

Essais de désinfection des pédoncules d'ananas contre le *Thielaviopsis paradoxa*

par **P. FROSSARD**

Institut Français de Recherches Fruitières Outre-Mer.

ESSAIS DE DÉSINFECTION
DES PÉDONCULES D'ANANAS
CONTRE LE THIELAVIOPSIS PARADOXA

par P. FROSSARD (I. F. A. C.)

Fruits, vol. 23, n° 4, avril 1968, p. 207 à 215.

RÉSUMÉ. — Après avoir mis au point une technique efficace d'inoculation des pédoncules d'ananas avec le *Thielaviopsis paradoxa* on a essayé divers produits pour empêcher la pourriture pédonculaire des fruits.

En application directe sur le pédoncule 1/2 h après inoculation le thiabendazole à 1600 p.p.m. M. A., le Shirlan WS à 1 p. cent (produit commercial) et l'orthophénylphénate de sodium à 2,5 p. cent (produit commercial) sont aussi efficaces et laissent moins de traces que le traitement de référence : poudrage des pédoncules avec un mélange acide benzoïque plus talc.

En trempage des fruits dans les mêmes produits aux mêmes concentrations, l'orthophénylphénate de soude se montre trop phytotoxique. Les deux autres peuvent être utilisés et un rinçage ne diminue pas leur efficacité.

Le *Thielaviopsis paradoxa* est un champignon polyphage très largement répandu dans le monde tropical et responsable en particulier d'une grande partie des pourritures des fruits de l'ananas exportés en frais.

Ce champignon est un parasite de blessures très actif et les planteurs prennent toutes les précautions nécessaires pour éviter tout choc, blessure et meurtrissure depuis la récolte jusqu'à la fin de l'emballage. Mais une plaie reste inévitable : c'est la section du pédoncule. La pratique généralement adoptée en Côte d'Ivoire consiste à conserver 2 à 3 cm de pédoncule ; celui-ci étant coupé au sécateur offre une section franche et nette puis avec un pinceau on applique sur cette section et à la base du fruit un mélange désinfectant composé d'une partie d'acide benzoïque et de deux parties de talc (AB + T). Cette méthode donne satisfaction mais nuit à la présentation des fruits qui restent poudrés de blanc. Une première amélioration a consisté à incorporer de la terre de Sienna au mélange. Mais nous avons cherché également à désinfecter les ananas avec des produits liquides ne laissant pas de traces. Une première possibilité consistait à solubiliser l'acide benzoïque dans l'alcool éthylique, à essayer le benzoate de sodium soluble dans l'eau ou encore l'acide salicylique ou le salicylate de sodium. Une deuxième voie se trouvait dans l'emploi des fongicides couramment utilisés pour préserver les fruits entreposés : Orthophényl phénate de sodium utilisé pour les agrumes, Shirlan AG et Shirlan WS (salicylanilide et sel de soude) employés pour les bananes. Enfin nous avons également exploré les possibilités qu'offre le Thiabendazole, nouveau fongicide très prometteur et déjà essayé avec succès sur des champignons très divers.

I. MÉTHODE D'ESSAIS

a) *Fruits* : tous nos essais ont porté sur des petits fruits, poids 400 à 500 g, longueur 9 à 10 cm, diamètre 8 à 9 cm de la variété Cayenne lisse à un stade de maturité relativement avancée : coloration verte absente ou présente sur moins de la moitié du fruit. Ces fruits sont disposés dans des cartons en 4 rangées de 5. Chaque carton représentant un bloc avec tous les traitements en essai. Les cartons sont gardés en salle climatisée à 22-24° C.

b) *Inoculation*.

Les essais préliminaires nous ont montré que si l'on déposait des spores de *T. paradoxa* sur des blessures importantes : grattage superficiel des yeux, cassure du pédoncule au ras de la couronne, cassure de la couronne, le champignon s'installait très rapidement sans que l'on puisse empêcher son développement. C'est pourquoi nous avons essayé de nous rapprocher de l'infection naturelle en rafraîchissant la section du pédoncule (celui-ci ayant une longueur de 2 cm) et en déposant sur cette section une goutte de suspension de spores avec un pinceau. Normalement dans les hangars d'emballage la contamination est assurée par les drosophiles et les mouches domestiques, toujours nombreuses autour des déchets. Cette contamination est en général faible mais peut être importante par temps très humide dans des locaux mal tenus car tous les résidus d'ananas : feuilles, bractées ; morceaux de fruits se couvrent rapidement de spores de *T. paradoxa*.

