

Etude de la pourriture du coeur à *Phytophthora* de l'ananas.

pH, calcium et traitements fongicides au champ.

P. FROSSARD*

ETUDE DE LA POURRITURE DU COEUR A PHYTOPHTHORA
DE L'ANANAS
pH, calcium et traitements fongicides au champ
P. FROSSARD (IRFA)

Fruits, oct. 1976, vol. 31, n°10, p. 603-615.

RESUME - La pourriture du coeur à *Phytophthora nicotianae* var. *parasitica* de l'ananas est particulièrement sévère sur les sols lourds à pH élevé et à forte teneur en calcium. Le chaulage, pratiqué sur des sols ferrallitiques fortement désaturés, formés sur sables tertiaires, accroît considérablement l'incidence de la maladie. Au-dessus de pH 6 et de 4 meq de Ca extractible, les risques encourus sont très grands. Le chaulage a permis de mener plusieurs essais où l'efficacité de divers fongicides, appliqués en trempage des rejets avant plantation a pu être comparée à celle du captafol (0,4 p. cent m.a.), dans des conditions très sévères. L'efficacité du captafol diminue nettement lorsque le pH et la teneur en calcium augmentent.

Lorsque l'incitation à la floraison est donnée par le carbure de calcium (qui apporte de l'acétylène et de la chaux), les plants sont beaucoup plus sensibles à la pourriture du coeur que lorsque cette incitation est donnée par l'éthylène. Les plants semblent le plus sensibles trois semaines après l'incitation, mais cette observation demande à être confirmée. Bien que le captafol soit décomposé par les solutions fortement alcalines, une application de ce fongicide en pulvérisation à 0,4 p. cent m.a., huit jours après le traitement d'incitation à la floraison, enrayer en partie les pourritures du coeur.

* Observée et décrite aux îles Hawaï dès 1929 (9), la pourriture du coeur de l'ananas a, depuis, été reconnue dans de nombreux pays : Australie, Martinique, Côte d'Ivoire, etc. (3, 8). Cette maladie s'observe principalement juste après la mise en terre des rejets et semble particulièrement sévère sur des sols lourds, à pH élevé et dont les teneurs en calcium sont fortes. On observe également des attaques graves après le traitement d'induction florale (TIF) réalisé par apport, dans le coeur de la plante, d'une solution d'acétylène dissous obtenue par réaction du carbure de calcium sur l'eau. Cette solution, qui contient de la chaux

vive, est très alcaline (pH voisin de 12). Le pH du sol et sa teneur en calcium semblent donc jouer un rôle de premier plan dans l'établissement de la pourriture du coeur. Il y a plus de dix ans KLEMMER et NAKANO (6) ont signalé qu'aux Hawaï l'incorporation de produits coralliens augmentait le pH et la teneur en calcium des sols ainsi que la sévérité des attaques de *Phytophthora*. En Tanzanie, ALLEN et NANDRA (1) ont récemment observé des faits semblables dans le cas de la maladie zébrée du sisal où le *Phytophthora nicotianae* var. *parasitica* est principalement mis en cause. Les isolats ivoiriens appartiennent aussi à cette espèce.

La lutte contre cette maladie s'effectue essentiellement par trempage des rejets, avant plantation, dans une suspen-

* - IRFA - B.P. 1740, ABIDJAN (République de Côte d'Ivoire).

sion fongicide (3). Le difolatan 80 (captafol) à 0,5 p. cent produit commercial est le meilleur des produits actuellement commercialisés, mais la matière active est décomposée par les solutions alcalines. La recherche de nouveaux produits plus rémanents est nécessaire, surtout pour enrayer les attaques après le TIF réalisé au carbure de calcium.

L'expérimentation exposée ci-dessous a permis de préciser ce phénomène dans les conditions de Côte d'Ivoire, à la station IRFA d'Anguédédou. Les sols ferrallitiques fortement désaturés sont formés sur sables tertiaires, ils sont très pauvres en bases échangeables et leur pH est de l'ordre de 4 à 5 (GODEFROY, 4).

EFFET DU CHAULAGE

Essai chaulage : engrais 7-68.

En 1968, un essai engrais était mis en place, dans lequel on comparait cinq traitements avec cinq répétitions (GODEFROY, LACOEUILHE et MARCHAL, 5).

