

2^{ème} CONFERENCE INTERNATIONALE
SUR LES MOYENS ALTERNATIFS DE LUTTE CONTRE LES
ORGANISMES NUISIBLES AUX VEGETAUX
Lille – 4, 5, 6 et 7 mars 2002

Des méthodes de lutte alternatives contre les maladies de conservation des bananes
aux Antilles françaises

L. de Lapeyre de Bellaire ⁽¹⁾, F. Dalle ⁽²⁾, S. Henry ⁽³⁾, J.P. Marion ⁽⁴⁾, S. Bertaux ⁽⁵⁾, M.
Chillet⁽¹⁾, M.N. Ducamp ⁽⁶⁾

- (1) Cirad-FIhor, station de Neufchâteau, 97130 Capesterre belle eau, Guadeloupe
- (2) POMONA IMPORT – 223 rue St Honoré 75001 Paris
- (3) AMCOR Flexible, 1 Av Emile Venthenat 16300 Barbezieux
- (4) CITEP SARL - Parc d'activité de la SEMAIR – 97231 Le Robert – Martinique
- (5) Cirad-FIhor, Route de Moutte – BP 153 – 97202 Fort de France – Martinique
- (6) Cirad-FIhor, 75, rue Jean-François Breton (Bât. 16, Bur. 324) – 34398 Montpellier

Résumé :

Dans un contexte de forte concurrence internationale, l'élimination du traitement chimique après récolte des bananes d'exportation constitue aujourd'hui l'enjeu qui permettrait de renforcer la sécurité alimentaire des consommateurs et de démarquer la filière antillaise sur un nouveau segment de marché. En effet, cette lutte chimique est aujourd'hui remise en cause par (i) l'apparition de souches résistantes aux fongicides utilisés ; (ii) le manque d'efficacité de ces traitements signalé régulièrement au cours du second semestre ; (iii) les attentes des consommateurs et des pouvoirs publics pour une agriculture plus respectueuse de la santé et de l'environnement. Ce projet vise à définir des méthodes permettant de contrôler les maladies de conservation (anthracnose et pourritures de couronnes) tout en excluant le recours à la lutte chimique. Un cahier des charges, économiquement viable et s'adressant à l'ensemble des maillons de la filière, sera élaboré pour produire des fruits " propres " satisfaisant aux standards de qualité en vigueur.

Mots-clés : banane, maladies de conservation, lutte non chimique, segmentation de marché, Antilles françaises

Introduction

Dans un contexte de forte concurrence économique internationale, où la part de marché de la banane antillaise en France est en régression (perte de 10 % entre 1992 et 1999), l'élimination du traitement chimique après récolte constitue aujourd'hui un enjeu qui permettrait d'améliorer l'image de marque de la filière banane antillaise, en la démarquant sur un nouveau segment de marché, et de renforcer la sécurité alimentaire du consommateur. Les bananes d'exportation font l'objet d'un traitement chimique fongicide après la récolte pour lutter contre les maladies de conservation (anthracnose, pourritures de couronnes). Cependant, cette lutte chimique ne correspond plus aux exigences nouvelles du marché. Cette évolution doit être replacée dans le contexte de la mise en place de nouveaux cahiers des charges pour l'agriculture (notamment dans le cadre des CTE) dont les orientations sont d'assurer la viabilité économique des exploitations agricoles tout en préservant l'espace rural (respect de l'environnement) et en intégrant les attentes des consommateurs (respect de la santé humaine, satisfaction aux critères de qualité).

