

Lutte contre la pourriture de l'ananas à *Thielaviopsis paradoxa*.

Importance de la température de conservation et de la désinfection fongicide.

P. FROSSARD*

LUTTE CONTRE LA POURRITURE DE L'ANANAS
A *THIELAVIOPSIS PARADOXA*

Importance de la température de conservation
et de la désinfection fongicide

P. FROSSARD (IRFA)

Fruits, Fev. 1978, vol. 33, n°2, p. 91-99.

RESUME - La croissance du *Thielaviopsis paradoxa* «in vivo» dans les ananas et «in vitro» est très active à 25°C. Elle est ralentie à 12°C et arrêtée à 8°C, mais reprend dès que la température revient à 25°C. La désinfection des ananas doit être faite dans les six heures qui suivent la récolte, en appliquant du Shirlan WS à 1 p. 100 sur les pédoncules. L'imazalil (R 27180) de JANSSEN Pharmaceutica N.V. et le Bayleton de BAYER sont aussi efficaces que le Shirlan aux doses respectives de 0,1 g/l et 0,2 g/l de produit commercial. Parmi tous les produits essayés, ce sont les seuls qui enravent les pourritures latérales aux doses de 0,2 g/l pour l'imazalil et de 0,4 g/l pour le Bayleton, en trempage d'une durée de une minute. Pour la désinfection des hangars et du matériel d'emballage, on peut remplacer le Formol à 3 p. 100 par des ammonium quaternaires à 3000 ppm.

Parmi les anomalies et avaries que peuvent présenter les ananas exportés en frais, les pourritures molles à *Thielaviopsis paradoxa* occupent une place de choix. Qu'il s'agisse de pourritures pédonculaires ou latérales, elles entraînent en effet un ramollissement complet des fruits qui se liquéfient complètement et deviennent totalement incommercialisables. Ces pourritures évoluent très rapidement à la température de 25°C, moins vite à 12°C et pratiquement pas à 8°C. Il nous a semblé important de préciser ce phénomène.

Le champignon, parasite de blessure, pénètre par la moindre rupture de l'épiderme résultant d'un choc ou par la section du pédoncule. Celui-ci est désinfecté avec succès

par application de Shirlan WS en solution aqueuse à 1 p. 100 ou, à défaut, d'un mélange en poudre d'acide benzoïque plus talc (FROSSARD, 1968). La recherche de produits pouvant se substituer au Shirlan s'est longtemps révélée négative, de même que les essais de désinfection des pourritures latérales (FROSSARD, 1970). Récemment, cette recherche a abouti : deux produits nouveaux, le triadiméphon de BAYER et l'imazalil de JANSSEN, se sont montrés efficaces, tant sur infections pédonculaires que sur infections latérales. Enfin, nous avons essayé de trouver des produits permettant de remplacer le formol utilisé à 2 p.100 pour la désinfection des hangars et du matériel d'emballage, efficace mais irritant.

* - I.R.F.A. - B.P. 1740, ABIDJAN (Côte d'Ivoire).

INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE, CROISSANCE *IN VITRO*.

En 1964, nous avons apporté quelques indications sur la croissance en culture du *Thielaviopsis paradoxa*. En utilisant la même méthode (mesure des diamètres des thalles en boîtes de Pétri), nous avons pu préciser ce phénomène dans la gamme de 8 à 25°C. Les données obtenues sont représentées dans la figure 1 où la croissance de 0 à 48 h est exprimée en p. cent de la croissance observée à 28°C. A cette température, à partir d'un implant de 4,5 mm de diamètre, on obtient sur maltéa gélosé, deux jours plus tard, un thalle de 75 à 80 mm de diamètre. On a également figuré les données de 1964 et celles de LIU et RODRIGUEZ MARCANO (1973) (moyenne de trois isolats de canne à sucre et d'ananas cultivés sur pomme de terre glucosée gélosée). La relation croissance-température est linéaire de 10 à 25°C. Le coefficient angulaire calculé est de 5,94. A une augmentation de 1°C correspond une augmentation du taux de croissance de presque 6 p. 100. La croissance est nulle à 8°C. A 15°C elle est deux fois plus forte qu'à 12°C.

Croissance *in vivo*.

Nous avons pu réaliser deux essais successifs dans lesquels des fruits comparables de poids moyen 0,8 kg étaient placés dans des enceintes à 8 et à 12°C.