- 1 - pas de CaO à la plantation
- 2 - 25 g CaO/plant/cycle à la plantation
- 3 - 50 g CaO/plant/cycle à la plantation
- 4 - 100 g CaO/plant/cycle à la plantation
- 5 - 25 g CaO/plant/cycle en quatre épandages au pied

Les traitements 2, 3, 4, ont reçu de la chaux agricole et le traitement 5 du plâtre (SO₄Ca). Cet essai a été replanté en décembre 1970, en répétant les mêmes applications. Depuis, les apports de calcium ont été supprimés pour étudier leur rémanence. Le 5 mars 1974, soit plus de trois ans après la dernière application, on a replanté sans désinfection fongicide. Le mois fut très pluvieux pour la saison (188 mm) et le 10 avril, on enregistrerait un nombre impressionnant de pieds pourris (tableau 1), variable selon les traitements.

Le chaulage a une rémanence très longue et augmente considérablement l'incidence naturelle de la maladie, parallèlement au pH et à la teneur en Ca. Dès que le pH dépasse 6 on est dans une zone très favorable à la pourriture du coeur.

TABLEAU 1 - Pourcentage de pieds pourris et caractéristiques du sol (*) selon les traitements (d'après GODEFROY et col., 5)

	traitements				
	1	2	3	4	5
CaO/pied en g	0	25	50	100	25
p. cent pieds pourris sur 660	0,5	6,4	31,4	36,8	1,2
pH	4,3	5,3	5,9	6,9	4,5
Ca extractible en meq	0,6	2,2	4,0	7,9	0,8
Capacité fixation en meq	8,5	7,6	7,5	7,4	7,8

* - sols échantillonnés en février 1974

Essai chaulage-inoculation AN.CI.245.

A la suite des observations précédentes, un essai a été mis en place le 27.7.1974, combinant inoculation artificielle et chaulage.

- trois traitements
 - 1 - pas de chaux
 - 2 - 46 g de CaO/plant
 - 3 - 92 g de CaO/plant
- deux sous-traitements
 - A - pas d'inoculation
 - B - inoculation

L'inoculation a été réalisée 17 jours après plantation, par apport dans la rosette foliaire de 40 ml d'un broyat de culture de *Phytophthora* âgée de 14 jours sur bouillon de petits pois. On a mis en moyenne une boîte de Roux (75 cc milieu) sur 22 plants. Les comptages hebdomadaires des pieds pourris ont été faits du 12 août au 9 septembre ; en pratique, très peu de cas sont apparus après le 19 août, soit trois semaines après l'inoculation (tableau 2).

TABLEAU 2 - Pourcentage pieds morts/264 selon chaulage et inoculation

Traitements	jours après inoculation				
	14	21	28	35	42
1 - inoculé	33	42	42	43	43
non inoculé	0	0	0	0	0
2 - inoculé	97	99	99	99	99
non inoculé	0,4	0,4	0,4	1	1
3 - inoculé	99	99	99	99	99
non inoculé	0,7	0,7	1	1	1

Il est tombé 84 mm du 27.7 au 12.8. La combinaison chaulage-inoculation entraîne la disparition rapide et quasi-totale des plants d'ananas.

Chaulage et quantité d'inoculum AN.CI.251.

Les plants survivants des sous-parcelles non inoculées de l'essai précédent ont été inoculés le 15 octobre 1974. La

quantité d'inoculum croît en progression géométrique de raison 5.

Le bloc I reçoit environ 0,16 boîte de Roux/200 plants
Le bloc II reçoit environ 0,80 boîte de Roux/200 plants
Le bloc III reçoit environ 4 boîtes de Roux/200 plants
Le bloc IV reçoit environ 20 boîtes de Roux/200 plants

Les premiers cas sont apparus dix jours plus tard, mais l'attaque s'est développée moins vite et moins intensément qu'en août. On trouvera dans le tableau 3 le pourcentage de pieds morts 15, 20, et 31 jours après inoculation et, dans le tableau 4, les caractéristiques des sols d'après des prélèvements faits le 13 décembre 1974. Les apports de chaux de juillet 1974 ont élevé le pH au-dessus de 6, ce qui contribue à un taux élevé de pourriture dans les parcelles 2 et 3, surtout lorsque la concentration de l'inoculum est élevée.

Chaulage et désinfection par trempage fongicide, (essais AN.Cl.317, 322, 327).

