82,84			14,06	57,97				
	63,43	245,66								
	63,43	245,66								
	75,00	290,47								
Variance		9.307,93		7.336,22		12.742,27		5.610,42		6.098,36

Nous obtenons ainsi :

- variance de l'erreur expérimentale sur $y \sqrt{m} = 6982$
- variance de l'erreur expérimentale sur $y = \frac{6982}{m}$

Dans une série de couples (y_{1i} y_{2i}) on a :

- variance de $y_{1i} = \frac{6982}{m}$
- variance de $\bar{y}_1 = \frac{6982}{mn}$ (pour n couples)

On a de même :

- variance de $\bar{y}_2 = \frac{6982}{mn}$
- (m étant le même pour tous les couples)

La variance de la différence ($\bar{y}_2 - \bar{y}_1$) = $\frac{2 \times 6982}{mn}$

Pour $P = 0,05$ et 125 degrés de liberté, $t = 1,96$: \bar{y}_2 et \bar{y}_1 seront donc significativement différents dès que :

$$\frac{\bar{y}_2 - \bar{y}_1}{\sqrt{\frac{2 \times 6982}{m \times n}}} > 1,96$$

Il existe donc une relation entre m et n fixant les conditions pour qu'une différence donnée $d = \bar{y}_2 - \bar{y}_1$ soit significative.

$$\frac{d}{\sqrt{\frac{2 \times 6982}{m \times n}}} > 1,96 \rightarrow \frac{d}{1,96} > \sqrt{\frac{2 \times 6982}{m \times n}}$$

$$\frac{d^2}{(1,96)^2} > \frac{2 \times 6982}{m \times n}$$

$$\begin{aligned} \text{D'où } m \times n &> 13,964 \times \frac{(1,96)^2}{d^2} \\ m \times n &> \frac{53.644}{d^2} \end{aligned}$$

où m est le nombre de cabosses par arbre;
n est le nombre de couples d'arbres en observation
d est la plus petite différence significative sur les pourcentages transformés.

Le tableau XI donne à titre d'exemple le nombre de couples à mettre en oeuvre pour une précision souhaitée avec des arbres portant 10, 15 ou 20 cabosses :

- il suffit de 27 couples d'arbres porteurs de 20 cabosses pour qu'une différence de 10 % sur les données transformées apparaisse comme significative;

TABLEAU XI

PRECISION DE LA METHODE

! Plus petite ! différence signi- ! ficative sur les ! pourcentages ! transformés ! ! (arc sinus $\frac{\quad}{100}$)!	! Effectif de ! cabosses ! par arbre ! m	! Nombre de ! couples d'arbres ! à mettre ! en essai ! n
! 10 !	! 10 !	! 54 !
! 10 !	! 15 !	! 36 !
! 10 !	! 20 !	! 27 !
! 15 !	! 10 !	! 24 !
! 15 !	! 15 !	! 16 !
! 15 !	! 20 !	! 12 !
! 20 !	! 10 !	! 14 !
! 20 !	! 15 !	! 9 !
! 20 !	! 20 !	! 7 !

- il suffit de 16 couples d'arbres porteurs de 15 cabosses pour qu'une différence de 15 % sur les données transformées apparaisse comme significative;
- il suffit de 14 couples d'arbres porteurs de 10 cabosses pour qu'une différence de 20 % sur les données transformées apparaisse comme significative.

- VI -

PREMIERE APPLICATION DE LA METHODE.

Parallèlement à la mise au point de la méthode, nous avons, dès la première campagne, tenté de tester quelques fongicides : à côté des séries de couples affectés à la mise au point (couples T et O; et couples T et oxychlorure tétracuvrique), un certain nombre de couples ont été affectés à l'étude de l'efficacité :

- du zinèbe (éthylène bis-dithiocarbamate de zinc) sous forme de "Zinosan" (Pechiney-Progil) en bouillie aqueuse à 0,3 %;
- du manèbe (éthylène bis-dithiocarbamate de manganèse) sous forme de "Manesan" (Pechiney-Progil) en bouillie aqueuse à 0,3 %;
- du mancozèbe (sel éthylénique de zinc et de manganèse de l'acide dithiocarbamique) sous forme de "Dithane M 45" (La Quinoléine) en bouillie aqueuse à 0,3 %;
- du "Tuzet" (Bayer), à base de disulfure de tétraméthylthiurame, de diméthyl-dithiocarbamate de zinc et d'urbazide (méthylarsine diméthyl-dithiocarbamique) en bouillie aqueuse à 0,15 %;
- du "Polyram-Combi" (Badische Amilin-und-Soda Fabrik AG) en bouillie aqueuse à 0,2 % ;
- du G 84, fongicide expérimental que nous avait procuré la Société PROCIDA, en bouillie aqueuse à 0,3 %;
- du superphosphate calcique à 5,5 % (les expérimentateurs portugais d'Angola ayant constaté une certaine efficacité des applications du superphosphate en pulvérisation contre l'antracnose des baies du caféier Arabica (Colletotrichum Coffeanum), nous avons voulu voir si cette substance présentait une efficacité contre Phytophthora palmivora).

Seul, de tous les fongicides ainsi testés, le mancozèbe montre une efficacité qui, pour être moindre que celle de l'oxychlorure tétracuvrique, doit retenir l'attention. (Graphique VI).

Il est d'ailleurs à noter que nous avons mis en parallèle, en même temps et dans les mêmes endroits, — les couples en observation étant alternativement affectés à l'un ou l'autre fongicide — :

TABLEAU XII

RESULTATS OBTENUS AVEC LES DIFFERENTS FONGICIDES ETUDIES

POURCENTAGES D'ATTAQUE MOYENS EN FIN D'ESSAI.

