

Action des différents produits volatils émis par la banane au cours de sa maturation sur la croissance du *Gloeosporium Musarum*

par **S. RAZAKAMANANTSOA** *

ACTION DES DIFFÉRENTS PRODUITS VOLATILS
ÉMIS PAR LA BANANE
AU COURS DE SA MATURATION
SUR LA CROISSANCE DU *GLOEOSPORIUM MUSARUM*

par S. RAZAKAMANANTSOA

Fruits, vol. 21, n° 11, décembre 1966, p. 597 à 604.

RÉSUMÉ. — L'auteur examine successivement l'action des différents produits volatils émis par la banane au cours de sa maturation, sur la croissance de *Gloeosporium musarum*, in vitro et in vivo, et à différentes températures.

Deux produits, le butyrate d'isoamyle et l'isovalérianate d'isoamyle se révèlent actifs à la fois sur la croissance et le développement du parasite, et sur l'évolution de la coloration du fruit.

INTRODUCTION

La banane, au cours de sa maturation, émet un certain nombre de produits volatils. Leur nombre et leur nature ne sont pas encore tous parfaitement déterminés. Néanmoins, plusieurs ont pu être séparés et identifiés.

En effet, dès 1905 ROTHEMBACH et EBERLEIN ont caractérisé olfactivement l'acétate d'amyle, l'isovalérianate d'amyle et un ester d'éthyle dans la banane après distillation de la pulpe. Von LOESECKE, en 1950, a extrait dans la pulpe de la variété « Lacatan », l'ester d'amyle acétique et l'acide butyrique. Depuis 1961, des recherches ont pu classer certains produits volatils dans l'ordre chronologique de leur apparition au cours de leur maturation de la banane. Ainsi, O. H. HULTON et B. E. PROCTOR ont trouvé quelques substances volatiles dans la pulpe de 'Gros Michel' au cours des différents stades de maturation. Mais l'étude la plus complète faite sur ces arômes a été celle de MC CARTHY et J. K. PALMER en 1963. Ils ont pu caractériser une vingtaine de produits, en particulier sur les bananes 'Gros Michel' et 'Lacatan'. En 1964, ces mêmes chercheurs avec H. WYMAN ont complété leur étude en utilisant la chromatographie en phase gazeuse.

Dans cette présente étude, nous avons utilisé la liste des produits volatils émis par la banane, établie par ces chercheurs, mais augmentée de sept autres produits qui ne sont pas encore situés dans la chronologie de l'émission (tableau n° 1).

Nous nous sommes donc posé la question de savoir, si ces produits volatils, émis par la banane au cours de sa maturation, accélèrent ou ralentissent la croissance du *Gloeosporium musarum*, compte tenu de leur action propre sur la maturation.

* M. RAZAKAMANANTSOA, ingénieur I. T. P. A. (section scientifique) a effectué ce travail au cours d'un stage au service de Phytopathologie de l'I.F.A.C. (1965-1966).

ÉTUDE IN VITRO

1 Matériel et méthode.

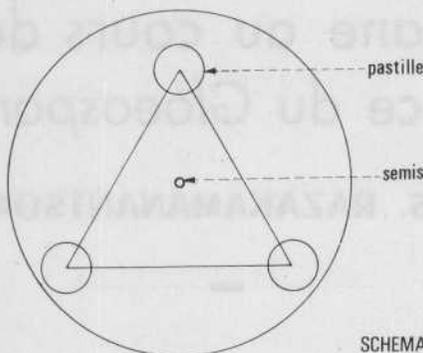
Nous avons utilisé comme milieu nutritif le PDA (pomme de terre Dextrose Agar) composé de :

- 200 g de pommes de terre épluchées
- 20 g de glucose anhydre pur
- 20 g d'agar
- 1 000 ml d'eau distillée.

Le *Gloeosporium musarum* y croît rapidement, et la sporulation y est moyenne. Le milieu de culture estensemencé par des petits confettis de papier filtre imbibés d'une suspension de spores de *Gloeosporium musarum*.

Les produits ont été utilisés tels quels, à l'état pur. On imbibe de la substance à tester, des pastilles de papier filtre de 10 mm de diamètre, puis on les dispose dans des boîtes de pétri contenant le milieu et le champignon de telle sorte que ces disques occupent les trois sommets d'un triangle isocèle (voir schéma n° 1).

Chaque produit est testé à différentes températures : 13° C, 15° C,



SCHEMA 1

19° C, 26° C, et 30° C. Pour chaque substance, on fait une série d'une douzaine de boîtes de pétri. Généralement, on observe l'évolution de la croissance du *Gloeosporium musarum* pendant 10 jours, (temps que met normalement un témoin à remplir une boîte de 90 mm de diamètre). En principe, les observations sont faites toutes les 24 h et à la même heure de la journée.