En juin, août et novembre 1975, trois essais se sont succédés sur les parcelles du terrain précédent. On comparait divers fongicides commerciaux ou expérimentaux à des doses croissantes. Les résultats détaillés seront publiés ultérieurement. En résumé, l'effet chaulage s'est maintenu, certains produits se sont révélés sans intérêt à cause de leur phytotoxicité (terrazole, D. 269, bouillie bordelaise stabilisée). Deux formules expérimentales Rhône Poulenc semblent très prometteuses. Le captafol confirme son efficacité, qui diminue cependant avec le chaulage (tableau 5).

Ces résultats révèlent l'activité remarquable des deux nouveaux produits qui semblent même plus rémanents que le Difolatan. L'influence du chaulage est très nette dans les parcelles témoins, aussi bien à 25 jours qu'à 50 jours.

TABLEAU 3 - Essai 251. pourcentage plants morts selon inoculum et chaulage.

nombre jours après inoculation	Calcium	inoculum			
		I	II	III	IV
15	1	1,5	3,0	3,0	16,7
	2	1,5	4,5	8,1	40,0
	3	0	4,5	15,4	43,1
20	1	1,5	4,5	3,0	27,3
	2	9,1	7,6	12,9	61,5
	3	4,5	9,1	23,1	72,3
31	1	1,5	4,5	6,1	33,3
	2	21,2	22,7	19,4	72,3
	3	16,7	16,7	35,4	83,1

TABLEAU 4 - Caractéristiques des sols (*) essais 245 et 251

	traitements		
	1	2	3
Ca extractible en meq	0,55	5,62	10,33
Capacité fixation en meq	7,40	7,29	7,59
pH	4,65	6,25	6,94

* - sols échantillonnés le 13.12.1974

TABLEAU 5 - Essais fongicides. pourcentage pieds pourris après plantation (*) selon chaulage.

N° essais	chaulage					
	1		2		3	
	témoin	captafol	témoin	captafol	témoin	captafol
317	43	5	98	30	95	43
322	50	0	88	25	90	13
327	60	6	78	6	90	16

* - essai 317, 29 jours après plantation
essai 322, 49 jours après plantation
essai 327, 50 jours après plantation

EFFET DU TRAITEMENT DE FLORAISON

Essai AN.CI. 321

Dans cet essai simple, mis en place en juillet 1975, on a comparé quatre traitements (parcelles de 100 pieds) sans répétition.

- 1 - plants inoculés non traités
- 2 - plants inoculés recevant un traitement fongicide
- 3 - plants non inoculés non traités
- 4 - plants non inoculés traités

Ces quatre traitements ont été appliqués sur des parcelles comparables ayant subi le TIF, soit au carbure de calcium, soit à l'éthylène :

- a) deux semaines plus tôt,
- b) trois semaines plus tôt,
- c) quatre semaines plus tôt.

L'inoculation a eu lieu le 3.7.1975 par pulvérisation d'un broyat mycélien (100 ml/plant à raison d'environ une boîte de Roux pour 20 plants). Le traitement fongicide a été fait trois jours plus tard par pulvérisation de difolatan 80 à 5 p. cent p.c. à raison de 100 ml/plant.

Dix jours après inoculation, on observe déjà des plants pourris dans les parcelles inoculées. L'incubation peut être extrêmement courte. Par la suite, la situation a évolué assez lentement et se stabilise au bout de deux mois.

Les comptages des plants morts, réalisés environ tous les dix jours, donnent les résultats suivants (tableaux 6 et 7).

- L'influence du carbure de calcium est manifeste. En cumulant toutes les parcelles, on note 197 plants morts contre 46 pour l'ensemble des parcelles éthylène.

- Le traitement fongicide a partiellement enrayé l'attaque : 80 plants disparus contre 163 pour tous les pieds non traités.

- Deux semaines après hormonage, les plants sont assez sensibles (75 pieds morts), la sensibilité augmente à trois semaines (108 morts), puis diminue : 60 morts à 4 semaines.

- L'inoculation a été très efficace : 216 morts contre 28 sans inoculation.

Ces résultats, fruits d'une unique expérimentation, demandent confirmation. Il serait bon de préciser la période de sensibilité maximum en relation avec le stade de développement de l'inflorescence.

DISCUSSION ET CONCLUSION

Nous avons pu vérifier et préciser l'influence considérable qu'ont les apports de chaux dans l'apparition des pourritures du coeur de l'ananas à *P. nicotianae* var. *parasitica*.