Dans le premier essai, après inoculation des pédoncules immédiatement après récolte, les fruits non désinfectés sont gardés à 25°C pendant un temps variable (tableau 1) puis chargés à 8 ou à 12°C. Après 6 jours d'ambiance, les 20 fruits du traitement n°1 sont atteints à 100 p. 100 et de telle façon (base complètement ramollie) qu'ils sont incommercialisables. Les autres fruits, observés au sortir des chambres froides, c'est-à-dire 12 jours après la récolte, sont atteints de façon variable (tableau 1). Aucun ne l'est à un stade très avancé, mais il est net que la conservation à 12°C a augmenté fortement l'incidence des pourritures à *Thiela-*

viopsis paradoxa. Lorsque le délai de mise au froid est de 17 h, les fruits conservés à 12°C sont tous atteints au moment du déchargement, alors que seulement 2 sur 20 le sont dans le cas du transport simulé à 8°C. Si le délai est supérieur à 17 h, l'atteinte est générale, quelle que soit la température du transport.

Au cours du deuxième essai, nous avons estimé le degré d'atteinte en mesurant la partie pourrie dans le sens longitudinal des fruits. L'évolution à 25°C est extrêmement rapide (photos 1 à 6, figure 2) ; après 5 à 6 jours les fruits sont à moitié pourris. On compare deux délais de chargement : 10 h à 24 h et deux températures de transport : 8 et 12°C. A la sortie de la chambre froide, les ananas conservés à 8°C sont apparemment sains. Ceux gardés à 12°C présentent des signes très nets d'attaque (photo 7). Après trois jours de garde à 25°C, les pourritures se sont aggravées notablement (figure 2a, photos 8 et 9). Les fruits provenant de la chambre à 12°C sont incommercialisables. Ceux de la chambre à 8°C sont nettement moins atteints. La mise au froid ne fait que ralentir (à 12°C) ou arrêter (à 8°C) l'évolution des pourritures à *Thielaviopsis*, qui repartent très vite dès que la température s'élève. La désinfection des fruits est impérative.

ESSAIS FONGICIDES.

Nous utilisons les méthodes d'inoculation précédemment décrites (FROSSARD, 1968, 1970). La désinfection des pédoncules intervient trois à quatre heures après inoculation ; les trempages, de une minute sauf exception, sont faits une heure après l'inoculation latérale et ne sont pas suivis d'un rinçage.

Les deux produits essayés sont :

- l'imazalil de JANSSEN sous la formulation R 27180, sulfate parfaitement soluble dans l'eau. Cette matière active s'est déjà montrée intéressante sur les *Penicillium* des

TABLEAU 1 - Nombre de fruits atteints/20 au sortir des chambres froides selon les traitements (12 jours après récolte).

traitement	nombre de fruits atteints
1. 6 jours à 25°C	20
2. 7 heures à 25°C puis à 8°C	0
3. 7 heures à 25°C puis à 12°C	6
4. 17 heures à 25°C puis à 8°C	2
5. 17 heures à 25°C puis à 12°C	20
6. 26 heures à 25°C puis à 8°C	14
7. 26 heures à 25°C puis à 12°C	20
8. 41 jours à 25°C puis à 8°C	19
9. 41 heures à 25°C puis à 12°C	10

