

Maladies des *Musa* - Fiche technique n° 5

LA FUSARIOSE DU BANANIER

N. Y. Moore, S. Bentley, K.G. Pegg et D.R. Jones (juin 1995)

La fusariose ou maladie de Panama est considérée comme l'une des affections les plus destructrices observées de tout temps chez le bananier. Elle a pour agent causal un champignon vivant dans le sol, *Fusarium oxysporum* Schlecht f. sp. *cubense* (E.F. Smith) Snyder & Hans (Foc). Signalée pour la première fois en Australie en 1874, la fusariose se manifeste aujourd'hui dans toutes les régions bananières du monde, excepté la Papouasie-Nouvelle-Guinée, les îles du Pacifique Sud et quelques-uns des pays bordant la Méditerranée.

La fusariose constitue un sérieux problème dans pour un grand nombre de cultivars de bananier que les petits paysans plantent pour la consommation locale : Latundan (Philippines), Maçã (Brésil), Pisang Rastali (Malaisie) et Rasthali (Inde), du sous-groupe AAB 'Silk' ; Lady Finger (Australie), Prata (Brésil) et Virupakshi (Inde), du sous-groupe AAB 'Pome' ; ainsi que Chuoi Tay (Vietnam), Kayinja (Afrique de l'Est) et Kluai Namwa (Thaïlande), du sous-groupe ABB 'Pisang Awak'. D'autres cultivars localement importants, tels ceux du sous-groupe des bananiers d'altitude d'Afrique de l'Est (AAA 'Mutika/Lujugira') et du sous-groupe Pisang Mas (AA 'Sucrier'), se révèlent également sensibles dans certains environnements. S'il devait advenir que la maladie se répande dans le Pacifique Sud, les cultivars populaires du sous-groupe des bananiers à cuire du Pacifique (AAB 'Maia Maoli/Popoulou') seraient également vulnérables, car

fait preuve de sensibilité dans des essais au champ. En outre, les clones largement cultivés des sous-groupes ABB 'Bluggoe' et AAA 'Gros Michel' sont également sensibles.

Gros Michel a été, au départ, à la base du commerce d'exportation de bananes de la région d'Amérique latine et des Caraïbes, et c'est le déclin progressif des plantations de ce cultivar sous les effets de la fusariose, dans les années 40 à 50, qui a entraîné l'adoption de cultivars du sous-groupe AAA 'Cavendish', lesquels sont ainsi devenus les principaux types de bananes d'exportation. Les cultivars Cavendish conservent jusqu'à ce jour la première place dans la production mondiale pour l'exportation. Ces types sont également très appréciés pour la consommation locale dans des pays tels que l'Australie, la Chine, le Vietnam, l'Inde, le Pakistan, l'Égypte et l'Afrique du Sud. Malheureusement, dans des pays subtropicaux tels que Taiwan, l'Espagne (îles Canaries), l'Australie et l'Afrique du Sud, les plantations de cultivars Cavendish sont de plus en plus en proie aux attaques de la fusariose. On pense que les plants y sont prédisposés à une infection systémique par certaines souches de Foc en raison du stress que leur fait subir le froid pendant l'hiver. Cependant, des pertes récentes de Cavendish dans des plantations d'exportation en Malaisie, à Sumatra et à Java montrent que d'autres souches sont capables d'infecter de

manière systémique des cultivars tels que Valery, Grande Naine et Williams en milieu tropical. Bien qu'aucune infection massive

*Plantation de bananiers
Lady Finger (AAB 'Pome') en Australie
complètement détruite par la fusariose.*



inibap



Section d'un pseudo-tronc montrant la décoloration du tissu vasculaire provoquée par Foc.



Pisang Awak (ABB) présentant les symptômes foliaires de la fusariose.

n'ait été signalée à ce jour sur les Cavendish cultivés dans la région d'Amérique latine et des Caraïbes, le commerce mondial des bananes se trouve de nouveau menacé par la fusariose.

