

# Eradication de la maladie des raies noires de régions productrices de bananes en Australie

R. Peterson, K. Grice et R. Goebel

**E**n Australie, les bananiers sont cultivés principalement dans le nord du Queensland, le long de la côte tropicale humide, autour des villes de Tully et Innisfail (Anon. 2002). Cette région est relativement humide (3000 à 5000 mm de pluie par an) et lors de la saison humide (novembre à mai), les conditions sont très favorables aux maladies foliaires et tout particulièrement à la maladie de Sigatoka, causée par *Mycosphaerella musicola* Leach. Le restant de l'année est soit frais soit généralement sec.

La maladie des raies noires (MRN), causée par *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, est la principale maladie affectant les bananiers dans le monde. Elle est endémique en Papouasie Nouvelle Guinée et dans les îles du détroit de Torres. Elle a été détectée pour la première fois sur le continent australien, en 1981, dans la région sèche du Cap York qui frange le détroit de Torres (Jones et Alcorn 1982). Entre 1981 et 2000, elle a été enregistrée dans six autres sites de la région du Cap York. Ces infestations résultent probablement d'une ou de deux introductions de plants infectés provenant de la région du détroit de Torres. La MRN a été éradiquée à chaque site par la destruction de toutes les feuilles et par la réintroduction de cultivars résistants.

En avril 2001, la MRN a été détectée dans la région de Tully, dans le nord du Queensland et, après un état des lieux de l'infestation, un programme d'éradication a été mis en place.

## Matériels et méthodes

### Enquêtes visant à délimiter la maladie

L'étendue de l'infestation a été déterminée à l'aide d'enquêtes menées dans toutes les régions bananières du nord du Queensland, incluant les zones résidentielles. Des échantillons de feuilles malades ont été transmis au *Department of Primary Industries and Fisheries laboratory* à Mareeba. L'identification d'échantillons douteux a été confirmée par le test de la réaction en chaîne par polymérase (PCR) (Henderson *et al.* 2002).

Après avoir délimité l'infestation, la Région Productrice de Bananes de Tully (RPBT) a été décrétée zone de quarantaine. La RPBT couvre 4400 km<sup>2</sup> et comprend les 4500 ha de bananiers aux alentours des communes de Tully et de Mission Beach. L'objectif était

que chaque bananier de la RPBT présente un niveau de « maladie indétectable ». Des pénalités étaient prévues pour les propriétaires qui ne se conformaient pas aux règles. Les tissus de feuilles présentant des symptômes de la maladie devaient être prélevés et placés à même le sol afin de se décomposer.

### Programme d'éradication

Le but du programme d'éradication (Peterson 2002) était d'éliminer tout inoculum de MRN dans la région et d'appliquer un programme intense de traitements par arrosage, afin d'empêcher le développement de nouveaux foyers d'infection. Etant donné que l'incidence de la MRN était relativement faible par rapport à celle de la maladie de Sigatoka, le fait de réduire l'inoculum de cette dernière à des niveaux extrêmement faibles, devait assurer par la même occasion l'éradication de tout inoculum de la MRN.

Toutes les parcelles figurant sur les cadastres de la RPBT ont été inspectées dans le but de détruire l'inoculum de tous les bananiers non commerciaux. Les propriétaires, qui voulaient garder leurs bananiers, étaient tenus de les maintenir à un niveau de « maladie indétectable » en les effeuillant, avec ou sans traitement. Les propriétaires qui ne respectaient pas ces consignes, risquaient de voir leurs plantes détruites, cette démarche étant à leur charge. Tous les bananiers indésirables, y compris ceux sans propriétaires (bananiers sauvages), ont été échantillonnés et détruits.