L'inoculum est préparé à partir d'une culture sur bouillon de pomme de terre glucosé gélosé âgée de moins de 3 semaines. Pendant toute la période d'essais nous avons utilisé la même souche n° 207 isolée en décembre 66 d'un fruit pourri.

c) *Mesures*.

Si l'on veut observer la progression du champignon à l'intérieur du fruit il est indispensable de couper celui-ci

longitudinalement. Un fruit ne peut donc être observé qu'une seule fois. Que voit-on sur des fruits inoculés non traités ? Les deux premiers jours on ne distingue rien de particulier si ce n'est un brunissement de la queue dû à sa dessiccation normale. On observe en effet la même chose sur des ananas non inoculés. A partir du 3^e jour au niveau de l'insertion du pédoncule apparaît une zone brune translucide de forme à peu près cylindrique dont le diamètre correspond au pédoncule. Au cours des jours suivants, cette zone brune s'allonge et s'élargit surtout à la base du fruit, et prenant une forme conique (triangulaire en coupe longitudinale) (photo 1). Vers le 7^e jour la pourriture a gagné la quasi-totalité du fruit qui est pratiquement liquéfié. Il est facile de mesurer la longueur prise

depuis la section du pédoncule à la pointe du triangle brun et la plus grande largeur perpendiculairement à la première mesure. Le graphique I montre la rapidité du développement ainsi mesuré dans deux essais. Le 1^{er} essai comportait 16 fruits coupés par jour, le 2^e essai, 28 fruits par jour.

Il est visible que les points représentatifs des longueurs successives sont pratiquement alignés.

L'analyse statistique permet de vérifier ceci et conduit aux deux relations linéaires suivantes :

$$\text{Essai 1 : } L_1 = -23,58 + 14,38 x$$

$$\text{Essai 2 : } L_2 = -17,98 + 13,83 x$$

avec L_1 - L_2 longueur en mm et x : nombre de jours après inoculation. Les régressions quadratiques et cubiques sont négligeables.

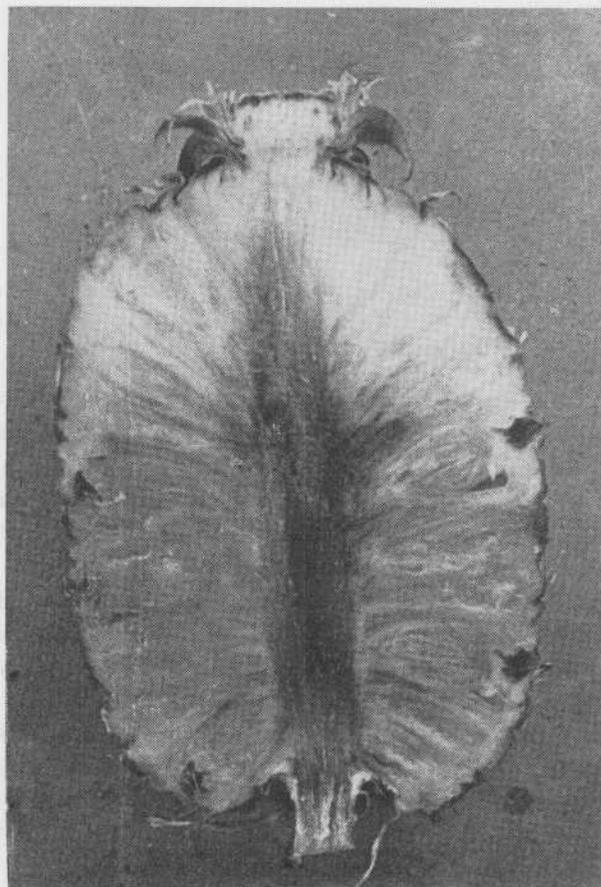


FIG. 1. — Fruit à moitié pourri par le *T. paradoxa*. Remarquer les traînées sombres des spores du champignon pathogène.