Le symptôme extérieur classique de la fusariose du bananier est constitué initialement par le jaunissement des marges des feuilles les plus anciennes (que l'on peut confondre au départ avec un symptôme de carence en potassium, surtout lorsque le climat est sec ou froid). Le jaunissement s'étend des feuilles les plus anciennes aux plus jeunes. Progressivement, les feuilles s'affaissent au pétiole ou, plus généralement, vers la base de la nervure centrale et pendent, formant une 'jupe' de feuillage mort autour du pseudo-tronc. Chez certains cultivars, les feuilles des plants affectés demeurent essentiellement vertes jusqu'au moment où elles s'affaissent sous l'effet de la courbure des pétioles. Les feuilles les plus jeunes, qui sont les dernières à exhiber des symptômes, sont souvent anormalement érigées, donnant au plant un aspect 'en épi'. La croissance du plant infecté ne s'arrête pas, et les feuilles qui émergent sont généralement d'apparence plus pâle que celles d'un plant sain. Le limbe des feuilles qui naissent alors peut être de dimension sensiblement réduite et exhiber des plissements et des distorsions. Des fentes longitudinales peuvent également apparaître sur le pseudo-tronc. Un plant de bananier sensible infecté par *Foc* se rétablit rarement. Toutefois, la croissance de la touffe peut se poursuivre faiblement pendant un certain temps et s'accompagner de la production d'un bon nombre de rejets infectés, jusqu'au moment où la touffe finit par mourir. On n'observe aucun symptôme de maladie sur les fruits.

L'infection se produit lorsque l'agent pathogène pénètre dans les racines du bananier. Le champignon envahit alors les vaisseaux du xylème et, s'il n'est pas bloqué par les occlusions vasculaires qui sont la réponse de l'hôte à l'infection, il poursuit sa progression dans le bulbe. Les symptômes internes sont une décoloration vasculaire qui se

manifeste tout d'abord par un jaunissement des tissus vasculaires dans les racines et le bulbe et qui se poursuit par une décoloration jaune, rouge ou brune continue dans les faisceaux vasculaires du pseudo-tronc et parfois de la hampe du régime.

À la mort du plant, le champignon se propage du xylème aux tissus environnants, formant un grand nombre de chlamydospores qui retournent au sol lors de la pourriture du plant. *Foc* peut également coloniser les racines d'hôtes vicariants et y persister, comme c'est le cas des proches parents du bananier et de plusieurs espèces d'adventices et de graminées, qui n'exhibent toutefois aucun symptôme en champ. Le champignon peut survivre jusqu'à 30 ans dans le sol, sous forme de chlamydospores dans les débris de plants infectés ou dans les racines d'hôtes vicariants. La diffusion de l'agent pathogène à l'échelon local, national et international se fait le plus communément par des rhizomes ou rejets infectés et par le sol qui y adhère. Le matériel de plantation infecté ne manifeste pas forcément de symptômes. *Foc* peut également se diffuser par le sol adhérent aux outils ou aux véhicules. À partir d'un point isolé d'introduction dans une plantation jusqu'alors indemne de maladie, *Foc* se répand lentement d'un plant à un autre. En revanche, lorsque des spores sont transportées par de l'eau ruisselant en surface ou contaminent un réservoir d'irrigation, l'affection peut se diffuser très rapidement et décimer une plantation en quelques mois si les conditions lui sont favorables.

Plusieurs facteurs influent sur le développement de la maladie. Le cultivar de bananier revêt une importance primordiale, et d'autres éléments tels que le drainage, les conditions environnementales et le type de sol exercent également une influence. Des sols suppressifs, dans lesquels les populations microbiennes éliminent la population de l'agent pathogène, ont été pour la première fois décrits en Amérique



Les isolats de *Foc* présents en Australie, Indonésie, Malaisie, Philippines, Taiwan, Afrique du Sud et Iles Canaries peuvent attaquer les clones de bananiers Cavendish (AAA).

centrale dans les années 30. Des sols de ce type ont été également signalés aux îles Canaries, en Australie et en Afrique du Sud.

Des recherches sont en cours pour déterminer la variation pathogénique et génétique chez *Foc* ainsi que la distribution géographique des variants. Si on veut pouvoir faire usage de cultivars résistants pour combattre cette maladie, il importe tout d'abord d'évaluer aux niveaux local, national et international la diversité pathogénique et génétique au sein des populations de *Foc* et entre ces populations. Les techniques génétiques classiques ne peuvent être utilisées pour étudier la diversité génétique de cet agent pathogène, car on ne lui connaît aucun stade sexuel. Plusieurs techniques analytiques ont été appliquées pour différencier des isolats de *Foc* : analyse de la compatibilité végétative, de la production volatile, des enzymes pectiques et de l'ADN.