Des fongicides ont été appliqués toutes les semaines entre août 2001 et février 2002. Ceux-ci comprenaient le fongicide protecteur mancozeb et les fongicides systémiques propiconazole, difenoconazole, tebuconazole et trifloxystrobin. De l'huile minérale, à une dose de 4 à 5 L/ha, a été ajoutée à tous les fongicides pulvérisés. De février 2002 à mars 2003, un programme moins intense d'arrosage a été mis en place et consistait en une pulvérisation de mancozeb et d'huile toutes les deux semaines, à l'exception d'avril et de mai 2002, où le propiconazole a été appliqué. Les producteurs biologiques ont utilisé des fongicides à base de cuivre et d'huile végétale, en alternance avec de l'huile minérale seule, à 5 L/ha, de décembre 2001 à mars 2002.

Du personnel formé a inspecté toutes les plantations commerciales toutes les quatre à six semaines, de septembre 2001 à mai 2002 ; toutes les plantes ont été examinées à la recherche des signes de la maladie. Après les deux premières séries d'inspection, tout agriculteur ayant la maladie sur ses terres a été considéré comme ne respectant pas les consignes et des pénalités (aucun transport de fruits) lui ont été imposées, jusqu'à ce que le niveau de « maladie indétectable » soit atteint. Tous les tissus malades détectés ont été échantillonnés et l'agent causal identifié.

### Programme de vérification

La réussite du programme d'éradication a été évaluée en contrôlant la réapparition de la maladie de Sigatoka et de la MRN pendant 12 mois, de mai 2002 à mai 2003, dans des plantations soumises à un programme moins intense d'arrosage, sur des bananiers non commerciaux et sur des plants de surveillance (pièges) (Peterson 2003). Les données météorologiques ont été enregistrées et le programme d'éradication des bananiers sauvages audité.

La législation a été modifiée et le niveau de maladie permis dans la RPBT est passé du niveau de « maladie indétectable » à un maximum de 5% de tissu malade sur n'importe quelle feuille. Le programme de vérification (Anon. 2003) consistait en des périodes de surveillance de six fois deux mois. A chaque période, la totalité des plantations étaient inspectée et tous les bananiers non commerciaux présents sur des propriétés résidentielles étaient inspectés deux fois par mois. Des bananiers de surveillance (des lots de 5 à 10 bananiers 'Williams' non traités) ont été mises en place sur 138 sites sur des sections de 1 à 10 km, autour de tous les sites où la MRN avait été détectée. Les bananiers de surveillance ont été plantés à plus de 25 m des bananiers commerciaux afin de ne pas être exposés aux fongicides, et à plus de 10 m de la canne à sucre, afin

de ne pas être exposés aux herbicides. Les plants de surveillance n'ont pas été placés dans des zones de pâturage ou impropres à la culture des bananiers, tels que les marécages, les forêts humides et les parcs publics. Tous les plants de surveillance ont été méticuleusement contrôlés une fois par mois et tous tissus malades ont été échantillonnés.

Les valeurs de température et de précipitation ont été enregistrées dans trois sites à travers la RPBT. Une période caractérisée par au moins trois jours pluvieux consécutifs (> 1 mm de pluie), avec des températures minimales supérieures à 18°C, a été considérée comme étant une période d'infection. Pendant la phase de vérification du programme, le nombre de périodes d'infection et le nombre cumulé de jours pluvieux durant les périodes d'infection, ont été comparés à la moyenne des dix années précédentes.

Au début du programme d'éradication, tous les sites où des bananiers avaient été détruits lors du programme d'éradication des plants sauvages ont été de nouveau contrôlés, afin de s'assurer de la réussite de l'éradication. Le programme d'éradication des plants sauvages a été audité vers la fin du programme de vérification, avec plus de 10% des parcelles à haut risque revisitées, notamment autour des sites où la MRN a été détectée, pour s'assurer qu'aucun bananier n'échappe au programme d'éradication.