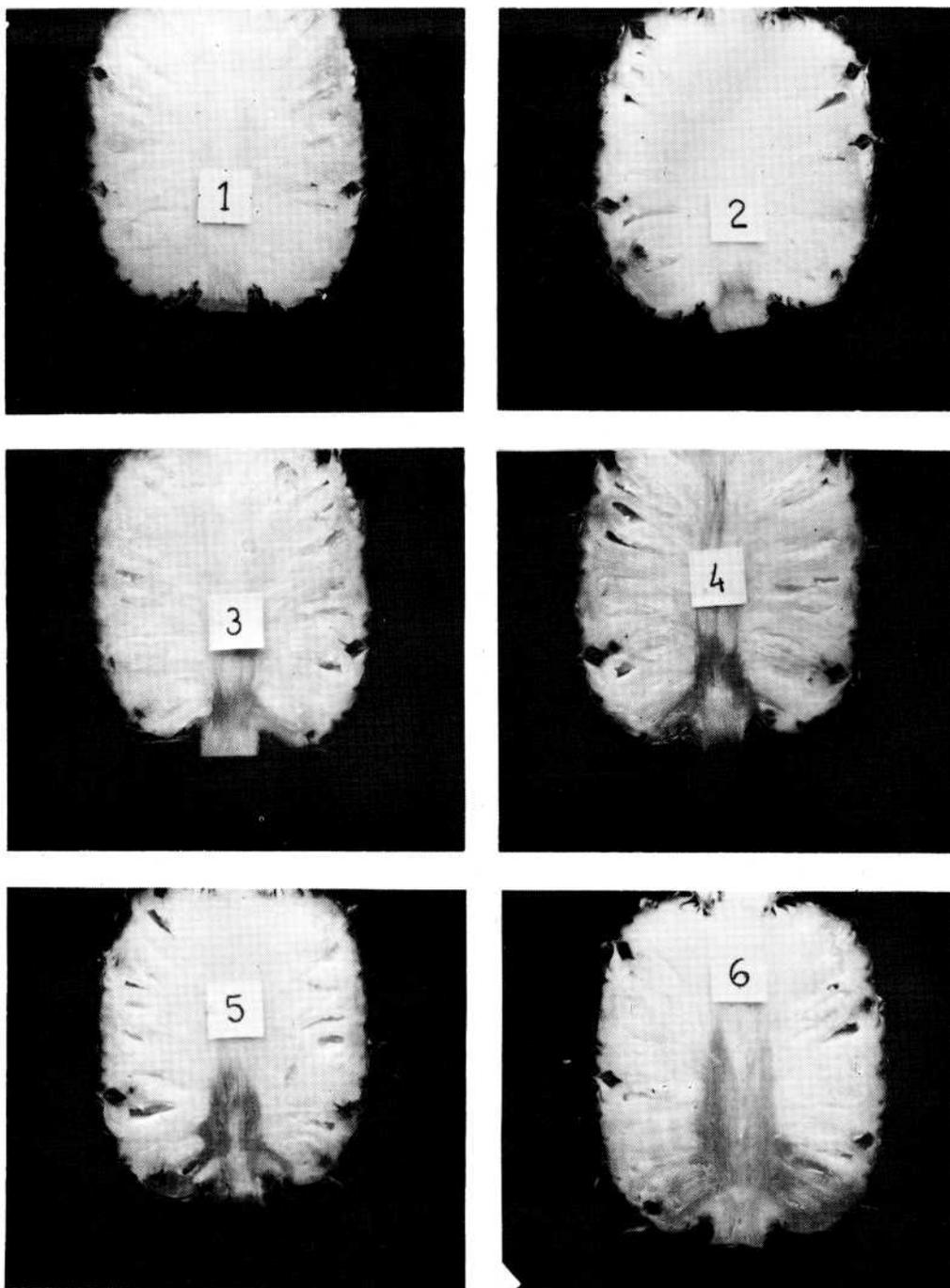


PLANCHE A (photos 1 à 6). Évolution de la pourriture à 25°, un, deux, trois, quatre, cinq et six jours après inoculation. (l'étiquette mesure 1 cm de côté).