Ce n'est pas le cas pour la largeur. On voit nettement sur le graphique I que l'accroissement entre le 3^e et le 4^e jour est beaucoup plus petit que celui entre le 6^e et le 7^e jour. L'analyse statistique révèle en effet des régressions linéaires et quadratiques non négligeables. Il est vraisemblable que pour la longueur le même phénomène s'observe pendant les deux premiers jours ; mais une fois la phase de démarrage dépassée, cette dimension s'accroît linéairement d'environ 14 mm par jour dans ces deux essais. Au contraire la largeur après un démarrage plus lent s'accroît de plus en plus vite.

Nous avons préféré dans tous nos essais la seule mesure de la longueur de la zone pourrie déterminée le 5^e jour ou le 6^e jour. Cette longueur n'est pas constante. Le graphique 2 montre son évolution tout au long de la période d'essai. Il est donc impossible de comparer les essais entre eux. Cependant le fait important est que les inoculations témoins aient été positives à près de 100 %.

Le problème de l'atténuation des souches mérite d'être évoqué. L'essai 44 du 9 avril 1967 a permis de comparer la virulence de 4 souches plus ou moins récentes (Tableau 1) :

172, conservée en culture depuis juillet 65 ;

207, conservée en culture depuis décembre 66 ;

208, premier isolement le 3 avril 67 ;

209, réisolement de 207 le 3 avril 67.

Les différences entre souches ne sont pas significatives. La variance résiduelle est très grande ainsi que le coefficient de variation qui est de 36 %. Il est remarquable qu'une souche en culture depuis 21 mois ait gardé sa virulence.

d) Essais des produits.

La méthode d'inoculation étant bien au point il est facile d'essayer le pouvoir désinfectant des divers produits envisagés.

La façon la plus simple consiste à déposer environ 1/2 h après l'inoculation une goutte de produit sur la section du pédoncule.

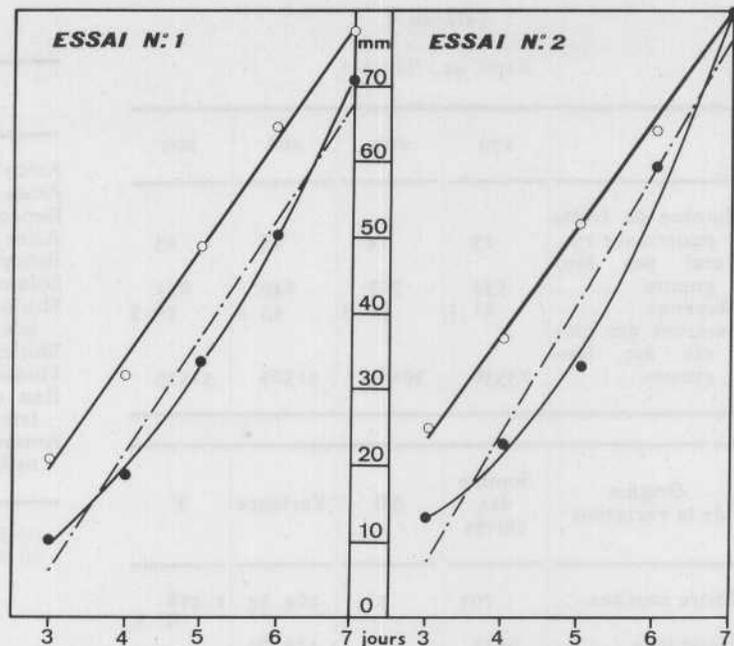
Chaque essai a toujours comporté un témoin non inoculé et un traitement de référence acide benzoïque + talc.

D'autres essais ont également été faits en allongeant le temps entre l'inoculation et le traitement.

