

# Nouvelles stratégies à court et moyen termes pour réduire l'utilisation des pesticides dans les cultures de bananes

Jean-Michel Risède, CIRAD, France; Thierry Lescot, CIRAD, France; Juan Cabrera Cabrera, ICIA, Espagne; Michel Guillon, IBMA, France; Kodjo Tomekpé, CARBAP, Cameroun; Gert H.J. Kema, WUR, Pays-Bas; François Côte, CIRAD, France



En haut à partir de la gauche : Jeunes plants de bananiers issus de culture in-vitro implantés sur paillis ; pièges à phéromones pour lutter contre le Charançon noir du bananier. Des *Impatiens tolérantes* à l'ombre, cultivées sous les bananiers pour éviter l'utilisation d'herbicides. Des légumineuses, comme par exemple *Neonotonia wightii*, peuvent également servir de couverture végétale ou être cultivées en rotation dans les agrosystèmes bananiers . © Jean-Michel Risède, CIRAD, France. Photo du milieu : « Doigts » de bananes immatures. © Régis Domergue, CIRAD, France.

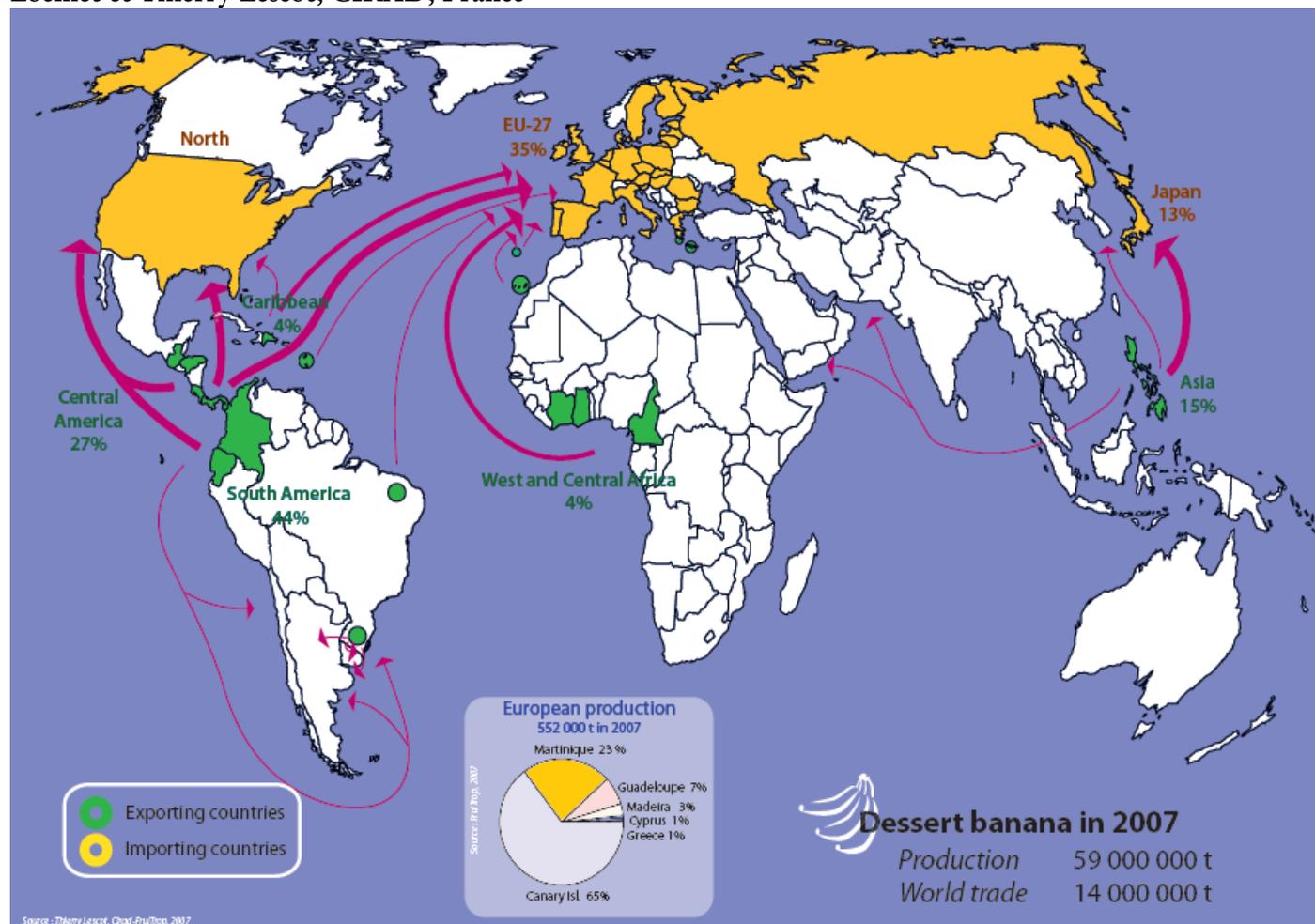
## De la Théorie à la Pratique

### Étude de Cas sur la Banane - Guide Numéro 1

#### Bananes : Une production plus sûre pour une culture fruitière majeure

Avec une production annuelle de 105 millions de tonnes, la banane est l'une des cultures fruitières les plus importantes au monde. Deux grands types de bananes sont cultivées : les bananes dites « Dessert » qui sont consommées crues parmi lesquelles la Cavendish est la plus connue, et les bananes à cuire, qui incluent en particulier, les bananes plantains. En 2007, 59 millions de tonnes de bananes « dessert » ont été produites, dont 16,5 millions