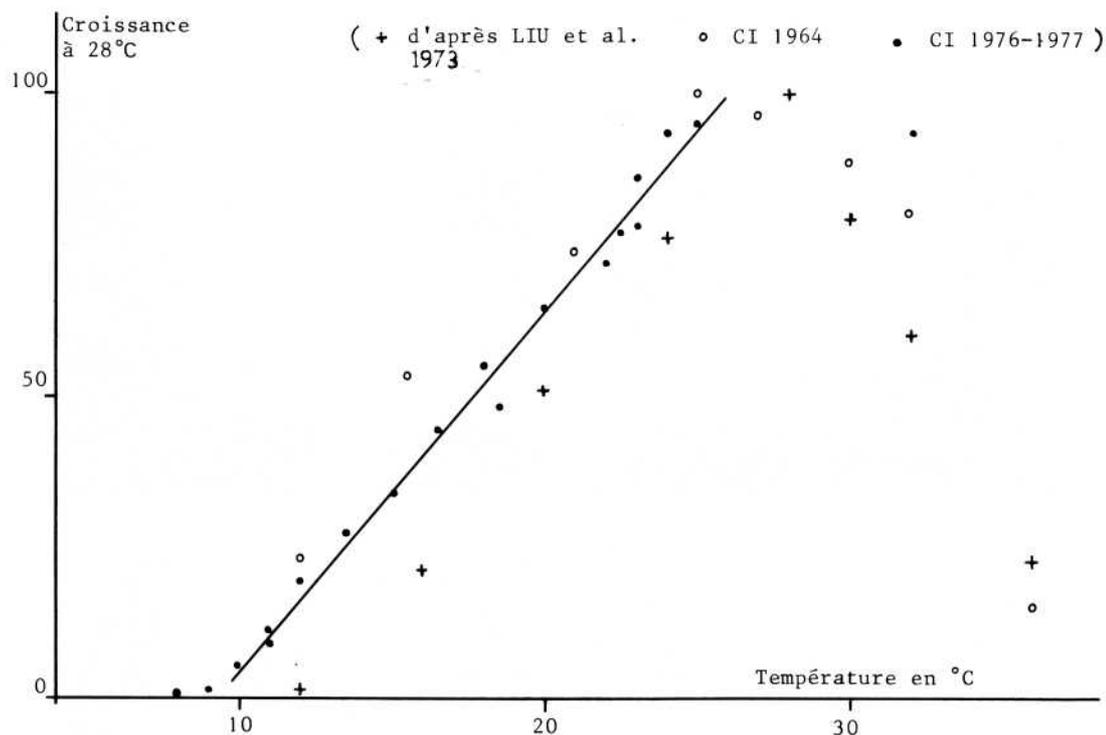


FIGURE 1 • CROISSANCE DU THIELAVIOPSIS PARADOXA, EN FONCTION DE LA TEMPÉRATURE, 48 H APRES ENSEMENCEMENT, EN % DE LA CROISSANCE MESUREE A 28°C.

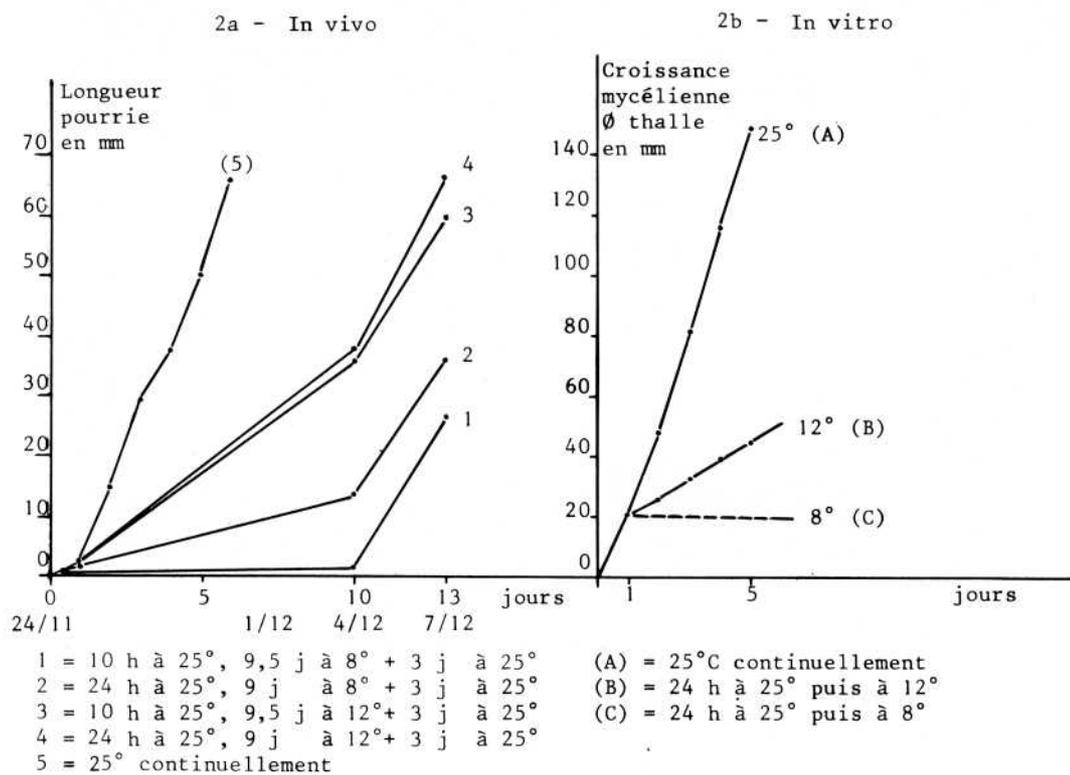
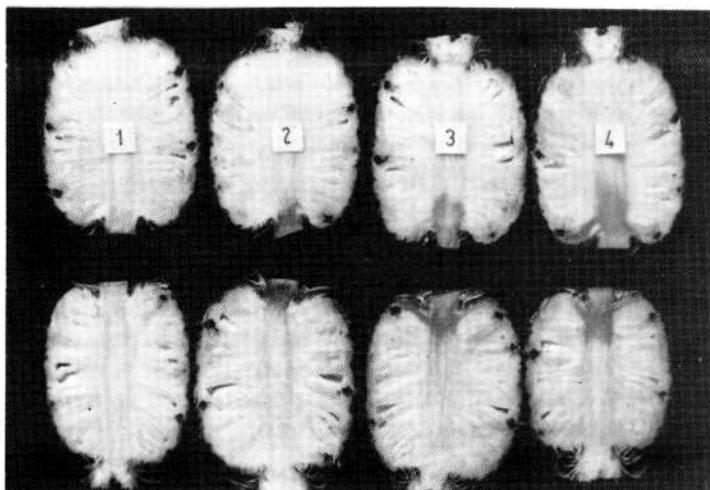