Nous avons retenu deux critères pour

apprécier l'action de ces produits volatils sur le *Gloeosporium musarum* :

- a) La croissance du champignon en présence de ces produits par rapports à un témoin ;
- b) L'aspect général de la culture : sporulation, forme du mycélium.

2 Résultats et discussion.

— a) *Action de la température sur la croissance du Gloeosporium musarum.*

Rappelons que la température agit par elle même sur la croissance du *Gloeosporium musarum* (fig. n° 1). Mais pour nos expériences, seules les températures de 13° C, 15° C, 19° C, 26° C et 30° C ont été retenues.

— b) *Action des produits volatils émis par la banane sur la croissance du Gloeosporium musarum en fonction de la température.*

Après avoir regroupé les résultats obtenus dans les tableaux n° 2 et n° 3 nous pouvons analyser l'action de chaque produit. Nous distinguons ainsi :

1^{er} groupe.

Il comprend tous les produits volatils émis par la banane au début de la maturation : du stade vert jusqu'à la fin du stade plus vert que jaune. Ils ne possèdent pratiquement pas d'action sur la croissance du *Gloeosporium musarum*. En effet, ce dernier en leur présence, croît normalement, à quelques millimètres près, comme sur les cultures témoins ; de plus le champignon y sporule.

Nous les avons subdivisés en *produits inactifs* et en *produits très peu actifs* selon la température (voir tableaux n° 2 et 3).

Produits inactifs.

L'acétaldéhyde, l'acétate de méthyle et l'acétate d'éthyle forment la première série des produits inactifs. En leur présence, le développement du

TABEAU 1

Produits volatils émis par la banane au cours de sa maturation (d'après Mc Carthey, J. K. Palmer et H. Wyman).

PRODUITS par ordre chronologique d'apparition	stade de la maturation de la banane	
	n° de la teinte	coloration
1° Acétaldéhyde	(1	vert
2° Acétate de méthyle	) 2	vert traces
3° Acétate d'éthyle	(	de jaune
4° Isopropanol)	
5° 2, pentanone	(3	plus vert
6° n-Propanol	)	que jaune
7° Acétate d'isobutyle	(
8° Isobutanol	) 4	plus jaune
9° Acétate de butyle	(	que vert
10° n-butanol)	
11° Acétate d'isoamyle	(
12° Alcool d'isoamyle)	
13° Acétate de n-amyle	(
14° Butyrate de n-butyle)	
15° Propionate de n-amyle	(5	jaune aux
16° Alcool inconnu ?	)	extrémités
17° Acétate d'hexyle	(6	entièrement
18° Butyrate d'isoamyle	)	jaune
19° n-hexanol	(7	jaune aux
20° Butyrate d'amyle	)	taches brunes
	(8	jaune avec des
	)	larges plaques brunes

Autres produits volatils émis par la banane :

- butyrate d'isobutyle
- butyrate de géranyle
- butyrate de bornyle
- isovalérianate d'isopropyle
- isovalérianate d'isoamyle
- pèlargonate d'éthyle
- propionate d'isopropyle

TABLEAU II

Action des différents produits volatils émis par la banane sur la croissance du *Gloeosporium musarum* in vitro.

PRODUITS (par ordre chronologique d'apparition)	Action des produits volatils émis par la banane sur <i>G. musarum</i>					Stades de maturation de la banane	
	13°C	15°C	19°C	26°C	30°C	n° de la teinte	teinte
1* Acétaldéhyde	-	-	-	-	-) 1	vert
2* Acétate de méthyle	-	-	-	-	-		
3* Acétate d'éthyle	-	-	-	-	-		
4* Isopropanol (x)) 2	vert traces de jaune
5* 2, pentanone (x)							
6* n - propanol (x)							
7* Acétate d'isobutyle	++	+	-	-	-) 3	plus vert que jaune
8* Isobutanol	+++	+++	+++	+	+		
9* Acétate de butyle	+++	++	++	+	+		
10* N - butanol	+++	+++	+++	-	-) 4	plus jaune que vert
11* Acétate d'isoamyle	+++	+++	++	+++	+++		
12* Alcool d'isoamyle (x)				+	+		
13* Acétate d'n-amyle (x)) 5	jaune aux extrémités vertes
14* Butyrate de n-butyle	+++	+++	++	+	+		
15* Propionate de n-amyle (x)							
16* Alcool inconnu ?) 6	entièrement jaune
17* Acétate d'hexyle	+++	+++	+++	++	+		
18* Butyrate d'isoamyle	+++	+++	+++	++	+		
19* n - hexanol (x)) 7	jaune aux taches brunes
20* Butyrate d'amyle	+++	+++	++	+	+		
) 8	jaune avec des larges plaques brunes

Légende : +++ = ralentissement très net de la croissance du *G. musarum*
 ++ = ralentissement de la croissance
 + = croissance moins ralentie
 - = pas d'action
 (x) = produits non testés

Gloeosporium musarum n'est aucunement affecté : mycelium normal ; sporulation régulière. A ceux-là s'ajoutent la plupart des autres produits volatils émis par la banane ; le butyrate de géranyle, le butyrate de bornyle, l'isovalérianate d'isopropyle, le pélargonate d'éthyle et le propionate d'isopropyle. Tous ces produits n'ont pratiquement pas d'action sur le *Gloeosporium musarum* à toutes les températures (fig. n° 2).