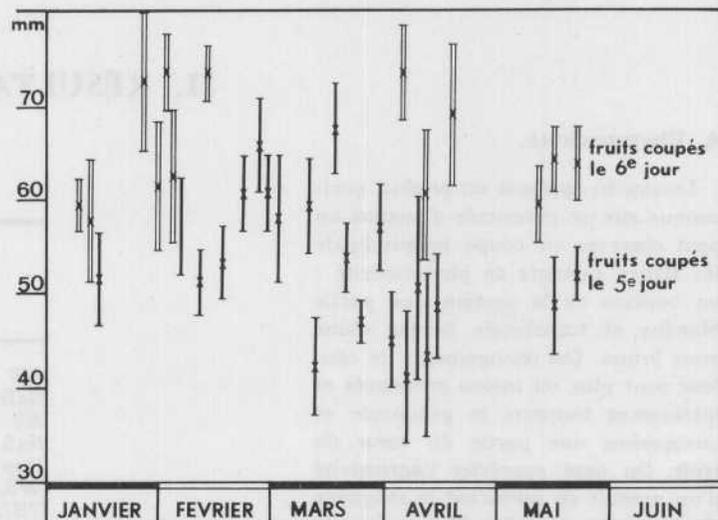
Enfin nous avons réalisé des traitements par trempage des fruits entiers

dans les fongicides. Le tableau 2 donne le détail des divers produits essayés.

Les concentrations dont il sera question plus loin doivent s'entendre en % du produit formulé soit en g/100 ml pour les produits solides et ml/100 ml pour les produits liquides (AG, TBZ, EJ, AQ).



GRAPHIQUE 1 - LONGUEUR (○) ET LARGEUR (●) DE LA ZONE POURRIE SELON LE JOUR D'OBSERVATION.



GRAPHIQUE 2 - LONGUEURS MOYENNES ET INTERVALLES DE CONFIANCE A 95% POUR LES FRUITS TÉMOINS DES ESSAIS DE JANVIER A JUIN 1967.

Tableau I.

Essai 44. Souches.

	172	207	208	209
Nombre de fruits pourris sur 15..	13	14	15	13
Total des longueurs.....	534	707	649	631
Moyenne.....	41,1	50,5	43,3	48,5
Sommes des carrés des longueurs.....	23536	39185	31569	31575

Origine de la variation	Somme des carrés	ddl	Variance	F
Entre souches....	793	3	264,33	1,418
Résiduelle	9517	51	186,61	N. S.
Totale.....	10310	54		

Tableau 2.

	Code
Acide benzoïque 1 partie + talc 2 parties.....	AB + T
Acide benzoïque + alcool éthylique.....	AB + AL
Benzoate de sodium.....	NaB
Acide salicylique + alcool éthylique.....	AS + AL
Salicylate de sodium.....	NaS
Sofanate (orthophénylphénate de soude) (1) ..	Opp Na
Shirlan AG (suspension à 25 % de salicylanilide) (1).....	AG
Shirlan WS (sel de sodium du salicylanilide) (1) ..	WS
Thiabendazole (lactate 16 %) (2).....	TBZ
Eau de Javel du commerce (10° chlorométrique).....	EJ
Ammonium quaternaire (80 % chlorure de diméthylbenzyl alkyl ammonium).....	AQ

(1) Plant Protection Ltd, Angleterre.

(2) Péchiney Progil, France.

II. RÉSULTATS

A. Phytotoxicité.

Lorsqu'on applique un produit quelconque sur un pédoncule d'ananas on peut observer en coupe longitudinale les signes suivants de phytotoxicité : en bordure de la section une partie blanche et translucide bordée d'une zone brune. Ces changements de couleur sont plus ou moins prononcés et intéressent toujours le pédoncule et quelquefois une partie du cœur du fruit. On peut apprécier l'agressivité d'un produit en mesurant la longueur de la partie blanche. Précisons que pour le traitement de référence AB + T dont la phytotoxicité est négligeable, la partie blanche du pédoncule mesure en moyenne 4 à 8 mm. La zone brune est mal délimitée et se confond avec le changement de couleur dû à la dessiccation naturelle du pédoncule.

Le tableau 3 montre à partir de quelles concentrations les divers produits se sont montrés plus ou moins phytotoxiques que AB + T, lorsqu'ils sont appliqués sur le pédoncule.

Dans le tableau 4 nous comparons les mesures effectuées sur 10 gros fruits (poids moyen : 2 kg) par produit.

Le produit de référence = acide benzoïque plus talc est le plus agressif des

Tableau 3.
Phytotoxicité des produits.