FIGURE 2 • CROISSANCE DU THIELAVIOPSIS PARADOXA, IN VIVO (FRUITS) ET IN VITRO (MALTEA), SELON LA TEMPÉRATURE.



7.

PLANCHE B

Photo 7 - État des fruits au sortir de la chambre froide.

Photo 8 - État des fruits après trois jours de garde à 25°.

Photo 9 - Vue d'ensemble du lot après 3 jours de garde.

1 - 10 h à 25° + 9,5 j à 8°

2 - 24 h à 25° + 9 j à 8°

3 - 10 h à 25° + 9,5 j à 12°

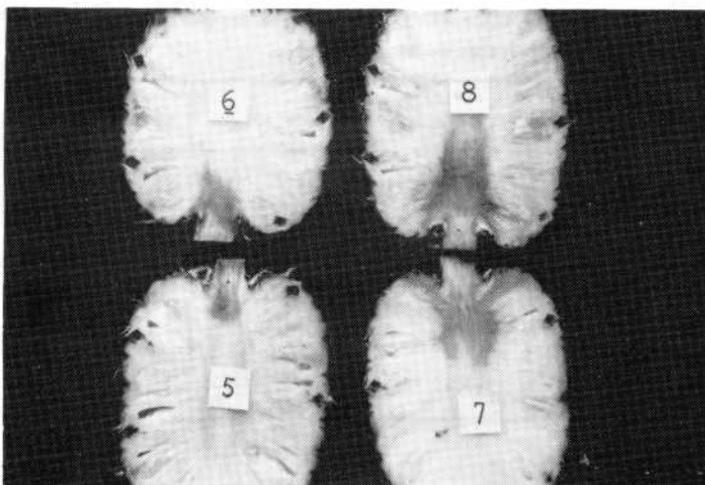
4 - 24 h à 25° + 9 j à 12°

5 - comme 1 + 3 j à 25°

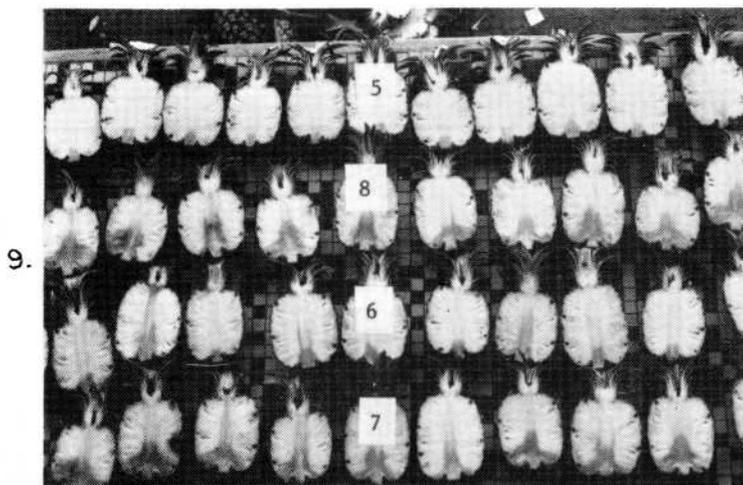
6 - comme 2 + 3 j à 25°

7 - comme 3 + 3 j à 25°

8 - comme 4 + 3 j à 25°



8.



9.

agrumes (LAVILLE, 1973), les pourritures à *Colletotrichum* des bananes (FROSSARD et al., 1976) et la Cercosporiose du bananier (MELIN et al., 1975).

- le triadiméphon (Bayleton de BAYER MEB 6447), poudre mouillable à 25 p. 100, très actif contre les oïdium, les rouilles, mais aussi contre le *Thielaviopsis paradoxa* de la canne à sucre à 250 ppm (documentation BAYER).

Désinfection des pédoncules.

Les tableaux 2, 3 et 4 résument les résultats des essais qui ont d'abord porté séparément sur chacun des produits, puis simultanément. Les doses sont données en g/l du produit formulé.