Produits très peu actifs.

Selon la température, basse ou élevée, l'acétate d'isobutyle et l'acétate de butyle sont inactifs ou très peu actifs sur la croissance de *Gloeosporium musarum*. Ainsi à 13° C et à 15° C, le premier ralentit déjà le développement du champignon, alors que le deuxième agit nettement plus sur le cryptogame entre 13° C et 19° C. Mais tous les deux n'empêchent pas sa sporulation à

26° C et 30° C. Nous avons donc constaté que les produits émis au début de la maturation de la banane sont peu efficaces sur le *Gloeosporium musarum*.

2° Groupe.

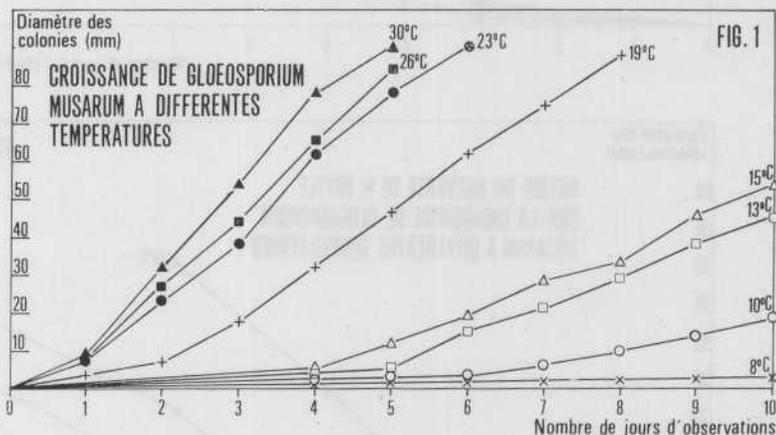
Il englobe tous les produits volatils émis par la banane et qui agissent plus nettement sur le développement du *Gloeosporium musarum*. Le tableau 2 précédent nous montre qu'ils sont émis

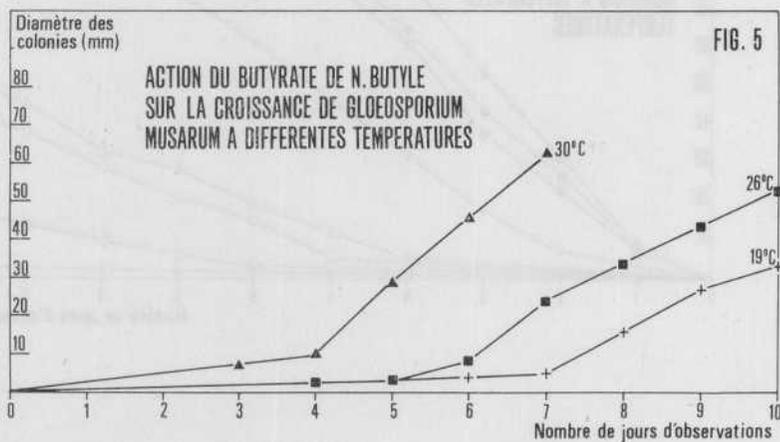
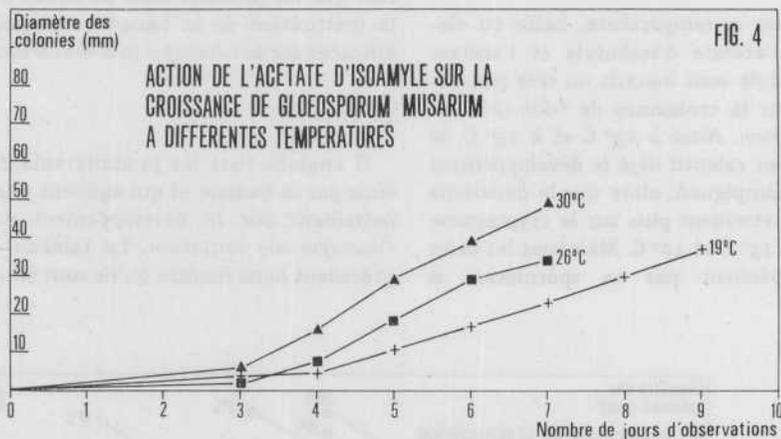
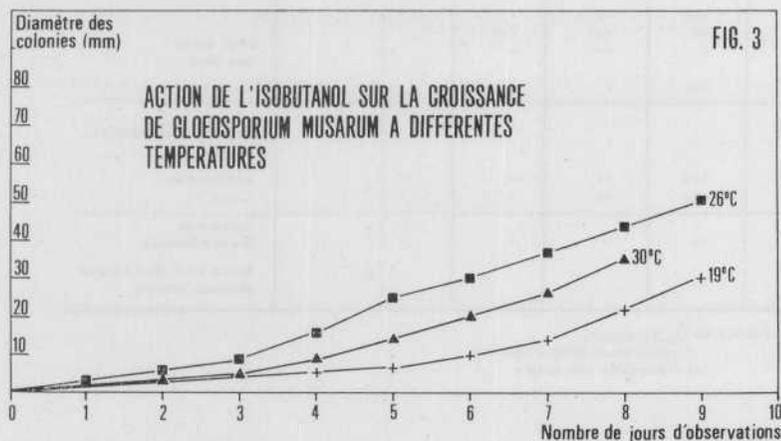
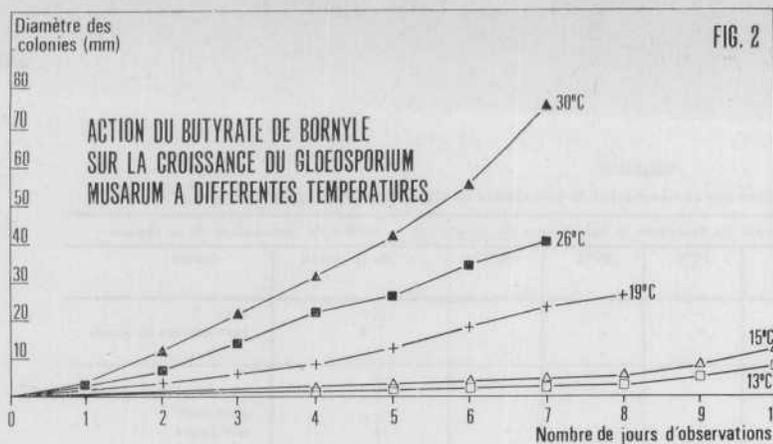
TABLEAU III