### Résultats

Sur un total de 2657 feuilles de bananiers échantillonnées pendant l'inventaire de délimitation de la maladie dans la RPBT, 20 échantillons ont révélé la MRN (tableau 1). Dans les régions voisines d'Innisfail ou Kennedy, également productrices de bananes, la maladie n'a pas été détectée. La MRN a été détectée sur cinq échantillons supplémentaires collectés entre août et novembre 2001. Le dernier échantillon positif pour la MRN a été prélevé dans une

**Tableau 1. Echantillons de feuilles de bananiers ayant testé positif (+) pour les maladies foliaires causées par *Mycosphaerella* spp. entre avril 2001 et avril 2002.**

Zone	Nombre d'échantillons	Echantillons + pour la maladie des raies noires	Echantillons + pour la maladie de Sigatoka
<b>Inventaire de délimitation de la maladie (avril à août 2001)</b>			
Tully	2657	20*	2271
Innisfail	1564	0	1310
Kennedy	244	0	228
Autres zones	13	0	12
<b>Programme d'éradication (septembre 2001 à avril 2002)</b>			
Tully	1787	5*	740
Innisfail	2483	0	2124
Kennedy	135	0	104
Autres zones	57	0	36

\* Dernier enrégistrement de la MRN sur une plantation en août 2001 et sur des bananiers non commerciaux en novembre 2001.

plantation commerciale le 13 août 2001 et sur un bananier non commercial le 25 novembre 2001. La MRN a été détectée sur 13 propriétés commerciales et sur 12 parcelles de bananiers non commerciaux, suggérant une introduction récente. La MRN n'a pas été détectée dans des échantillons collectés entre avril 2001 et avril 2002 dans d'autres régions productrices de bananes du nord du Queensland.

### Programme d'éradication

L'opération d'éradication de l'inoculum a débuté en septembre 2001 et a permis de réduire de façon substantielle les niveaux d'inoculum de toutes les plantations. Au cours de la première période (septembre à octobre 2001), seules 11% des propriétés avaient un niveau de « maladie indétectable », alors qu'à la cinquième période (février à avril 2002), 70% des propriétés atteignaient ce niveau. Sur 26% des propriétés, le niveau était extrêmement faible et tous les tissus malades ont été éliminés. Sur les 4% de propriétés restantes, le niveau de « maladie indétectable » a été atteint moins de sept jours après l'inspection (tableau 2). Les niveaux de « maladie indétectable » et « extrêmement faible », lorsque tous les échantillons malades se sont révélés négatifs à la MRN au laboratoire, prouvent que la MRN n'était pas présente dans ces plantations. Tous les échantillons prélevés dans les 4% des propriétés restantes, étaient également négatifs pour la MRN.

Un faible nombre d'ascospores de *M. musicola* a été observé dans 27% des échantillons de feuilles provenant du sol de 48 plantations, entre septembre et novembre 2001. Une évaluation ultérieure du nombre d'ascospores n'a pas été possible, car le nombre de feuilles intactes trouvées présentant des lésions distinctes, était insuffisant.

Entre août 2001 et février 2002, les bananiers commerciaux ont été arrosés une fois par semaine (27 fois en tout) avec des fongicides systémiques commerciaux en rotation avec un fongicide protecteur. Les types de fongicides systémiques ont également été alternés sur la base de leurs modes d'action et pour des questions de résistances croisées connues. Le programme d'arrosage, et tout particulièrement l'application de trifloxystrobin (Tega 1.2 L avec de l'huile à 4-5 L/ha) pendant la saison chaude et sèche (octobre à décembre 2001), a provoqué d'énormes dégâts aux régimes à découvert.

En tout, 7629 parcelles ont été contrôlées et toutes les plantes non commerciales ont été échantillonnées pour la maladie. Un total de 23 857 plantes mères et 19 980 rejets provenant de plantes indésirables, ont été détruits.