	Fongicide (1)	Pourcent.d'attaque en fin d'essais		Diffé- rence (4)	Diminution du taux d'attaque (5)
		Témoins (2)	Traités (3)		
1er ensemble	Viricuire à 0,5 %	70,4	25,6	<u>44,8</u> *	63,6
	Tuzet	58,1	59,4	-1,3	
	G 84	63,4	49,6	13,8	
	Dithane M 45	74,2	33,8	<u>40,4</u> *	54,4
	Polyram Combi	63,9	44,1	18,8	
2ème ensemble	Viricuire à 1 % (groupe 1)	71,2	27,6	<u>43,6</u> *	61,2
	Manèbe	73,5	53,3	20,2	
	Zinèbe	72,9	73,1	-0,2	
3ème ensemble	Viricuire à 1% (groupe 2)	50,4	16,7	<u>33,7</u> *	66,8
	Superphosphate	56,6	41,6	15,0	

* Différence significative entre arbres témoins et arbres traités.

- d'une part, le Viricuire à 0,5 %, le Tuzet, le G 84, le Dithane M 45 et le Polyram;

- d'autre part, le Viricuire à 1 %, le Manosan et le Zinosan ;

- et en troisième lieu, le Viricuire à 1 % et le superphosphate.

Le tableau XII distingue ces trois ensembles. Compte tenu que pour chacun de ces ensembles, les témoins constituent des groupes assez homogènes, on peut dire que dans chacun de ces ensembles, il est possible de prendre comme étalon les résultats obtenus avec le Viricuire : dans les 3 cas, les traitements cupriques ont entraîné une diminution du taux d'attaque de plus de 60 %; le mancozèbe, avec une diminution de 54,4 % se classe juste après; tous les autres fongicides doivent être considérés comme sans efficacité ou d'un intérêt négligeable.

Nous signalerons cependant que le manèbe a entraîné un ralentissement de l'infection au cours des premières semaines.

- VII -

CONCLUSIONS

En conclusion de cette étude, nous pouvons dire que nous disposons d'une méthode d'expérimentation des fongicides dans les conditions extérieures naturelles, qui est à la fois :

- rapide puisque les résultats sont obtenus en 30 jours, 45 jours ou au maximum 60 jours;

- peu coûteuse puisqu'il suffit d'un faible nombre d'arbres en observation pour obtenir ces résultats.

Le but que nous nous étions fixés a donc été atteint : grâce à cette technique expérimentale il devient possible de tester rapidement les différents fongicides offerts aux cultivateurs par l'industrie chimique moderne.

Cette technique présente évidemment ses limites : nous avons vu que dans les conditions où nous l'avons appliquée, c'est-à-dire avec certaines imperfections au moment de la mise en place (effectifs variables entre couples ce qui entraîne l'emploi de tests statistiques particuliers) et si l'on se borne à comparer un fongicide à un témoin non traité, cette méthode est assez peu sensible pour n'être considérée que comme une opération préliminaire de triage permettant de sélectionner les fongicides dignes d'une expérience plus fine, mais plus longue et plus coûteuse.

Mais ces imperfections peuvent être évitées : alors que dans des expériences décrites plus haut, nous avons renoncé à constituer des séries de couples de même effectif parce que, à première vue, cette condition paraissait irréalisable, nous avons pu constater au moment où nous rédigeons ce rapport que cette difficulté est loin d'être insurmontable; en août 1967 en effet, en quelques jours de prospection, nous avons pu trouver 141 couples d'arbres, comportant tous le même effectif : cet effort doit être fait, qui donne, par l'utilisation de tests statistiques plus sensibles, une précision infiniment plus grande.

D'autre part, en mettant en observation en même temps, dans les mêmes endroits, le fongicide à tester et un fongicide cuprique de référence, on peut comparer directement les résultats obtenus avec ces deux fongicides et avoir ainsi une réponse plus complète sur la valeur réelle du fongicide en étude.

Nous signalerons par ailleurs que nous nous proposons de poursuivre la mise au point de cette méthode en mettant en comparaison, non plus un fongicide à tester et un témoin non traité, mais un fongicide à tester et un fongicide cuprique étalon.

Cette technique expérimentale, adaptée à l'étude des fongicides contre Phytophthora palmivora est sans doute valable aussi pour les autres maladies cryptogamiques des fruits du cacaoyer.

* *

Nous adressons ici nos vifs remerciements :

- à Monsieur DESJARDIN, Chef de la Section de Biométrie de l'ORSTOM, dont les conseils nous ont permis de résoudre les problèmes quelquefois ardues posés par l'interprétation statistique de nos observations;

- à Monsieur NJOMOU Sadrack, Ingénieur d'Agriculture en service au laboratoire de Phytopathologie du Centre de Recherches de Nkolbisson, pour sa participation active et intelligente à ce travail, principalement dans la prospection des plantations susceptibles de nous accueillir;

- à Messieurs Alain GRAVAUD et Denis LEGRET, élèves-ingénieurs de l'Institut National Agronomique de Paris, qui, au cours d'un stage de vacances (COGEDEP), nous ont aidé avec efficacité et enthousiasme à la réalisation de cette étude;

- à Messieurs les assistants et employés du laboratoire de Phytopathologie;

- à Messieurs les agriculteurs qui ont bien voulu collaborer à ce travail en nous donnant accès à leurs plantations.

■

■ ■

BIBLIOGRAPHIE

- 1 - H. MARTICOU et R. MULLER : "Essai de mise au point d'une méthode d'expérimentation adaptée aux conditions de la cacaoyère camerounaise traditionnelle" - "Café, Cacao, Thé" N° 3, Juil. Sept. 1964.
- 2 - "Biometrics", 10 - "Some methods for strengthening the common X 2 test".

■

■ ■