	Moins (%)	Égale = AB + T (%)	plus phytotoxique (%)
AB + AL....	2	3	5
NaB.....	2	3	4
AS + AL....		1	2
NaS.....		1	2
Opp Na.....	2,5	5	10
WS.....	2,5	5	10
TBZ.....	2,5	5	10
EJ.....	jamais phytotoxique même à 50 %		
AQ.....	10 %		
AG.....	50 %		

produits comparés mais sa phytotoxicité est négligeable au point de vue commercial. A plus forte raison les autres produits également.

En trempage pendant 5 mn sans

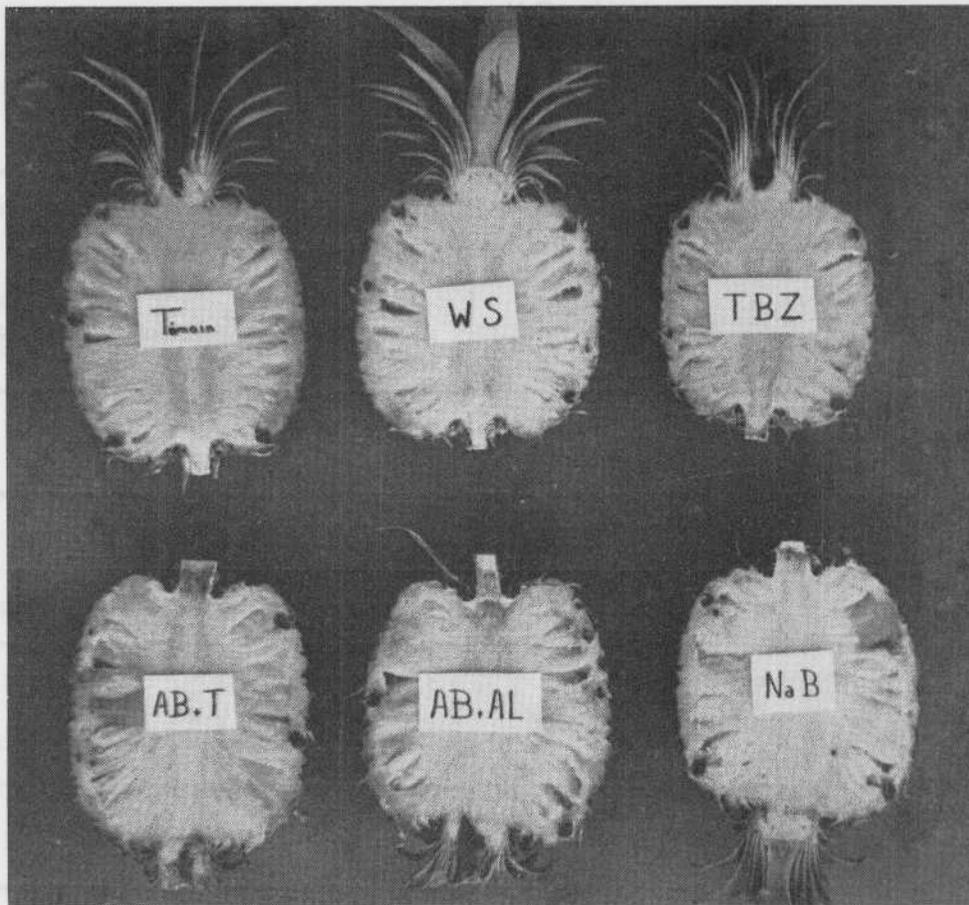


FIG. 2. — Phytotoxicité comparée des divers produits par rapport à un fruit témoin non traité.

Tableau 4.

Longueur moyenne en millimètres de la partie blanche et de la partie brune.

	Témoin	AB + T	AB+AL	NaB	TBZ		WS		OppNa	
					2 %	1 %	2 %	1 %	5 %	2,5 %
Partie blanche	0	6,0	4,2	4,7	0,3	0,2	0,7	0,9	2,7	0,7
Partie brune	20,0	19,0	21,3	22,9	21,1	22,8	20,9	20,8	20,5	20,1

rinçage ultérieur l'Opp Na à 3 %, 2 % et 1 % entraîne un brunissement de la peau des fruits et un ramollissement inacceptable de la chair. Les fruits rincés semblent normaux, de même que ceux trempés 5 mn dans WS 1 % et TBZ 1 % avec ou sans rinçage.

B. Pouvoir fongicide.

a) en application immédiate.