Action des autres produits volatils émis par la banane sur le *Gloeosporium musarum* in vitro.

Produits	Leur action sur le <i>G. musarum</i> à				
	13°C	15°C	19°C	26°C	30°C
Butyrate d'isobutyle	+++	+++	+++	+++	++
Butyrate de géranyle	-	-	-	-	-
Butyrate de bornyle	+	+	-	-	-
Isovalérianate d'isoamyle	+++	+++	+++	+++	++
Isovalérianate d'isopropyle	+	+	-	-	-
Pélargonate d'éthyle	-	-	-	-	-
Propionate d'isopropyle	-	-	-	-	-

Légende :
 +++ = ralentissement très net de la croissance du *G. musarum*
 ++ = ralentissement de la croissance
 + = croissance moins ralentie
 - = pas d'action





par le fruit à la fin du stade plus vert que jaune jusqu'à sa pleine maturité. Ce sont : l'isobutanol, le *n*-butanol, le butyrate d'isoamyle, l'acétate d'héxyle et le butyrate d'amyle. On peut leur ajouter deux autres produits du tableau 3 : le butyrate d'isobutyle et l'isovalérianate d'isoamyle.

En présence de ces produits, nous avons :

- inhibition de la croissance du *Gloeosporium musarum*,
- action sur la morphologie des cultures,
- absence de sporulation.

En effet, le développement du champignon est nul pendant les 10 premiers jours à 13° C et 15° C il devient très faible vers le 13^e ou 15^e jour. De plus, les thalles présentent une morphologie différente entre 19° c et 30° c (hyphes agglutinés et visqueux). L'action sur la croissance du champignon est d'autant plus accentuée que les produits se dégagent vers la fin de la maturité de la banane.

Aussi, nous les avons classés en produits actifs et en produits très actifs.