de tonnes pour l'export. L'Europe est un important carrefour commercial pour la banane « dessert ». Environ 1/3 de la production commercialisée sur le marché mondial est exportée vers l'Europe, qui produit elle-même des bananes, principalement aux Antilles (Guadeloupe, Martinique), aux Canaries (Espagne), à Chypre et en Grèce (voir Figure 1).

Figure 1: Principales régions productrices et importatrices de bananes « dessert » dans le monde. © Denis Loillet et Thierry Lescot, CIRAD, France



La production de bananes « dessert » est menacée plusieurs bioagresseurs présents dans les régions tropicales et subtropicales. Cette situation est aggravée par la faible diversité génétique présente dans les cultures bananières qui sont souvent conduites avec une seule variété. Dans ces agrosystèmes, la production est assurée en protégeant, principalement par des pesticides, une variété très performante mais très sensible aux ravageurs et aux maladies. Or, il existe une demande croissante de la part des consommateurs pour une plus grande sécurité alimentaire, et en particulier, des bananes saines. Il s'agit de protéger la santé de tous les acteurs de la filière (ouvriers agricoles, ouvriers travaillant dans les usines de conditionnement, producteurs et consommateurs) en limitant leur exposition aux pesticides, aussi bien sur les sites de production que dans les pays où les bananes sont exportées et consommées. De plus, il est urgent de réduire les impacts environnementaux liés à l'utilisation excessive des pesticides (pollution des sols, des plantes et des eaux).