L'eau de javel, l'ammonium quaternaire et le Shirfan AG se sont montrés totalement inefficaces même aux

fortes concentrations indiquées au tableau 3.

Il n'en sera donc plus question, non plus que de l'acide salicylique ni du salicylate de Na qui doivent être utilisés à 1 %. Cette concentration est à la limite de la toxicité mais aussi de

Tableau 5.

Efficacité des divers produits en traitement immédiat (nombre de fruits pourris-nombre de fruits inoculés et traités).

A) AB + T ; AB + AL ; NaB.

	Essai 14	Essai 15	Essai 16
Témoin	12/12	12/12	12/12
AB + T	1	4	8
AB + AL 2,5 %	5	4	9
NaB 2,5 %	2	4	8

B) Opp Na.

Essai 22		Essai 26		Essai 27		Essai 28		Essai 29		Essai 51	
Témoin	12/12	Témoin	24/24	Témoin	20/20	Témoin	24/24	Témoin	24/24	Témoin	18/18
1 %	10	5 %	0	2,5 %	1	2,5 %	0	2,5 %	0	2,5 %	1/18
0,75 %	12	2,5 %	0	2 %	2	2 %	3	2 %	1		
0,50 %	11	1,25 %	2	1,5 %	7	1,5 %	11	1,5 %	14		
AB + T	5	AB + T	1	AB + T	0						

C) TBZ.

Essai 32		Essai 35		Essai 37		Essai 51	
Témoin	16/16	Témoin	20/20	Témoin	24/24	Témoin	18/18
2 %	0	1,25 %	0	1,25 %	0	1 %	3
1 %	0	1,00 %	3	1,00 %	1		
0,5 %	2	0,75 %	5	0,75 %	5	AB + T	0
AB + T	0	0,50 %	5	0,50 %	4		
		AB + T	0				

D) WS.

Essai 33		Essai 35		Essai 38		Essai 51	
Témoin	20/20	Témoin	20/20	Témoin	20/20	Témoin	18/18
1 %	0	1,25 %	3	1,25 %	0	1 %	0
0,75 %	0	1,00 %	3	1,00 %	0		
0,50 %	1	0,75 %	3	0,75 %	1		
AB + T	0	0,50 %	10				
		AB + T	0				

Tableau 6.

Traitement retardé.

A)

Essai 23	AB + T	NaB 2,5 %	Essai 42	AB + T	Essai 41	AB + AL
Traitement après :						
1/2 h.	3/12	5/12	6 h	1/16		1/20
1 h.	6	2	9 h	0	10 h	0/20
2 h.	2	2	12 h	0	14 h	0/20
3 h.	4	3	15 h	15		

B) Opp Na 2,5 %.

Essai 32	Essai 34		Essai 36		Essai 46		
Traitement après :							
1 h.	0/20	4 h	0/12	1/4 h	0	12 h	6/18
2 h.	0	8 h	0	5 h	0	15 h	13
3 h.	0	16 h	6	8 h	0	18 h	17
4 h.	0	24 h	9	12 h	0		

C) TBZ 1 %.

Essai 36	Essai 46		
Traitement après :			
2 h 1/2.	2/24	12 h	5/18
5 h.	3	15 h	12
8 h.	1	18 h	16

D) WS 1 %.

Essai 41	Essai 45		Essai 46		
Traitement après :					
6 h.	0/20	6 h	1/16	12 h	6/18
12 h.	1	9 h	2	15 h	13
14 h.	1	12 h	3	18 h	18
		22 h	16		

Tableau 7.

Essais trempage.

A) Essai 47. Témoin trempé dans l'eau (20/20).

Témoin.....	20/20
TBZ 1 % 5 mn + rinçage.....	2
TBZ 1 % 5 mn sans rinçage.....	2
TBZ sur pédoncules.....	3

B) Essai 51.

Témoin non trempé.....	18/18
Témoins trempés dans l'eau.....	18
TBZ 1 % 4 mn rincés.....	2
TBZ 1 % 4 mn non rincés.....	6
TBZ 1 % sur pédoncules.....	3
WS 1 % 4 mn rincés.....	3
WS 1 % 4 mn non rincés.....	3
WS 1 % sur pédoncules.....	0
AB + T sur pédoncules.....	0
Opp Na 2,5 % sur pédoncules.....	1

C) Essai 53. Durée trempage WS 1 %.