### Programme de vérification

Dans toute la région de la RPBT, l'incidence de la maladie de Sigatoka a augmenté tout au long des 12 mois du programme de vérification. La maladie de Sigatoka a été

Tableau 2. Niveaux des maladies foliaires causées par *Mycosphaerella* spp. dans les plantations de la région productrice de bananes de Tully, à la fin de chacune des cinq périodes d'inspection réalisée pendant le programme d'éradication.

	Maladie indétectable		Niveau de maladie extrêmement faible*		Maladie présente	
	Proportion des propriétés**	Proportion de la zone	Proportion des propriétés	Proportion de la zone	Proportion des propriétés	Proportion de la zone
1. sept-oct 2001	11%	4%	--	89%	96%	
2. oct-nov 2001	51%	27%	--	49%	63%	
3. nov-déc 2001	32%	20%	51%	56%	16%	24%
4. jan-fév 2002	58%	46%	36%	44%	7%	9%
5. fév-avril 2002	70%	66%	26%	30%	4%	4%

\* le niveau de la maladie était si faible que tous les tissus malades ont été éliminés pendant l'échantillonnage (15-20 feuilles/ parcelle).

\*\* 157-162 propriétés et 4400-4520 ha

Tableau 3. Niveaux des maladies foliaires causées par *Mycosphaerella* spp. au cours de chacune des six périodes d'inspection effectuées pendant le programme de vérification.

	Maladie présente		Nombre d'échantillons**	Proportion d'échantillons	
	Proportion propriétés*	Proportion de la zone*		+ pour la maladie de Sigatoka	+ pour la maladie des raies noires
1. May-July 02	42%	63%	174	43%	0
2. Aug-Sept 02	55%	69%	166	55%	0
3. Oct-Nov 02	35%	45%	172	32%	0
4. Dec 02- Jan 03	40%	62%	755	17%	0
5. Feb-Mar 03	45%	63%	783	20%	0
6. April-May 03	53%	72%	786	28%	0

\* 157-161 propriétés et 4480-4713 ha

\*\* Dans les périodes 1 à 3, seules les feuilles présentant des marques, ainsi qu'un échantillon non malade provenant de parcelles sans maladie, ou à un niveau indétectable, ont été échantillonnées. Dans les périodes 4 à 6, un échéancier d'échantillonnage préétabli, basé sur la taille des propriétés, a été utilisé.

détectée dans 53% des propriétés et sur 72% de la zone en avril et mai 2003 (tableau 3), comparativement à seulement 30% des propriétés (4% avec la maladie et 26% avec des niveaux extrêmement faibles) en mars et avril 2002 (tableau 2). La MRN n'a pas été détectée dans les 2836 échantillons prélevés dans des plantations commerciales, alors que la maladie de Sigatoka a été détectée dans 28% des échantillons et dans 51% des sites avec des plants de surveillance.

Un total de 302 échantillons a été collecté dans des sites où les bananiers indésirables avaient auparavant été détruits. La MRN n'y a pas été détectée et la maladie de Sigatoka a été identifiée sur moins de 10% des échantillons. L'audit du programme d'éradication, pendant lequel 11,4% des parcelles (soit 869) avaient été revisitées, n'a pas révélé de bananiers qui seraient passés inaperçus.

Les données météorologiques dans les trois sites ont montré qu'il y avait eu une à trois périodes d'infection tous les mois entre novembre 2002 et mai 2003, ce qui représente 86% à 106% de la moyenne décennale. Le nombre cumulé de jours pluvieux des périodes d'infection, représente 77 à 87% de la moyenne décennale. Six cycles de maladie auraient eu lieu de mars 2002 (fin du programme intense d'éradication) à juin 2003.

Un modèle statistique, développé pour simuler la multiplication et la propagation de la MRN, a été utilisé pour tester la probabilité que la maladie survive sans être détectée.