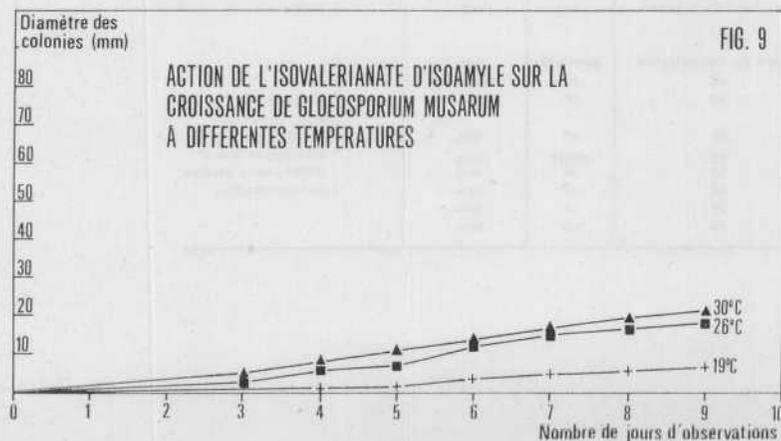
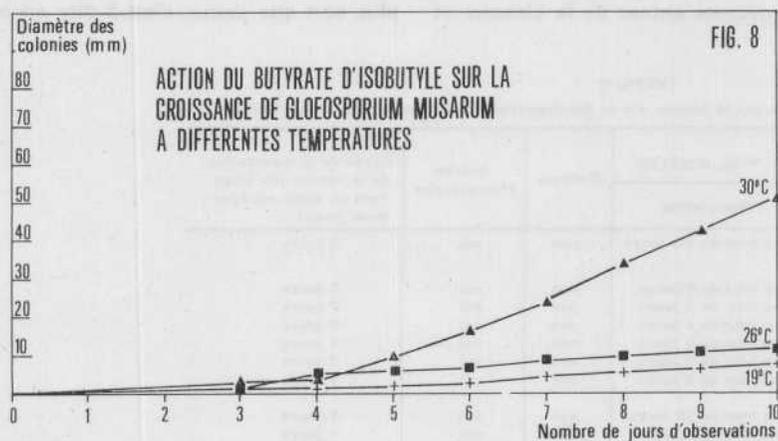
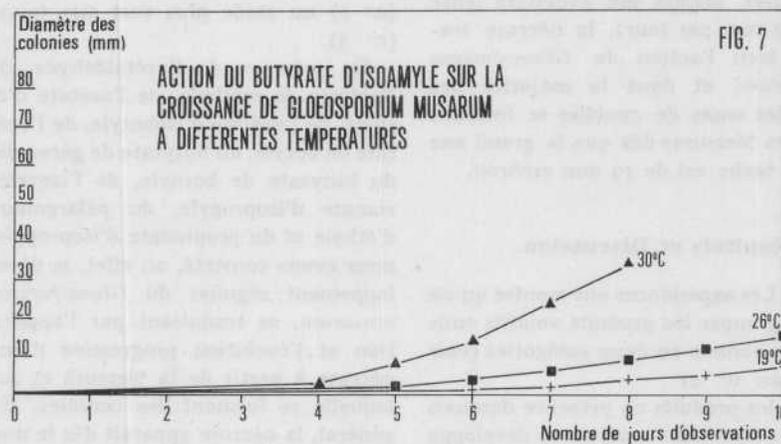
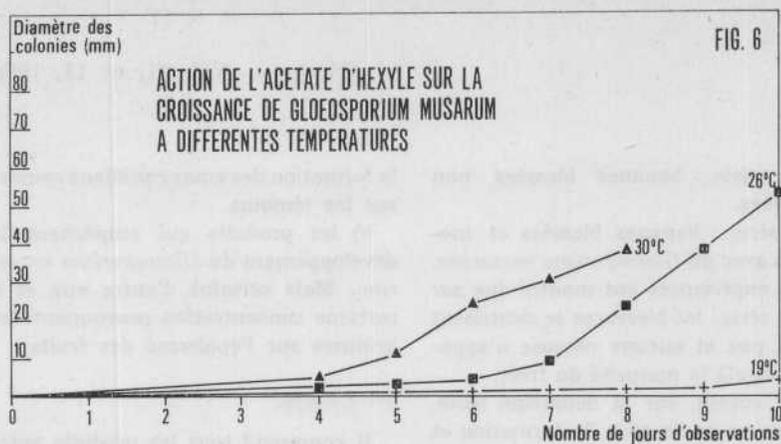
Produits actifs.

L'isobutanol, l'acétate d'isoamyle et le butyrate de *n*-butyle sont actifs sur le *Gloeosporium musarum* à 13° et 15° alors qu'entre 19° C et 30° C, ils agissent moins nettement sur le champignon (fig. nos 3, 4, 5).

Produits très actifs.

Par contre, l'acétate d'héxyle, le butyrate d'amyle agissent fortement sur le développement du champignon entre 13° C et 26° C. Nous constatons ainsi qu'au bout de 10 jours, les colonies ne se développent que de 4 à 7 mm à 19° C, (fig. nos 6, 7).

Trois produits nous paraissent être les plus intéressants de toutes ces substances. Ce sont : le *n*-butanol, le butyrate d'isobutyle et l'isovalérianate d'isoamyle (fig. nos 8 et 9). En effet, en présence de ces deux derniers, le développement du champignon n'est que de 8 à 21 mm au lieu de 90 mm pour



les témoins entre 26° C et 30° C au bout de 9 jours. Ils ne sont pas encore situés au cours des stades de maturation. Par contre, le *n*-butanol, émis au stade plus jaune que vert, arrête totalement la croissance du cryptogame à toutes les températures.

Nous avons donc décelé, parmi les produits volatils émis par la banane au cours de sa maturation des substances capables d'agir sur le développement du *Gloeosporium musarum*.

ÉTUDE *IN VIVO*

Cette étude complète les essais réalisés en culture pure. Elle doit nous permettre de connaître à la fois l'action des produits sur le fruit lui-même et sur le *Gloeosporium musarum* parasitant la banane.