Témoin.....	20/20
Trempage quelques secondes rincés.....	7
Trempage 1 mn rincés.....	2
Trempage 2 mn rincés.....	0
Trempage 3 mn rincés.....	0

Tableau 8.

Essai 43		Essai 53	
Témoin.....	20/20	Témoin.....	20/20
TBZ âgé de 30 j.....	1	TBZ âgé de 96 j.....	5
TBZ âgé de 0 j.....	4	TBZ âgé de 27 j.....	5
		TBZ âgé de 6 j.....	8

l'efficacité. En application immédiate c'est-à-dire environ 1/2 h après inoculation, nous avons obtenu les résultats suivants qui sont résumés dans le tableau 5.

Dans les conditions de nos essais, nous pouvons considérer que ces produits sont suffisamment efficaces aux

concentrations suivantes :

Opp Na	2,5 %
TBZ	1 %
WS	1 %

AB + T a en général donné satisfaction — AB + AL et NaB ont été

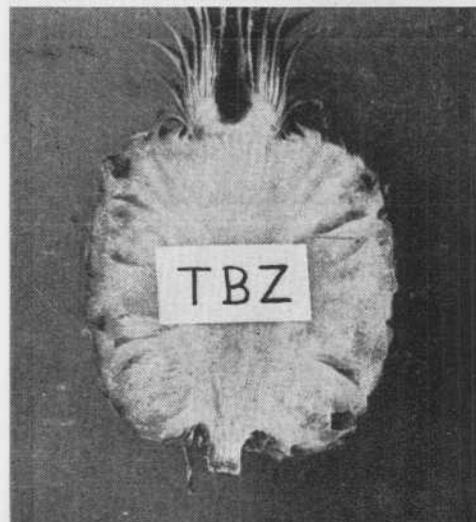
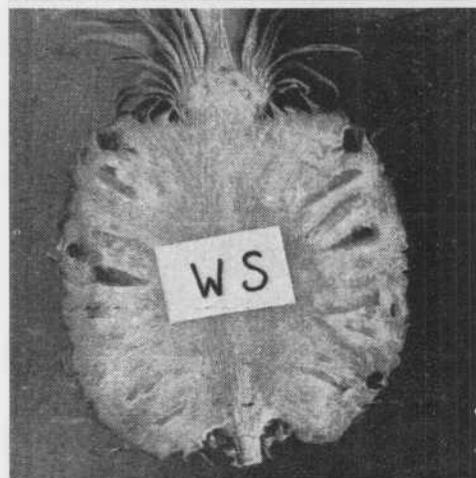
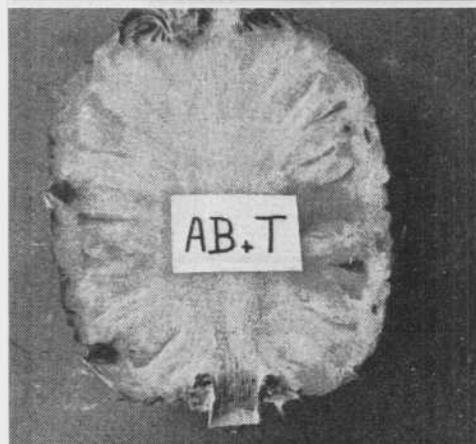
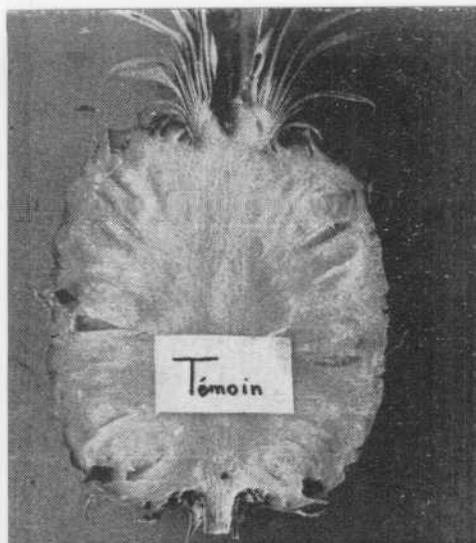
FIG. 3. — Détail d'un fruit témoin.