Ces deux séries d'essais nous ont permis de définir une gamme pour comparer simultanément les deux produits. Ceux-ci confirment leur activité égale ou supérieure à celle du Shirlan.

On constate une baisse notable d'activité au-dessous de 0,2 g/l (50 ppm) de Bayleton et de 0,1 g d'imazalil.

Pour être efficace, la désinfection des pédoncules avec le Shirlan doit intervenir le jour même de la récolte. L'imazalil et le Bayleton se sont montrés inefficaces appliqués 24 heures après inoculation.

Désinfection des pourritures latérales.

Les produits essayés jusqu'ici (Shirlan, Thiabendazole, Benlate) n'enrayaient que très partiellement (60 p. 100 de fruits pourris) les infections malgré des trempages durant cinq minutes. Les deux nouveaux fongicides, au contraire, ont montré une très bonne efficacité après un trempage d'une seule minute (tableaux 5 et 6).

L'imazalil semble décrocher un peu à 0,125 g/l ; à 1 g/l (250 ppm) le triadiméphon est encore très efficace.

TABLEAU 2 - Désinfection des pédoncules. Imazalil R 27180. Nombre de fruits pourris/ nombre de fruits inoculés.

traitement	dose g/l p.f.	essai 1	essai 2	essai 3	essai 4	p. 100 global
témoin non traité	0	20/10	18/10	16/20	20/20	92,5
Shirlan	10,0	2	0	0	1	3,8
R 27180	3,2	4	0	0		6,7
R 27180	1,6	5	0	2		11,7
R 27180	0,8	1	0	2	0	3,8
R 27180	0,4	2	4	4	1	13,8
R 27180	0,2	6	4	6	1	21,2
R 27180	0,1	12	7	9	0	35,0

TABLEAU 3 - Désinfection des pédoncules. Triadiméphon

traitement	dose g/l p.f.	numéro de l'essai										p. 100 global
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
témoin		25/25	16/16	24/24	20/20	18/20	24/24	16/16	17/20	14/20	20/20	92,5
Shirlan	10	1	1	2	2	2	4	2	1	1	0	7,8
Bayleton 25 %	4		2	6	0	2						12,5
Bayleton 25 %	3,2	0										0
Bayleton 25 %	2		1									6,3
Bayleton 25 %	1,6	0					1	0	0			1,1
Bayleton 25 %	1,2			1	4	2						10,9
Bayleton 25 %	1		2									12,5
Bayleton 25 %	0,8						2	2	1	0	0	5,0
Bayleton 25 %	0,4			9	5	5	5	1	0	0	1	13,7
Bayleton 25 %	0,2									1	3	10
Bayleton 25 %	0,1								0		4	10

TABLEAU 4 - Désinfection des pédoncules. Comparaison Bayleton-Imazalil.

traitement	dose g/l p.f.	essai 1	essai 2	essai 3	essai 4	essai 5	essai 6	p.100 global
témoin	0	14/14	19/20	20/20	19/20	20/20	19/20	97
Shirlan	10	2	6	4	0	1	0	11
Bayleton	0,8	3	9	1	0	1	0	12
Bayleton	0,4	2	7	3	1	0	1	12
Bayleton	0,2	6	2	1	2	0	1	11
Bayleton	0,1	4	5	7	2	7	5	26
R 27180	0,4	0	1	4	1	2	0	7
R 27180	0,2	0	1	7	3	0	2	11
R 27180	0,1	1	1	3	2	2	1	9
R 27180	0,05	4	6	11	5	5	10	36

TABLEAU 5 - Chocs latéraux. Imazalil R 27180. Trempage 1 minute sans rinçage.

traitement	dose g/l p.f.	essai 1	essai 2	essai 3	essai 4	p. 100 global
témoin	0	19/20	20/20	19/20	18/20	95
R 27180	4	0				0
R 27180	2	0				0
R 27180	1	1	1	1	2	6
R 27180	0,5	0	1	0	1	2,5
R 27180	0,25		2	2	2	10
R 27180	0,125		6	0	5	18

TABLEAU 6 - Chocs latéraux. Triadiméphon. Trempage 1 minute sans rinçage.

traitement	dose g/l p.f.	essai 1	essai 2	essai 3	essai 4	p. 100 global
témoin	0	16/24	20/20	17/20	19/20	85,7
Bayleton 25 %	16	6				25
Bayleton 25 %	8	5	2	0	3	11,9
Bayleton 25 %	4	5	0	0	2	8,3
Bayleton 25 %	2	5	1	1	2	9,5
Bayleton 25 %	1		1	0	4	10

Des trempages de quelques secondes (tableau 7) sont presque suffisants pour enrayer les pourritures latérales, alors que le Shirlan confirme sa faible efficacité contre ce type d'infection.