1. Matériel et Méthodes.

A. EXPÉRIENCES A LA TEMPÉRATURE DE 19° (*).

Les produits ont été utilisés à l'état pur et placés dans une capsule (1 à 2 cc).

Au moyen d'un emporte-pièce, de 9 mm de diamètre, on blesse les fruits verts à 1 ou 2 endroits différents et on inocule avec une souche de culture de *G. musarum*. On place 4 à 5 doigts de banane dans une boîte à biscuit (21,4 × 23 × 12 cm) au milieu desquels on dispose la capsule précédente contenant le produit. La blessure ne doit pas être trop profonde, en général une profondeur de 0,5 mm suffit.

Les observations ont été faites toutes les 24 h.

Ce procédé simple nous a permis d'observer à la fois l'évolution de l'attaque du *Gloeosporium musarum* et les différents stades de maturation de la banane.

L'action du *Gloeosporium musarum* se manifeste par une nécrose qui se développe autour de la blessure faite sur la peau des fruits dans les condi-

(* Cette température a été choisie parce qu'elle est habituelle au cours de la conduite de la maturation.

tions de l'expérience. Le développement de cette nécrose est d'autant plus rapide que le fruit se rapproche de sa maturité. On peut observer et noter que l'évolution de la tache est très lente au début, puis devient rapide. Par ailleurs, le plus souvent sur les blessures, il y a formation de conidies apparaissant sous la forme de petites masses rose saumon. Généralement, cette sporulation se produit au moment où la pourriture du fruit est déjà avancée. La tache se développe beaucoup plus rapidement suivant l'axe longitudinal que suivant l'axe transversal.

On peut chiffrer les différentes étapes du développement en mesurant le grand axe de la tache nécrosée autour de la blessure.

Nous avons donc pris, pour apprécier l'action du *Gloeosporium musarum*, deux critères ;

- l'importance du développement des nécroses à partir des blessures ;
- la sporulation.

Témoin.

Nous avons fait deux séries de témoins sans produit :

1^{re} série : bananes blessées non inoculées.

2^e série : bananes blessées et inoculées avec du *Gloeosporium musarum*.

Les expériences ont montré que sur la 1^{re} série, les blessures se cicatrisent peu à peu et aucune nécrose n'apparaît jusqu'à la maturité du fruit.

Par contre, sur la deuxième série, on observe après 36 h, la formation et l'évolution d'une nécrose autour des blessures. Malgré son évolution lente (1 à 2 mm par jour), la nécrose traduit bien l'action du *Gloeosporium musarum*, et dans la majorité des cas, les amas de conidies se forment sur les blessures dès que le grand axe de la tache est de 19 mm environ.

2. Résultats et Discussion.

1^o Les expériences ont montré qu'on peut grouper les produits volatils émis par la banane en deux catégories (voir tableau n° 4).

a) les produits en présence desquels le *Gloeosporium musarum* se développe normalement et provoque l'apparition d'une nécrose autour de la blessure et

la formation des amas conidiens comme sur les témoins.

b) les produits qui empêchent le développement du *Gloeosporium musarum*. Mais certains d'entre eux et à certaine concentration provoquent des brûlures sur l'épiderme des fruits.

1^{er} Groupe.

Il comprend tous les produits volatils émis par la banane du stade vert (n° 1) au stade plus vert que jaune (n° 3).

En présence de l'acétaldéhyde, de l'acétate de méthyle, de l'acétate d'éthyle, de l'acétate d'isobutyle, de l'acétate de butyle, du butyrate de géranyle, du butyrate de bornyle, de l'isovalérianate d'isopropyle, du pélargonate d'éthyle et du propionate d'isopropyle, nous avons constaté, en effet, le développement régulier du *Gloeosporium musarum*, se traduisant par l'apparition et l'évolution progressive d'une nécrose à partir de la blessure et sur laquelle se forment des conidies. En général, la nécrose apparaît dès le moment où la banane atteint la teinte plus vert que jaune, c'est-à-dire après

TABEAU IV

Action des différents volatils émis par la banane sur le développement du *G. musarum* in vivo à 19°C