Les lésions d'anthracnose de la banane sont provoquées par un champignon pathogène, le *Colletotrichum musae*. Juste après la germination des conidies, ce parasite possède la particularité de former, sur les fruits verts, des structures de conservation (des appressoria très pigmentés) qui resteront dans un état quiescent jusqu'à la maturation des fruits (Muirhead & Deverall, 1981). On distingue deux formes de la maladie selon le mode d'infection : (1) l'anthracnose de quiescence, observable en mûrisserie ou dans les circuits de distribution, lorsque les lésions résultent de la pénétration cuticulaire d'une hyphé formée par l'appressorium au cours de la maturation des fruits ; (2) l'anthracnose de blessure qui est observable dès l'arrivée des fruits en Europe sous la forme de lésions très larges car les blessures entraînent une interruption précoce de la quiescence. *Colletotrichum musae* ne forme des lésions et ne sporule que sur les organes sénescents du bananier. Il se développe en saprophyte sur toutes les matières en décomposition de la bananeraie (feuilles sénescentes, bractées, pièces florales). Il a été montré que les pièces florales sont les principales sources d'inoculum efficace pour la contamination des fruits et que cet inoculum est particulièrement important durant le premier mois qui suit la jettée de l'inflorescence (de Lapeyre de Bellaire et al., 2000). C'est le ruissellement de l'eau de pluie qui est à l'origine du transport de l'inoculum et donc de la contamination des fruits. Ainsi, l'élimination (épistillage) des pièces florales au champ et de la bractée du régime, à un stade de floraison précoce (l'épistillage est ordinairement effectué dans les stations de conditionnement) est une technique qui permet de réduire efficacement les niveaux de contamination des fruits (de Lapeyre de Bellaire et al., 2000). Toutefois, sa réalisation au champ entraîne un surcroît de main d'œuvre important, ce qui est un obstacle à la mise en œuvre de cette pratique dans les conditions des Antilles françaises où les coûts de main d'œuvre sont justement à l'origine de différentiels de coût de production importants par rapport à la banane originaire de la zone dollar.

La portion de hampe florale sur laquelle sont réunis les pédoncules des bananes d'un même bouquet peut être l'objet de pourritures au cours de la conservation et du mûrissage des fruits. Ces pourritures, dites de couronnes sont d'une étiologie plus complexe : un grand nombre d'espèces sont fréquemment isolées et capables de provoquer des nécroses sur les couronnes. Toutefois, les parasites les plus fréquemment retrouvés et dont le pouvoir pathogène est le moins remis en cause sont, *Colletotrichum musae* et plusieurs espèces de *Fusarium* dont *F. pallidoroseum* semble la plus importante (Finlay & Brown, 1993). La contamination des couronnes s'effectue surtout dans les bacs de lavage des fruits. Par ailleurs, les facteurs favorisant la sénescence des tissus de la couronne (maturation, dessiccation)

accélèrent aussi la colonisation de ces tissus par les champignons (Muirhead & Jones, 1999).

La lutte contre les maladies de conservation de la banane est essentiellement mise en œuvre après la récolte. L'emploi de fongicides systémiques, en pulvérisation ou en trempage, dans les stations d'emballage en est le principal élément. En dehors du fait que cette lutte chimique ne répond plus aux nouvelles attentes du marché, elle se heurte aussi à des difficultés techniques. Tout d'abord c'est l'apparition de souches résistantes aux fongicides utilisés qui est limitante. Cette résistance résulte de l'emploi de fongicides systémiques ayant les mêmes modes d'action en traitement aérien contre la cercosporiose jaune, une maladie foliaire du bananier (de Lapeyre de Bellaire & Dubois, 1997). Par ailleurs, l'efficacité des traitements post-récolte est régulièrement remise en cause au cours du second semestre dans certaines zones. Ce manque d'efficacité résulte d'une plus grande sensibilité des fruits. Le niveau de sensibilité des fruits ainsi que leur potentiel de conservation est tributaire de leur âge physiologique, mesuré en sommes de températures au dessus de 14°C. En effet, les fruits sont ordinairement coupés lorsqu'ils ont atteint un grade suffisant de 34 mm en main 4. En conditions de stress, le remplissage des fruits est ralenti et ce grade est atteint à un âge physiologique plus avancé avec un potentiel de conservation plus faible.