FIG. 4. — Détail d'un fruit traité à l'acide benzoïque + talc.

Remarquer les changements de couleur du pédoncule sur un centimètre environ.

FIG. 5. — Détail d'un fruit traité au Shirlan W.S. 1 p. cent. Aucun signe de phytotoxicité.

FIG. 6. — Détail d'un fruit traité au TBZ 1 p. cent, Aucun signe de phytotoxicité.



assez décevants dans les essais 25 et 16 qui seront repris ultérieurement.

b) *Traitement retardé.*

Ces divers produits peuvent être appliqués aux concentrations efficaces déterminées précédemment plusieurs heures après l'inoculation ; nous avons obtenu les résultats suivants, résumés dans le tableau 6.

De façon générale il semble qu'une désinfection efficace devrait être faite pendant les premières heures après la coupe.

C'est à partir de la 12^e heure que, le champignon étant suffisamment établi, la désinfection perd toute efficacité. Les divers produits sont équivalents.

c) *Traitement par trempage.*

Le trempage des fruits entiers est une opération qui n'est pas pratiquée.

Elle peut être envisagée en particulier si on prévoit l'enrobage des fruits avec des cires. Nous n'avons fait que peu d'essais en nous limitant au TBZ et au WS, utilisés à la même concentration de 1 %.

Les fruits trempés sont absolument identiques aux fruits non trempés. Le trempage est donc possible et le rinçage ultérieur n'en diminue pas l'efficacité. D'après l'essai 53, il semble qu'une minute suffise pour le WS. Il faut cependant considérer la consommation de produit. En effet la désinfection des pédoncules par une ou deux gouttes déposées à la pipette représente environ 0,1 ml par fruit.

Au contraire le trempage peut demander beaucoup plus de liquide comme le montrent les chiffres suivants.

On trempe 75 fruits de toutes tailles pesant au total 74 kg. On les sort un à un, on laisse couler l'excès d'eau dans le bac de trempage pendant envi-

ron 15 s, et on fait égoutter pendant 5 mn dans des seaux. Nous avons recueilli 1 200 cm³ d'eau soit une moyenne de 16 cm³ par fruit. Ces chiffres donnent un ordre de grandeur des pertes possibles de produit si l'égouttage n'est pas prolongé pendant plusieurs minutes, ce qui allongera d'autant la chaîne d'emballage.

Conservation de l'activité des solutions de TBZ-1 %.

N'ayant à notre disposition qu'une petite quantité de TBZ, nous avons conservé les solutions après usage, à l'obscurité dans une pièce climatisée à 22°-24°. Le tableau 8 donne les résultats des différents essais. Désinfection des pédoncules à la pipette.

On peut considérer que dans les conditions où nous l'avons gardé, le TBZ n'a pas perdu son activité désinfectante au bout de 3 mois de conservation.

CONCLUSION

Le Thiabendazole et le Shirlan W. S. peuvent donc avantageusement remplacer la désinfection actuellement faite avec le mélange acide benzoïque + talc. Ces nouvelles possibilités de désinfection efficace et ne laissant pas de traces sont cependant liées à la réglementation en vigueur. De toute façon elles ne doivent pas laisser négliger les précautions essentielles suivantes :

- Éviter tout choc, meurtrissure, pression des doigts au cours de la récolte et de l'emballage.
- Nettoyer quotidiennement les hangars d'emballage afin qu'aucun déchet d'ananas ne subsiste.
- Désinfecter toutes les semaines, hangars, caisses de ramassage, tables de tri avec des atomisations de formol à 3 p. cent.
- Raccourcir au maximum le séjour des fruits aux températures tropicales qui favorisent le développement du *T. paradoxa* et charger le plus tôt possible les ananas dans les cales réfrigérées. Celles-ci seront réglées de préférences à 8° C plutôt qu'à 12° car cette dernière température qui est celle des cales à bananes n'arrête pas la croissance du champignon.



ERRATUM

Une erreur, dont nous nous excusons, s'est glissée dans le résumé de l'article de P. Frossard :

« Lutte contre la pourriture du cœur des plants d'ananas en Côte d'Ivoire », *Fruits*, déc. 1967, vol. 22, n° 11, page 535, à la 6^e ligne du résumé, lire : ...un trempage (3 000 l/ha).

*