Produits	Développement du <i>G. musarum</i>		Brûlure	Autres champignons	Durée de la maturation de la banane (du stade vert au stade entièrement jaune)
	Nécrose	Sporulation			
Témoin 1 ^{er} groupe	++	au bout de six jours	non	oui	7 jours
Acétaldéhyde	++	au bout de 6 jours	non	oui	7 jours
Acétate de méthyle	++	au bout de 6 jours	non	oui	7 jours
Acétate d'isobutyle	++	au bout de 6 jours	non	oui	7 jours
Acétate de butyle	+	au bout de 6 jours	non	oui	7 jours
Butyrate de géranyle	++	au bout de 8 jours	non	oui	7 jours
Butyrate de bornyle	++	au bout de 8 jours	non	oui	7 jours
Isovalérianate d'isopropyle	+	au bout de 10 jours	non	oui	7 jours
Pélargonate d'éthyle	+	au bout de 8 jours	non	oui	9 jours
Propionate d'isopropyle	+	au bout de 8 jours	non	oui	9 jours
Acétate d'éthyle	++	au bout de 6 jours	non	oui	7 jours
2^{ème} groupe					
Isobutanol	(-)	pas de sporulation	partielle	non	) utilisés à l'état pur, il est impossible de distinguer les différentes stades de maturation
N-butanol	(-)	id	id	non	
Butyrate d'isoamyle	(-)	id	id	non	
Isovalérianate d'isoamyle	(-)	id	id	non	
Butyrate de n-butyle	(-)	id	totale	non	
Butyrate d'isobutyle	(-)	id	id	non	
Acétate d'hexyle	(-)	id	id	non	
Butyrate d'amyle	(-)	id	id	non	
Acétate d'isoamyle	(-)	id	id	non	

Légende :

++ = nécrose très importante

+ = nécrose

- = pas de nécrose

un séjour de 3 à 4 jours dans l'étuve à 19° C, et au fur et à mesure que la banane approche de sa maturité, la tache évolue et l'attaque du *Gloeosporium musarum* est plus marquée. D'autres champignons viennent ensuite coloniser les pédoncules (*Fusarium*, *Penicillium*), à partir du moment où le grand axe de la tache atteint environ 35 mm. Tous ces produits sont donc inefficaces contre l'attaque du *Gloeosporium musarum*.

2° Groupe.

Nous avons groupé dans cette catégorie toutes les substances volatiles provoquant des brûlures plus ou moins importantes sur l'épiderme de la banane et empêchant tout développement du *Gloeosporium musarum*. Ainsi, nous avons remarqué d'une part que l'isobutanol, l'n-butanol, le butyrate d'isoamyle et l'isovalérianate d'isoamyle, provoquent une brûlure partielle, limitée aux alentours de la blessure et aux endroits les plus meurtris de la banane après 24 h. Mais cette « brûlure » s'étend ensuite sur l'ensemble de la peau, 36 h après. D'autre part, en présence du butyrate de n-butyle, de l'acétate d'héxyle, de l'acétate d'isoamyle, du butyrate d'isobutyle et du butyrate d'anyle, il suffit de 24 h pour que la « brûlure » recouvre toute la peau des fruits. La plupart de ces produits sont émis vers la fin de la maturation. Tous arrêtent ainsi le développement du *Gloeosporium musarum*, et en même temps celui des autres champignons secondaires.

On remarque que les produits que nous avons classés dans le 2° groupe (expériences *in vivo* à 19°) sont les mêmes que ceux que nous avons considérés comme actifs (expériences *in vitro*). Ceci confirme qu'ils sont donc capables d'inhiber le développement du *Gloeosporium* *in vivo* (à 19°) bien que leur action puisse être renforcée par la présence des « brûlures » épidermiques qu'ils provoquent.

2. Action de la concentration des produits actifs.

Il est intéressant de savoir si, utilisés

à des faibles concentrations, ces produits actifs agiraient de la même manière sur le développement du cryptogame. On a observé qu'aux faibles concentrations (10 % de matière active), ces produits ne provoquent pas « brûlures », sur l'épiderme de la banane, mais empêchent le développement du champignon. Ainsi les bananes mûrissent normalement sans action du *Gloeosporium musarum* durant les 7 premiers jours. Mais dès que la banane atteint le stade 7, le champignon se développe et une nécrose se forme autour de la blessure.

B. EXPÉRIENCES AUX CONDITIONS HABITUELLES DE MATURATION DIRIGÉE

Une des techniques de maturation dirigée consiste en l'emploi des températures dégressives.

Nous avons suivi le schéma de maturation suivant :

a) Schéma de maturation.

Heures	Températures
0	23°C (a)
24	HR 95 % (b)
	19°C
48	HR 95 % (v)
	16°C
96	HR 95 % (b)

a = introduction de l'acétylène
HR = humidité relative
v = renouvellement de l'air
b = moment possible d'introduction du produit à tester.

SCHEMA 2

Les expériences ont été réalisées dans des cloches en verre placées dans une étuve. Le problème de l'humidification a été résolu en mettant simplement à l'intérieur des cloches des capsules contenant de l'eau.

Le gaz utilisé (a) est l'acétylène obtenu à partir de carbure de calcium et d'eau.

Il a été introduit au début de l'expérience.

Que le produit soit mis 24 h après le début de l'expérience, ou qu'il soit introduit dès que la nécrose com-

mence à se développer (vert traces de jaune), les résultats restent les mêmes.

On note que le produit s'accumule légèrement au fond de la cloche et parfois provoque des « brûlures » sur la face inférieure des bananes. Par contre, si le produit est dilué 10 fois, cet inconvénient est évité.