La réduction des chocs au cours de la récolte et de l'emballage est aussi à prendre en considération pour limiter l'antracnose de blessure. Ainsi, un système de transport en suspendant les régimes sur des cables (cable-way) a été développé en Amérique latine, tandis que des remorques à étages dans lesquelles les régimes sont posés dans des berceaux matelassés (trays) ont été adaptées aux Antilles françaises. La prophylaxie au hangar est un élément particulièrement important, notamment pour éviter la contamination des couronnes dans les bacs de lavage des fruits. L'absence de déchets organiques (pièces florales, feuilles) dans les bacs de lavage, ainsi que le renouvellement continu de l'eau ou l'emploi de désinfectants sont préconisés. Enfin, le déclenchement de la crise climactérique des fruits constitue le point de départ du développement des maladies de conservation. Par conséquent, toutes les mesures qui permettent de retarder cette évolution irréversible du fruit vers un processus de maturation ont aussi pour effet de ralentir la vitesse de développement des symptômes. Après le conditionnement en cartons, les fruits doivent être réfrigérés le plus rapidement possible à la température de 13°C afin de ralentir leur activité métabolique et celle des parasites. La conservation des fruits peut aussi être améliorée en maintenant les fruits dans une atmosphère dont la teneur en CO₂ est comprise entre 5 et 7 % et la teneur en O₂ comprise entre 2 et 5% (Thompson, 1998). De telles atmosphères peuvent être obtenues avec des emballages plastiques et avoir un effet sur le développement des maladies de conservation.

Par ailleurs, la culture de la banane dessert repose sur une faible gamme variétale car tous les clones appartiennent au sous-groupe des Cavendish. Par le passé, les objectifs des programmes d'amélioration génétique des bananiers ont essentiellement concerné l'obtention de variétés résistantes aux cercosporioses des bananiers et à la maladie de Panama (Stover & Simmonds, 1987). Ainsi, le comportement des variétés obtenues vis à vis des maladies de conservation n'a pas été jusqu'ici considéré par ces différents programmes.

Ce document fait état d'un projet visant à trouver des moyens de lutte alternatifs à la lutte chimique, en intervenant à différents niveaux de la filière : parcelle de production, récolte et conditionnement, conservation des fruits, mûrisseries et distributeurs. Ce projet n'en est qu'à ses débuts et certaines actions n'ont pas encore fait l'objet de travaux avancés et sont en cours de réalisation. Dans ces cas là, c'est la démarche suivie qui sera présentée.

1. Au niveau de la parcelle de production

1.1 Réduire le niveau de contamination des fruits par les pathogènes responsables de l'antracnose et des pourritures de couronnes

Le gainage des régimes, qui entrave le ruissellement de l'eau de pluie sur les pièces florales, est une pratique culturale qui a un effet très marqué sur la contamination des fruits, pour autant que la gaine soit posée précocement. Les gaines plastiques ont été développées au début des années 70 pour accélérer la croissance des fruits et aussi prévenir des dégâts provoqués par les thrips. Les gaines qui sont commercialisées aujourd'hui sont dotées de larges perforations (trous de 5 mm de diamètre répartis sur toute la surface de la gaine) qui laissent néanmoins pénétrer suffisamment d'eau pour occasionner des niveaux de contamination conséquents suite à de fortes pluies. Dans le cadre de ce projet, nous nous proposons de mettre au point de nouvelles gaines répondant au cahier des charges suivant :

- elles ne doivent pas laisser circuler l'eau de pluie ;
- elles doivent être très perméables à la vapeur d'eau pour qu'il n'y ait pas de condensation sous la gaine ;
- elles ne doivent pas altérer les caractéristiques qualitatives des fruits (potentiel de conservation, caractéristiques mécaniques, sensibilité aux parasites)

Différents types de matériaux sont actuellement en cours d'expérimentation. Il s'agit de gaines constituées de plastiques à forte perméabilité à la vapeur d'eau ou de plastiques dotés de microperforations.