## Discussion

*M. fijiensis* est plus vigoureux que *M. musicola*, produisant quatre fois plus d'ascospores dans un même laps de temps (Stover 1980). De ce fait, l'augmentation de la maladie de Sigatoka dans les plantations et les plants de surveillance, et l'absence de MRN pendant la période de vérification, indiquent clairement que la MRN n'est plus présente dans la zone et que le programme d'éradication a réussi. De plus, la MRN n'a pas été détectée dans la RPBT pendant la période de surveillance moins intense de 17 mois à partir de mai 2003. En novembre 2004, 39 mois s'était écoulés depuis la dernière observation de la MRN dans une plantation commerciale et 36 mois depuis sa présence sur un bananier non commercial.

Le programme d'éradication a réussi en partie parce que la détection de la maladie a été précoce, lorsque sa distribution était

encore réduite. De plus, la concordance de l'arrivée de la saison sèche et de la biologie du champignon a également contribué au succès du programme. Sur la plante, les ascospores peuvent survivre environ 20 semaines dans le tissu foliaire, alors qu'une fois à terre, ils ne survivent que 6 à 8 semaines dans le tissu foliaire d'après Peterson *et al.* (2000), ou aussi peu que trois semaines d'après Gauhl (1994). Les champignons n'ont pas d'autres hôtes (Calpouzos 1955, Meredith 1970) ni de structures qui leur permettraient de survivre plus longtemps.

Sur la base des résultats du programme de contrôle, le modèle statistique suggère, avec un très haut degré de confiance, que la MRN n'est plus présente dans le district de Tully.

## Références

- Anon. 2002. North Queensland Banana Production Statistics 2001. Department of Primary Industries, Bananatopics 32:20.
- Anon. 2003. Agreed protocol to demonstrate, Black Sigatoka Area Freedom for the Tully Banana Production Area. Technical Working Group to the black Sigatoka "Area freedom" Program, 23pp.
- Calpouzos L. 1955. Studies on the Sigatoka disease of banana and its fungus pathogen. Cuba, Atkins Garden and Research Laboratory, 70pp.
- Gauhl F. 1994. Epidemiology and ecology of black Sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) on plantain and banana (*Musa* spp.) in Costa Rica. PhD thesis. English translation produced by INIBAP, Montpellier, France, 120pp.
- Henderson J., K. Grice, J. Pattemore, R. Peterson & E. Aitken. 2003. Improved PCR-based detection of Sigatoka disease and black leaf streak disease in Australian banana crops. Pp. 59-64 in *Mycosphaerella* leafspot diseases of bananas: present status and outlook. Proceedings 2<sup>nd</sup> International workshop on *Mycosphaerella* leaf spot diseases of banana (L. Jacome, P. Lepoivre, D. Marin, R. Ortiz, R. Romero and J.V. Escalant, eds). San Jose, Costa Rica 20-23 May 2002. INIBAP, Montpellier, France.
- Jones D. & J. Alcorn. 1982. Freckle and black Sigatoka diseases of banana in far north Queensland. Australian Plant Pathology 11:7-9.
- Meredith D. 1970. Banana leaf spot disease (Sigatoka) caused by *Mycosphaerella musicola* Leach. Phytopathological Papers No. 11. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, UK 147pp.
- Peterson R., K. Grice & A. Wunsch. 2000. Ascospore survival in banana leaf trash. Bananatopics 28:5-6.
- Peterson R. 2002. Black Sigatoka eradication – Controlled Management Program, Tully Banana Production Area. Queensland Department Primary Industries, 51pp.
- Peterson R. 2003. Black Sigatoka Area Freedom Program 2002-2003 for the Tully Banana Production Area. Queensland Department of Primary Industries, 41pp.
- Stover R.H. 1980. Sigatoka leaf spots of banana and plantains. Plant Disease 64:750-756.

**Ron Peterson et Kathy Grice** travaillent au Department of Primary Industries and Fisheries à Mareeba, Australie et **Roger Goebel** travaille au Department of Primary Industries and Fisheries à South Johnstone, Australie.