Quatre races de *Foc* sont actuellement connues. Le terme de 'race' est utilisé de façon relativement informelle pour ce pathosystème, puisque les bases génétiques de la sensibilité et de la résistance n'ont pas encore été caractérisées. Les races actuellement identifiées de *Foc* correspondent à des souches de l'agent pathogène dont il a été observé qu'elles sont pathogènes en champ vis-à-vis de cultivars hôtes particuliers. La race 1 est pathogène pour les cultivars des sous-groupes AAB 'Silk' et 'Pome' et pour AAA 'Gros Michel'. La race 2 est pathogène pour ABB 'Bluggoe' et pour d'autres bananes à cuire étroitement apparentées. La race 3 a été observée au Honduras, au Costa Rica et en Australie, sur des espèces d'*Heliconia*, et n'a guère d'effet sur le bananier. La race 4 s'attaque au sous-groupe AAA 'Cavendish' et à tous les cultivars attaqués par les races 1 et 2. La série actuelle d'hôtes différentiels ne permet pas d'évaluer adéquatement la virulence des populations des races identifiées à ce jour. En raison des interactions entre plante et environnement, il n'est pas toujours possible de caractériser les



Silk (AAB), un cultivar très prisé dans nombre de pays asiatiques, est extrêmement sensible à la fusariose.

populations de *Foc* à l'aide des tests de pathogénicité.

La technique de la compatibilité végétative repose sur des mécanismes asexuels qui se produisent naturellement chez *Foc* et qui peuvent être utilisés en laboratoire pour identifier des groupes génétiquement distincts appelés groupes de compatibilité végétative (GCV). Les souches de *Foc* appartenant à un même GCV sont génétiquement identiques ou très similaires par d'autres caractéristiques, et elles sont donc plus apparentées que des souches végétativement incompatibles. L'analyse de la compatibilité végétative peut servir à évaluer la diversité des souches de *Foc* au sein d'une région donnée, et il s'agit d'une technique beaucoup plus rapide et plus fiable que les tests de pathogénicité. Des études ont mis en évidence une forte corrélation entre les GCV et la pathogénicité en Australie mais, étant donné qu'avec *Foc* plusieurs races peuvent être présentes dans un même GCV et qu'il peut y avoir plus d'un GCV dans chaque race, il est bien souvent difficile d'utiliser les GCV pour différencier les pathotypes. Actuellement, 21 GCV ont été identifiés pour *Foc* et un schéma de la distribution de ces GCV dans le monde est en voie d'être établi. Des études récentes montrent que 15 des 21 GCV identifiés correspondent à des populations d'Asie, où *Musa* est indigène.

Étant donné que la biologie des populations de cet agent pathogène ne fait intervenir que la reproduction asexuée, la mesure de la diversité génétique à partir de la diversité génotypique est possible. On peut évaluer celle-ci à l'aide de méthodes telles que la PCR amorcée arbitrairement (techniques RAPD et DAF) qui permet d'obtenir des empreintes d'ADN. À l'aide des empreintes d'ADN, il est possible de déterminer les relations génétiques entre différents GCV ainsi qu'entre des isolats d'un même GCV. La caractérisation moléculaire et génétique qui a été effectuée à ce jour permet de classer les isolats de *Foc* dans deux groupes distincts, ce qui laisse à penser que cet agent

Sectionner des fragments de tissus dans la partie inférieure du pseudo-tronc quand de nombreux faisceaux décolorés apparaissent. Disséquer les faisceaux vasculaires décolorés pour les individualiser, les placer entre deux couches de papier buvard stérile et les faire sécher à l'air.



Après séchage, placer le papier buvard avec les faisceaux vasculaires dans une enveloppe en papier et fermer celle-ci hermétiquement en y portant les indications ci-après :

- numéro de l'échantillon
- nom du cultivar (y compris noms locaux)
- localité
- nom du collecteur
- date

En plus des faisceaux vasculaires, on peut joindre de petits cubes (2-3 cm²) de tissus de bulbe décolorés que l'on placera, après les avoir fait sécher, dans une enveloppe séparée. Ce matériel servira de source supplémentaire de tissus vasculaires infectés au cas où l'isolement à partir des faisceaux vasculaires ne donnerait pas de résultats.

pathogène a une origine biphylétique. Les études suggèrent que *Foc* et *Musa* ont évolué conjointement en Asie pour donner naissance à des souches génétiquement diverses de l'agent pathogène. Cependant, des études additionnelles devront être entreprises pour confirmer cette hypothèse d'une évolution conjointe.