On mesure l'effet des différentes gaines, en période de forte pluviométrie, sur des bananiers ayant un stade de floraison synchrone. Le stade de développement floral auquel la gaine est posée est précoce. Trois répétitions de 10 régimes par type de gaine sont utilisées.

A la récolte on mesure l'impact du type de gaine sur les niveaux de contamination. On mesure aussi l'impact du type de gaine sur l'environnement thermique des fruits et sur les caractéristiques physiologiques des fruits à la récolte (durée de vie verte, caractéristiques de dureté et de fermeté des fruits, sensibilité à l'antracnose).

Les premiers résultats obtenus avec des gaines ayant une forte perméabilité à la vapeur d'eau (gaine 1 et gaine 2) indiquent que ce type de gaine peut permettre de diminuer sensiblement les niveaux de contamination des fruits par rapport à une gaine de référence en polyéthylène et dotée de trous d'aération (tableau 1).

| type de gaine | nombre de nécroses par fruit |
|--------------------|------------------------------|
| Gaine de référence | 6.5 |
| Gaine 1 | 3.7 |
| Gaine 2 | 3 |

Tableau 1. Effet de différents types de gaines sur le nombre de lésions par fruit

1.2 Raisonner la lutte chimique en fonction des risques phytosanitaires

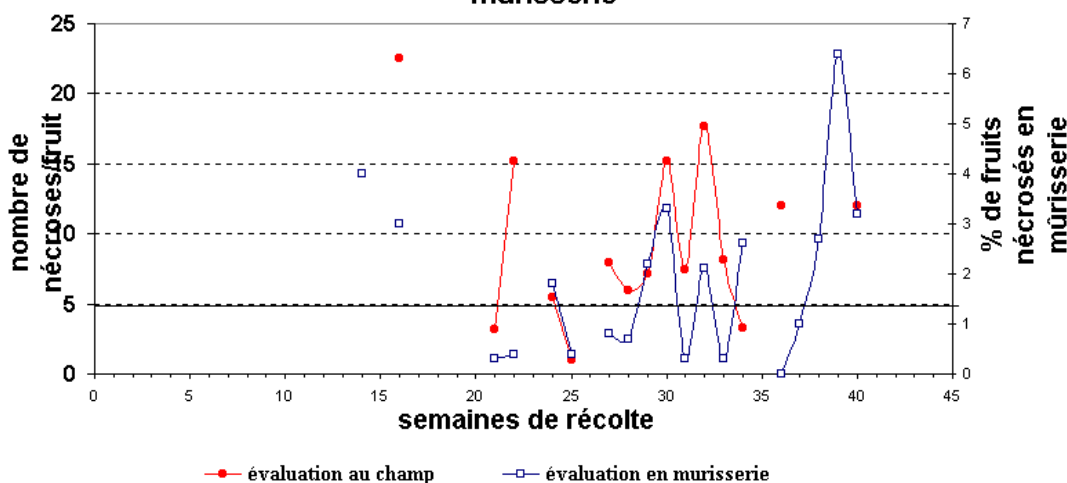
L'objectif est ici de raisonner l'emploi des fongicides en fonction des risques phytosanitaires.

Chaque semaine, sur une même parcelle on effectue un suivi des niveaux de contamination sur 20 fruits prélevés sur 20 régimes de bananes ayant un même âge de 6 semaines (la floraison est identifiée par un lien de couleur). A chaque

prélèvement, les infections quiescentes des fruits sont révélées en exposant les fruits à une dose d'éthylène de 1200 ppm pendant six jours, dans une enceinte d'incubation de 32°C humidifiée à la saturation. Au terme de cette période, on mesure le nombre de lésions d'antracnose par fruit et on calcule la moyenne des nécroses par fruit (MNEC). A la récolte qui a lieu entre 11 et 15 semaines après la floraison, les fruits de cette parcelle sont conditionnés en cartons de 18,5 kg et exportés selon les conditions habituelles (palettisation des cartons, mise en container réfrigéré à 13°C, transport par bateau de 9 jours). Trois cartons font alors l'objet d'une évaluation en entrée de mûrisserie pour quantifier les lésions d'antracnose et les pourritures de couronnes.