La dernière série d'essais a permis de comparer les deux produits (tableau 8) à des doses faibles.

La dose d'utilisation ne devrait pas être inférieure à 0,4 g/l de Bayleton et 0,2 g/l d'imazalil.

Le trempage des ananas dans l'eau est pratique en période de «jaune». Cet accident physiologique saisonnier est

caractérisé par une avance de la maturité de la chair par rapport à la coloration externe du fruit. Les fruits atteints sont très denses et coulent dans l'eau, alors que les fruits normaux flottent. Cette manipulation supplémentaire peut entraîner des chocs et il pourrait être intéressant d'y adjoindre un fongicide efficace dans le bain de trempage.

Désinfection des hangars et du matériel d'emballage.

Nous avons étudié le pouvoir désinfectant de divers composés avec quatre méthodes différentes :

TABLEAU 7 - Chocs latéraux. Trempage instantané ou 1 minute.

	essai 1	essai 2	essai 3	essai 4	essai 5	essai 6	p. 100 global
témoin	20/20	18/20	17/20	17/20	20/20	20/20	93
Bayleton 2 g/l t.i.	3	4	0	1	2	4	12
Bayleton 2 g/l 1 min.	1	1	0	1	0	3	5
R 27180 0,5 g/l t.i.	1	2	1	0	4	3	9
R 27180 0,5 g/l 1 min.	2	2	0	0	0	1	4
Shirlan 10 g/l 1 min.	*	*	*	*	11	12	58

* = non fait

t.i = trempage instantané

TABLEAU 8 - Chocs latéraux. Comparaison Imazalil-Triadiméphon (trempage 1 minute)
Nombre de fruits pourris sur 20

traitement	dose g/l	essai 1	essai 2	essai 3	essai 4	essai 5	essai 6	p. 100 global
témoin	0	20	20	20	18	20	20	98
Bayleton	0,8	3	3	3	2	3	2	13
Bayleton	0,4	2	4	5	1	5	1	15
Bayleton	0,2	7	12	11	1	9	1	34
imazalil	0,4	3	3	2	1	8	3	17
imazalil	0,2	1	5	9	2	8	4	24
imazalil	0,1	4	12	8	5	7	5	34

TABLEAU 9 - Pouvoir désinfectant de divers produits, plus petite concentration entraînant l'inhibition totale.

produits	gélose fongicide		gélose pure	
	croissance mycélienne	germination	buvard trempé	germination
Carbendazim	0,1	0,1 (a)	10	10 (a)
Méthyl thiophanate	3	3 (a)	30	100 (a)
TBZ lactate	3	1 (a)	100	100 (a)
imazalil	10 (b)	0,3 (a)	30	1 (a)
Bayleton	30	30	1000	1000
Shirlan	100	100	1000	1000
Am. quat. I (c)	300	300	1000	1000
Am. quat. II (c)	300	300	1000	1000
Am. quat. III (c)	300	300	1000	300
Formol	300	300	3000	3000
Javel	10000	10000	10000	10000

(a) : germination anormale, le développement ne se poursuit pas

(b) : croissance très faible à 3 et 1 ppm

(c) : ammonium quaternaire I = Bradophen (CIBA GEIGY), II = Beloran (CIBA GEIGY)
III = Dorinet (SOFACO Abidjan).

- germination de spores de *T. p.* sur un milieu nutritif (maltéa gélosée) auquel est incorporé le fongicide
- croissance végétative du mycélium sur ces mêmes milieux
- trempage de cinq minutes dans le produit toxique d'une rondelle de papier buvard (\varnothing 8 mm) imprégnée de spores (l'imprégnation se réalise facilement en disposant des disques à la périphérie d'un thalle en croissance, après 3 à 4 jours, les disques sont prêts à l'emploi), dépôt de ce disque sur maltéa gélosée et observation de la croissance éventuelle
- germination sur maltéa de spores mises en suspension dans ces mêmes fongicides.

Les germinations sont observées 24 heures après le dépôt des spores. La croissance mycélienne quarante-huit heures après le dépôt de l'implant ou de la rondelle de buvard (tableau 9).

Dans un premier temps, les produits sont essayés à 10.000 et 1.000 ppm m.a. ou 1 p. 100 et 1 p. 1000 des produits du commerce (formol, eau de javel) ou des formulations dont la teneur en m.a. n'est pas précisée (Shirlan WS-R 27180). On passe ensuite à une gamme plus serrée : 10.000, 3.000, 1.000, 300, 100, 30, 10, etc.