La lutte chimique, l'inondation après rotation culturale et l'utilisation d'amendements organiques ne donnent pas de résultats probants contre la fusariose. Il est généralement admis aujourd'hui que le seul moyen de lutte efficace est la résistance de l'hôte. Il existe des sources naturelles de résistance chez des espèces et cultivars sauvages, ainsi que chez des diploïdes synthétiques issus de programmes d'amélioration variétale. Les principaux programmes d'amélioration conventionnelle des bananiers, au nombre de quatre, sont basés au Honduras (FHIA), au Brésil (EMBRAPA-CNPMP), au Nigeria (IITA) et en Guadeloupe (CIRAD-FLHOR). Ces programmes axent leur travail sur l'utilisation de la résistance de Pisang Jari Buaya, Pisang Lilin et *Musa acuminata* ssp. *burmannicoides* (Calcutta 4). Bien qu'il n'ait pas encore été possible, en raison de problèmes de fertilité, de créer une variété susceptible de remplacer les Cavendish, des hybrides peuvent être obtenus pour remplacer les bananes dessert AAB et les bananes à cuire ABB. FHIA-01 (Goldfinger), banane dessert du programme d'amélioration de la FHIA à flaveur de 'pomme' acide, a fait preuve de résistance aux populations de *Foc* de races 1 et 4 en Australie. On utilise également des biotechnologies, des mutations et des variations somaclonales pour produire des génotypes résistants. Les hybrides des programmes d'amélioration variétale doivent être testés en champ dans des sites sélectionnés en divers points du monde dans le cadre du Programme international d'évaluation des *Musa* (IMTP) organisé par l'INIBAP avec des fonds du PNUD.

Les mesures de quarantaine et d'exclusion offrent une efficacité pour lutter contre la maladie en restreignant les mouvements de bulbes, de rejets et de sol susceptibles de transporter *Foc* des zones infectées vers des zones saines. Il convient d'encourager l'utilisation de vitro-plants qui, s'ils sont gérés correctement, doivent être indemnes de

Foc. Il est impératif que les populations de *Foc* s'attaquant aux Cavendish, qui ont été récemment identifiées en Asie du Sud-Est, ne se diffusent pas dans d'autres zones géographiques, et en particulier en Amérique latine.

Il s'avère nécessaire de mettre au point une méthode permettant d'identifier rapidement et fiablement les réponses de l'hôte et de l'agent pathogène dans une enceinte de croissance ou une serre. Il serait alors possible de déterminer la variabilité pathogénique d'isolats caractérisés génétiquement. Des études épidémiologiques sont également indispensables pour rassembler des informations sur les interactions qui interviennent en champ, dans différents sites géographiques, entre différents génotypes de l'hôte et génotypes de l'agent pathogène. Il serait utile de disposer d'un système de détection reposant sur la PCR pour identifier les pathotypes de *Foc* afin de pouvoir cribler le matériel de plantation et identifier les isolats dans les sols infectés et chez les plants malades.

La poursuite de l'analyse des populations de *Foc*, et plus particulièrement de celles originaires d'Asie où l'on peut s'attendre à un maximum de variabilité de l'hôte et de l'agent pathogène, permettra d'approfondir notre compréhension de la diversité génétique de *Foc*. **Votre aide est sollicitée.** L'INIBAP vous demande de collecter des spécimens de tissus vasculaires de plants malades selon la procédure indiquée sur le schéma ci-dessus. Ces spécimens devront être envoyés par poste aérienne à Natalie Moore (Plant Protection Unit, Department of Primary Industries, 80 Meiers Road, Indooroopilly QLD 4068, Australie) pour analyse. Les collaborateurs seront informés des résultats, ce qui aidera les programmes nationaux de protection des plantes à identifier les problèmes existants et potentiels.

Le Department of Primary Industries (N. Moore et K. Pegg) et le Cooperative Research Centre for Tropical Plant Pathology (S. Bentley) sont deux des principaux partenaires de l'INIBAP au Queensland, en Australie. L'INIBAP appuie les recherches menées au Queensland en vue de l'analyse génétique des isolats asiatiques de *Foc* en association avec l'ACIAR.

inibap