Il y a une relation entre le nombre de lésions observées 6 semaines après la floraison et les dégâts notés en entrée de mûrisserie (Figure 1). Il paraît ainsi envisageable d'utiliser cette observation précoce pour décider de ne pas utiliser de fongicide après la récolte lorsque les niveaux de contamination sont faibles.

Figure 1 **Evolution comparée des niveau d'infestation au champ et en mûrisserie**



2. A la récolte et au conditionnement

2.1 Prolonger la durée de vie verte des fruits

Le critère qui est le plus communément utilisé par les producteurs pour décider du stade de récolte des fruits est le grade atteint par ces derniers. Des travaux récents ont toutefois montré que le potentiel de conservation des fruits était strictement dépendant de la somme des moyennes de températures journalières en base 14, de la floraison à la récolte. L'adoption du grade comme critère de récolte conduit à récolter des fruits d'âge physiologique variable et dont le potentiel de conservation est aussi variable. Le risque le plus important, en cas de stress, est de récolter des fruits ayant un grade élevé ou normal, mais un faible potentiel de conservation, ce qui est alors propice au développement des maladies de conservation. Ainsi, pour toutes les expérimentations menées dans le cadre de ce projet, nous utilisons un système de prévision de récolte basé sur la mesure des températures en situation réelle.

2.2 Réduire les meurtrissures, les écarts de triage et assurer la traçabilité du produit

Une attention particulière doit être apportée à la manipulation des fruits pour réduire les meurtrissures qui favorisent le développement de l'antracnose de blessure. Pour cela,

un concept de hangar mobile où les fruits seront conditionnés au bord de la parcelle de production est en cours de développement. Cette façon de procéder s'oppose aux pratiques actuelles où les régimes sont transportés des parcelles de production vers la station de conditionnement. Ce conditionnement au bord du champ aura l'avantage de limiter les chocs occasionnés au cours du transport des régimes à la station d'emballage et par ailleurs facilitera l'identification parcellaire sur les unités d'emballage, condition nécessaire à la traçabilité du produit.

Un prototype est en cours de réalisation à partir d'un châssis léger en aluminium sur lequel seront rajoutés des éléments en matériaux composites légers (carbone, fibre de verre) et le conditionnement des fruits se décomposera de la manière suivante :

- réception des fruits sur une potence équipée d'un peson permettant de noter le poids des régimes. Les régimes seront découpés directement sur cette potence, en mains, puis en bouquets de 5-7 fruits.
- les bouquets seront déposés sur un tapis d'égouttage et de douchage des fruits pour éliminer le latex. Un bac de réserve en eau recyclée sera utilisé pour cette opération de douchage. Une installation performante de traitement de l'eau sera embarquée. Elle aura pour objectif le maintien de la qualité des eaux de lavage et de rinçage des fruits tout au long de la journée de travail.
- les bouquets seront ensuite emballés dans des cartons pesés puis stockés en attente de leur transfert vers un point de collecte pour la palettisation.
- des auvents de protection permettront de protéger l'unité de conditionnement en cas de pluie.

2.3 Réduire la contamination des couronnes

L'eau qui est utilisée pour le dépaillage des fruits (écoulement du latex) est une source de contamination potentielle des couronnes fraîchement découpées. Ainsi, pour mieux contrôler le développement des pourritures de couronnes en absence de traitement fongicide, il faudra mettre au point des procédés permettant de laver les fruits dans une eau biologiquement propre. Cela favoriserait par ailleurs un meilleur respect des pratiques hygiéniques du conditionnement. Le lavage et le rinçage des fruits consomme beaucoup d'eau. Son recyclage est nécessaire. L'objectif est de produire en continu une eau débarrassée de son latex, des champignons et autres agents pathogènes. Plusieurs pistes seront étudiées et associées : décantation, écumage, filtration, chloration, stérilisation aux U.V.. L'emploi de nouveaux additifs favorisant la décantation sera également testé. Ces systèmes seront d'abord testés sur une installation fixe d'une station de conditionnement, puis adaptés au hangar mobile. Des prélèvements d'eau seront réalisés en cours d'emballage pour effectuer des analyses microbiennes et évaluer ainsi la qualité des eaux recyclées.