L'ensemble des résultats est présenté dans le tableau 9, qui indique, pour chaque produit, la plus petite concentration inhibant totalement la croissance mycélienne ou la germination. En général, les produits sont plus actifs lorsqu'ils sont incorporés à la gélose. La germination est plus sensible à l'action des toxiques que la croissance mycélienne. Le test buvard semble le plus proche de la pratique. Le formol est actif, mais pourrait être remplacé par des ammonium quaternaires à 3.000 ppm. Il ne paraît pas intéressant d'utiliser les mêmes produits (Shirlan, imazalil, Bayleton) pour la désinfection des fruits et celle des hangars, de crainte de voir apparaître des souches résistantes.

DISCUSSION ET CONCLUSION

La température de conservation joue un rôle capital dans l'évolution des pourritures à *T. paradoxa*. Il est essentiel que le chargement des fruits en cale réfrigérée soit effectué le plus rapidement possible, d'autant plus qu'en pratique, il faut au minimum deux jours pour que la température des fruits atteigne 8°C.

Si on observe, à l'embarquement, des ananas atteints de *T. paradoxa*, il s'agit de fruits récoltés au moins deux jours auparavant et mal désinfectés, ce qui est inadmissible, et il y a de grandes chances pour qu'à l'arrivée ils soient dans un état catastrophique, même s'ils ont voyagé à 8°C.

Lorsqu'on observe des fruits pourris à l'arrivée, cela peut s'expliquer de la même façon, mais aussi par un refroidissement trop lent ou un réchauffement accidentel pendant le transport.

Pour la première fois, deux nouveaux fongicides peuvent se substituer au Shirlan pour la désinfection des pédoncules : l'imazalil à 0,1 g/l et le Bayleton à 0,2 g/l. Bien plus, ces produits enrayent les pourritures latérales, en doublant la concentration et ceci avec un temps de trempage (une minute) tout à fait acceptable dans la pratique. Leur utilisation éventuelle est soumise à la réglementation en vigueur sur le traitement des denrées entreposées. La recherche de résidus devra être entreprise.

Cependant, la règle d'or : manipuler les ananas avec le maximum de soins, reste toujours vraie. Un ananas est fragile. Lorsqu'il est choqué, même si la blessure n'évolue pas en pourriture, la meurtrissure demeure et le consommateur déçu risque de se détourner des fruits de cette provenance.

Enfin, la désinfection des hangars d'emballage peut être réalisée avec des ammonium quaternaires à 3.000 ppm m.a., moins irritants que le formol.

BIBLIOGRAPHIE

FROSSARD (P.). 1964.

Influence de la température et de l'acidité sur le développement en culture de *Thielaviopsis paradoxa*, parasite de l'ananas. *Fruits*, sep. 1964, vol. 19, n°8, p. 461-463.

FROSSARD (P.). 1968.

Essais de désinfection des pédoncules d'ananas contre le *Thielaviopsis paradoxa*. *Fruits*, apr. 1968, vol. 23, n°4, p. 207-215.

FROSSARD (P.). 1970.

Désinfection des ananas contre *Thielaviopsis paradoxa*. *Fruits*, nov. 1970, vol. 25, n°11, p. 785-791.

FROSSARD (P.), LAVILLE (E.) et PLAUD (G.). 1976.

Etude des traitements fongicides appliqués aux bananes après récolte. III.- Action de l'imazalil. *Fruits*, jun. 1976, vol. 31, n°6, p. 361-364.

LAVILLE (E.). 1973.

Etudes des activités du R 23979 et de ses sels sur les pourritures à *Penicillium (P. digitatum et P. italicum)* des oranges. *Fruits*, jul.-aug. 1973, vol. 28, n°7-8, p. 545-547.

LIU (L.J.) et RODRIGUEZ MARCANO (A.). 1973.

Sexual compatibility, morphology, physiology, pathogenicity and *in vitro* sensitivity to fungicides of *Thielaviopsis paradoxa* infecting sugarcane and pineapple in Puerto Rico. *J. Agric. Univ. Puerto Rico*, Apr. 1973, vol. 57, n°2, p. 117-128.

MELIN (Ph.), PLAUD (G.), TEZENAS DU MONTCEL (H.) et LAVILLE (E.).

Activité comparée de l'imazalil sur la Cercosporiose du bananier au Cameroun. *Fruits*, mai 1975, vol. 30, n°5, p. 301-306.