En pratique, ces apports permettent de mener des essais comparatifs où la mortalité chez les plants témoins non traités est de l'ordre de 80 à 100 p. cent. Tout produit qui, dans ces conditions sévères, protège efficacement les ananas,

TABLEAU 6 - Nombre de plants morts/100 dix jours après inoculation

intervalle	type hormonage	traitements			
		1	2	3	4
4 semaines	carbure	4	6	0	0
	éthylène	4	9	0	0
3 semaines	carbure	4	2	0	1
	éthylène	3	2	0	0
2 semaines	carbure	7	0	0	0
	éthylène	3	0	0	0

TABLEAU 7 - Nombre de plants morts/100 soixante-sept jours après inoculation

Intervalle	type hormonage	traitements			
		1	2	3	4
4 semaines	carbure	22	17	0	0
	éthylène	8	12	0	1
3 semaines	carbure	55	22	10	3
	éthylène	11	3	2	2
2 semaines	carbure	43	16	7	2
	éthylène	4	1	0	1

aura de grandes chances d'être encore plus efficace dans les conditions pratiques d'exploitation. C'est le cas des formules expérimentales Rhône Poulenc, dont l'étude se poursuivra selon plusieurs voies : détermination de la dose minimale efficace en trempage, efficacité des pulvérisations dans le but de supprimer le trempage, souvent mal fait et qui demande beaucoup de main-d'oeuvre, compatibilité avec le TIF au carbure.

En période pluvieuse, on a tout intérêt à utiliser l'éthylène comme produit florigène. Si l'on a été obligé d'employer le carbure de calcium, une ou plusieurs pulvérisations de difolatan devraient protéger partiellement les plants. Cette protection n'est que partielle car la matière active (captafol) est décomposée aux pH élevés. Il est préférable d'attendre deux à trois jours après le dernier passage car le pH dans le coeur de la rosette, qui est monté à 11-12, tombe en quelques jours au niveau de 7-8 (TEISSON, communication personnelle). Enfin la sensibilité accrue des plants après

hormonage peut s'expliquer par l'ouverture de la rosette, normalement serrée (2, 7), ouverture mécanique provoquée par la montée de l'inflorescence.

Le chaulage entraîne invariablement une élévation du pH du sol et une augmentation du calcium extractible (tableaux 1 et 4). Son action ne semble pas porter sur la plante-hôte. En effet, dans la majorité des exemples précédents, il s'agit de rejets venant d'être mis en terre, n'ayant pas émis de racines et vivant sur leurs réserves. Ce n'est qu'après trois semaines environ qu'ils commencent à s'alimenter par leurs racines. Il est beaucoup plus vraisemblable que le chaulage modifie favorablement le liquide présent au coeur de la rosette. Des études sont en cours pour préciser l'effet du pH et du calcium dans la biologie du *Phytophthora* et en particulier au cours de la phase capitale qu'est la formation des sporocystes et la libération des zoospores, agents essentiels de l'infection. Les résultats en seront publiés prochainement.

BIBLIOGRAPHIE

1. ALLEN (D.J.) et NANDRA (S.S.). 1975.
Effects of pH and calcium concentration on the sporulation of *Phytophthora* isolates from agava.
Pl. Dis. Rept., 59, p. 555-558.
2. BOHER (B.). 1974.
Pourriture du coeur de l'ananas : pénétration active du parasite dans les organes aériens.
Fruits, 29, p. 721-726.
3. FROSSARD (P.). 1967.
Lutte contre la pourriture des plants d'ananas en Côte d'Ivoire.
Fruits, 22, p. 535-542.
4. GODEFROY (J.). 1975.
Evolution des teneurs des sols en éléments fertilisants sous culture d'ananas.
Fruits, 30, p. 749-756.
5. GODEFROY (J.), LACOEUILHE (J.J.) et MARCHAL (J.).
Effet du chaulage en culture d'ananas.
Fruits, oct. 1976, vol. 31, n°10, p. 603-615.
6. KLEMMER (H.W.) et NAKANO (R.Y.). 1964.
Distribution and pathogenicity of *Phytophthora* in pineapple soils of Hawai.
Pl. Dis. Repr., 48, p. 818-852.
7. LOUVEL (D.). 1975.
Etude des relations entre l'ananas et le *Phytophthora parasitica*.
Fruits, 30, p. 669-680.
8. PY (C.). 1965.
L'ananas.
Ed. Maisonneuve et Larose, 298 p.
9. SIDERIS (C.). 1929.
Stem rot of pineapple.
Phytopathology, 19, p. 1146.