2.4 Réduire les chocs lors du transport et améliorer la présentation du nouveau produit

Les fruits blessés lors des manipulations favorisent le développement de l'anthracnose de blessure et dégradent l'aspect commercial des bananes en rayon. Un nouveau concept de carton moins haut avec un principe de rangement qui réduit l'empilement des fruits va être étudié (4 rangées de fruits sont empilées dans les cartons classiques). Le carton aura également un couvercle pour protéger mécaniquement les fruits mais aussi pour les protéger du froid des chaînes logistiques de la Grande Distribution. Ce concept de carton sera testé avec un poids classique (18 Kg) mais aussi avec un poids réduit (10 Kg) correspondant plus au concept de vente des petits magasins. Les essais porteront sur la forme et la résistance des colis, sur les

matériaux avec mesure de l'amélioration de la qualité sanitaire et visuelle des fruits. Le colis devra tenir compte des contraintes de chaque maillon de la filière : producteur (coût, facilité de remplissage), transporteur (volume), mûrisseur (perforation pour passage de l'air) et distributeur (compatibilité aux dimensions des rayons).

3. Durant la conservation des fruits : prolonger la durée de vie verte et limiter les pourritures de couronnes

En dehors de la réfrigération des fruits à 13°C, qui est une pratique courante, une atmosphère modifiée ou contrôlée améliore la conservation des fruits et pourrait freiner le développement des pourritures de couronnes en absence de traitement fongicide, l'optimum étant 5-7% de CO₂ et 2-5% d'O₂. Un conditionnement en sac plastique fermé permet de créer une atmosphère modifiée enrichie en CO₂ et appauvrie en O₂.

Différentes poches plastiques (polybag) sont testées. L'atmosphère à l'intérieur de cartons (3 répétitions de 4 cartons) réalisés à partir de fruits emballés dans ces différentes poches est mesurée après 17 jours de conservation à 13°C.

Les résultats obtenus démontrent que le type d'emballage qui permet de s'approcher au mieux des conditions idéales est un polybag de polyéthylène épais de 40 à 50 µm (Tableau 2).

L'effet du type d'emballage sur les pourritures de couronnes sera par la suite évalué en inoculations contrôlées.

| Type de poche | Teneur en O ₂ | Teneur en CO ₂ |
|---------------|--------------------------|---------------------------|
| PE 18 µm | 11.1 | 2.1 |
| PE 20 µm | 7.4 | 3.6 |
| PE 40 µm | 2.9 | 4.4 |
| PE 50 µm | 1.6 | 6.2 |
| PE 80 µm | 1.7 | 14.1 |

Tableau 2 : Effet de différents types de poches en polyéthylène plastique sur la teneur de l'atmosphère en O₂ et CO₂ au terme de 17 jours de conservation des fruits à 13°C

4. En mûrisserie : limiter l'impact du mûrissage sur les parasites et améliorer les qualités gustatives

Des doses importantes d'éthylène sont utilisées en mûrisserie (1000 µl/l) pour déclencher la maturation des fruits. Or l'éthylène permet aussi d'activer le développement des lésions d'antracnose. Il convient de reconsidérer les pratiques de mûrissage (dose d'éthylène, temps de contact, rapidité d'injection, température de maturation), d'autant plus que la maturation peut être déclenchée par de faibles doses d'éthylène. L'optimisation du mûrissage des fruits sera réalisée dans une mûrisserie industrielle pilote dans laquelle température, O₂, CO₂, et éthylène pourront être contrôlés en continu.