Compte tenu des expériences antérieures, nous avons choisi deux produits pour nos essais : le butyrate d'isoamyle et l'isovalérianate d'isoamyle. En effet, ces deux produits sont très actifs et dilués 10 fois, ne provoquent pas de « brûlures » de l'épiderme.

Résultats.

Utilisés à l'état pur, le butyrate d'isoamyle et l'isovalérianate d'isoamyle arrêtent le développement du *Gloeosporium* mais provoquent des brûlures sur le fruit. Ainsi, en leur présence, au bout de 5 jours, nous avons observé l'absence de nécroses et de champignons secondaires sur les fruits. Or, sur le lot témoin, la nécrose atteint 21 mm et d'autres champignons se développent dès les premières 72 h, sur les coussinets.

Dilués au 1/10 dans de l'alcool, les deux produits agissent sur la coloration des fruits, tout en inhibant le développement des champignons. Ainsi, le butyrate d'isoamyle ralentit l'évolution de la coloration. Par contre, l'isovalérianate d'isoamyle active le jaunissement de l'épiderme.

Ainsi, au bout de 5 jours, les bananes en présence de ce dernier sont déjà au stade 6 (entièrement jaune) alors que celles du témoin ne sont qu'au stade 4 (plus jaune que vert). Néanmoins, cette transformation physiologique de l'épiderme ne s'accompagne pas d'une transformation équivalente de la pulpe qui, au lieu d'être savoureuse et douce, a un goût âpre.

Par la suite, le fruit mûrit normalement, la manifestation du *Gloeosporium musarum* restant faible.

Nous avons donc pu constater que, parmi les produits volatils actifs émis par la banane au cours de sa maturation, certains agissent sur le jaunissement du fruit et ralentissent la formation des nécroses.

CONCLUSIONS

Nous avons donc pu constater qu'il est possible de classer les produits volatils émis par la banane au cours de sa maturation en deux groupes principaux ; les uns, inactifs, vis-à-vis du *Gloeosporium musarum*, et se dégageant essentiellement aux stades verts ; les autres, actifs et émis principalement aux stades du jaunissement.

Cette activité se traduit en particulier par l'arrêt ou le ralentissement de la croissance du parasite *in vitro* et par l'absence ou le très faible développement des nécroses (anthracnose) *in vivo*.

L'action de ces différents produits est plus nette aux basses températures (13°, 15°, 19°) qu'aux températures plus élevées (26°, 30°).

Pendant certains produits actifs sont susceptibles de provoquer des « brûlures » sur l'épiderme des fruits.

Parmi les produits actifs, nous avons pu en remarquer deux, qui tout en arrêtant le développement des nécroses fongiques sur le fruit, agissent aussi sur la coloration de celui-ci. Le premier, émis au stade 5 (fruit entièrement jaune) le butyrate d'isoamyle, ralentit les processus de coloration (s'il est appliqué plus précocement) alors que le deuxième (moment d'émission encore non précisé), l'isovalérianate d'isoamyle active le jaunissement du fruit.

Il semble donc que l'activité parasitaire du *Gloeosporium musarum*, bien que paraissant liée à l'évolution physiologique de la banane (exprimée entre autre par les changements de coloration) puisse être en fait bien contrôlée par plusieurs produits actifs, naturellement émis au cours de la maturation de ce fruit.

Il reste à préciser le moment le plus opportun pour l'application de ces produits au cours des étapes de la maturation.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) Anonyme. — « La maturation artificielle des bananes » (1949). (*Fruits d'Outre-Mer*, vol. n° 4-2 (1949).
- (2) Mc. CARTHY and J. K. PALMER. — « Production of volatils compounds by the banane fruit during ripening ». (*Hort. Abstr.* Jun. 1963, vol. 33 n° 2, p. 409).
- (3) Mc. CARTHY and H. WYMAN and J. K. PALMER (1964). — « Gas chromatographie identification of banana fruit volatil. » (*Sci. Food Agric.*, Oct. 1964, vol. n° 15).
- (3 bis) G. DUVERNEUIL. — Document 64 R. A., 1962 (I. F. A. C.).
- (4) O. H. HULTON and B. E. PROCTOR. — « Changes in some volatil constituents of the Banana during ripening storage and processing. » (*Food. Tech.* 1961).
- (5) KERVEGANT. — « Le bananier et ses exploitations », 1936.
- (6) L. ROGER. — « Phytopathologie des Pays Chauds. » (Ed. Paul Lechevallier, Paris, 6° 1953).
- (7) N. H. SIMMONDS. — *Bananas* (Ed. Longmans 1959).
- (8) J. H. SIMMONDS and R. S. MITCHELL. — (*Bull. Coun. Scien. Industr. Res. Austr.* n° 131-63, p. 1940).
- (9) Von LOESECKE. — *Bananas chemistry tech. Intersc. Publishers* (édit. London, 1950).
- (10) C. W. WARDLAW. — *Bananas Diseases. Including Plantains and Abaca.* Ed. Longmans 1961).