1- évaluation de différents protocoles de maturation (3 répétitions, 7palettes par répétition).

- réduction des doses d'éthylène (la dose actuelle est de 1000 ppm),
- réduction du temps de contact (la durée actuelle est de 30 à 36 Heures),
- injection "choc" (dose utile injectée directement) par opposition au gazage à injection progressive actuelle.

2- évaluation des lésions d'antracnose avec des doses d'éthylène réduites et en fonction des températures de mûrissage.

3- réalisation d'analyses sensorielles.

En fin d'essai, l'effet des nouvelles pratiques de mûrissage sur la qualité gustative des fruits sera évalué. Des analyses sensorielles en comparant au minimum 2 lots (témoin avec la technique actuelle et les fruits issus du nouveau protocole de mûrissage) seront réalisées : 3 à 4 répétitions avec un jury composé de 60 dégustateurs.

5. En magasin : évaluer l'impact du produit

Des contrôles en rayon de l'évolution qualitative des fruits seront réalisés avec l'aide de distributeurs qui ont sélectionné des rayons pilotes. L'approche choisie est de proposer ce nouveau concept auprès des enseignes de distribution qui développent déjà des segments de marché pour fruits et légumes produits avec une utilisation raisonnée de pesticides (type Terre et Saveur/Casino, Filière Qualité Carrefour/Carrefour, Filière Auchan, ...) On testera ce nouveau concept marketing et commercial et on recueillera les remarques et avis des distributeurs et des consommateurs.

L'étude portera sur 2 points sous la responsabilité de la Responsable Marketing de Pomona :

1 - Analyser avec le ou les chefs de rayon des magasins pilotes la présentation et la tenue des fruits en mettant en place un tableau de bord permettant de mesurer l'évolution des volumes de ventes (indicateurs de la présentation) et l'évolution du taux de casse (indicateur de la tenue).

2 - Analyser les résultats commerciaux et marketing de ce nouveau concept:

Commercial : suivi et analyse de l'évolution des ventes du produit "Sans Traitement Chimique Après Récolte" et impact du concept sur les ventes par rapport aux produits classiques traités.

Marketing : analyse des appréciations des clients distributeurs et des consommateurs par enquête sur la qualité du produit, sur la communication "Sans Traitement Chimique Après Récolte" et sur le lien entre ce nouveau concept et l'origine Antilles.

6. Finalisation du cahier des charges entre les partenaires

A l'issue de ce projet, une synthèse des différents travaux effectués aux différents niveaux de la filière permettra de rédiger un cahier des charges pour une "banane sans traitement chimique après récolte" aux Antilles Françaises.

Références

de **Lapeyre de Bellaire L., Chillet M., Dubois C. and Mourichon X.** (2000). Importance of different sources of inoculum and dispersal methods of conidia of *Colletotrichum musae*, the causal agent of banana anthracnose, for fruit contamination. *Plant Pathol.*, **49**, 782-790.

de **Lapeyre de Bellaire L. and Dubois C.** (1997). Distribution of thiabendazole-resistant *Colletotrichum* isolates from Guadeloupe banana plantations. *Plant Dis.*, **81**, 1378-1383.

Finlay A.R. and Brown A.E. (1993). The relative importance of *Colletotrichum musae* as a crown-rot pathogen on Windward Island bananas. *Plant Pathol.*, **42**, 67-74.

Muirhead I.F. and Deverall B.J. (1981). Role of appressoria in latent infection of banana fruits by *Colletotrichum musae*. *Physiol. Plant Pathol.*, **19**, 77-84.

Muirhead I.F. and Jones D.R. (1999). Fungal diseases of banana fruit. Postharvest diseases. In : *Diseases of banana, abaca and enset*, Jones D.R. (ed.) Wallingford, CABI, 190-206.

Stover R.H. and Simmonds N.W. (1987). Bananas. Essex. Third edition, 468p.

Thompson A.K. (1998). Controlled atmosphere storage of fruits and vegetables. Wallingford. 278p.