#### Enseignements tirés d'une étude sur l'utilisation des pesticides dans les pays producteurs de bananes «dessert »

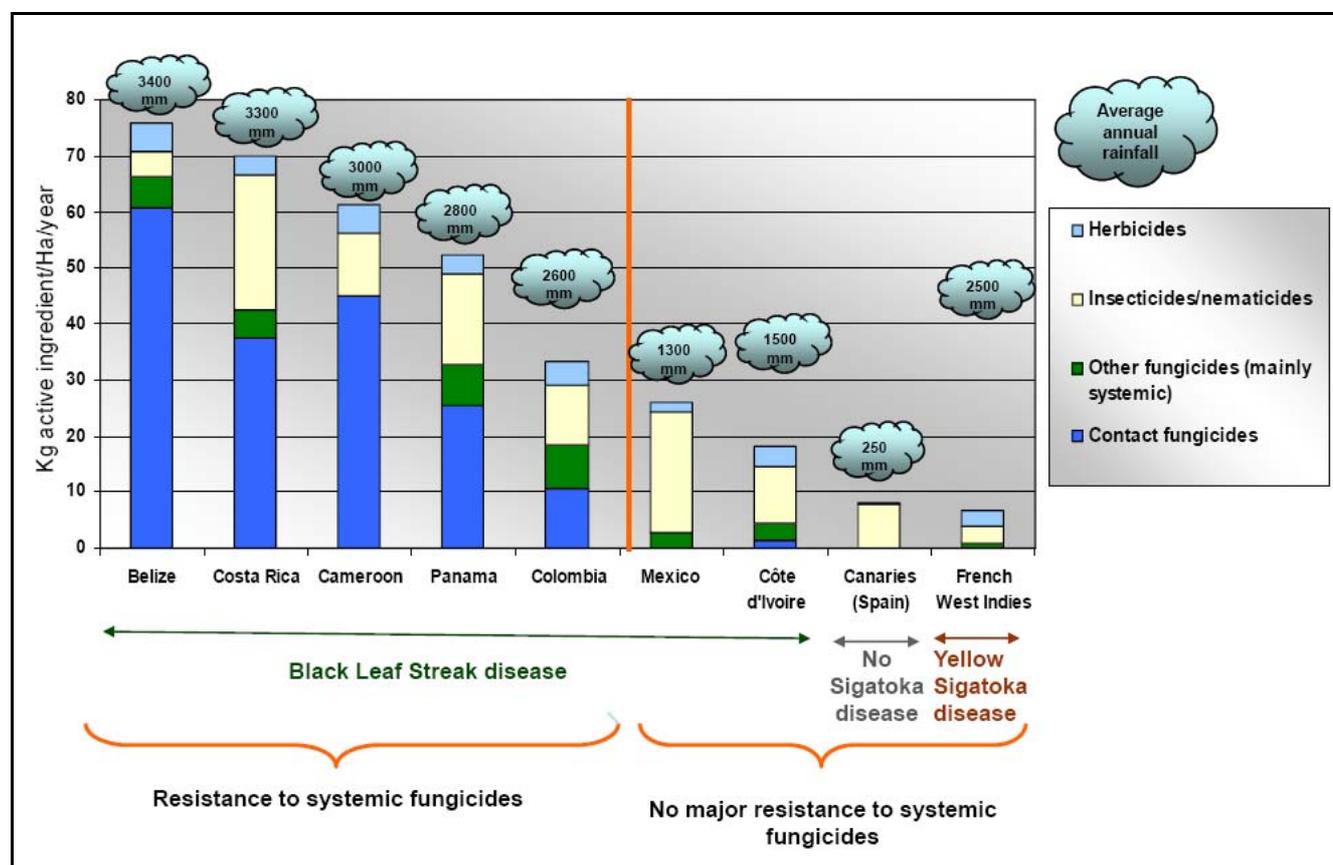
En 2006-2008, dans le cadre du projet international « Programme de Réduction des Pesticides utilisés dans les

Cultures de Bananes » (PRPB), une étude sur l'utilisation des pesticides dans les pays producteurs de bananes « dessert » a été menée par quatre organisations internationales spécialisées dans la recherche et le développement agricole : Biodiversity International, CIRAD, Université Catholique de Leuven, et l'Université de Wageningen - Plant Research International. Les informations ont été collectées grâce à des questionnaires soumis à des groupements de producteurs, des spécialistes de la culture bananière et des agents de vulgarisation. Ces informations ont ensuite été analysées et complétées pour le Cameroun, les Antilles (Guadeloupe et Martinique), et les Iles Canaries (Espagne) dans le cadre de L'Étude de Cas sur la Banane du réseau ENDURE.

Quatre grands enseignements ont été tirés de cette étude :

> La quantité des pesticides utilisés pour protéger les cultures de bananes est généralement liée à la pluviométrie annuelle (voir Figure 2 ci-dessous). Ceci est d'autant plus vrai pour les fongicides pulvérisés sur les cultures pour le contrôle des maladies foliaires causées par les champignons du genre *Mycosphaerella* spp. (essentiellement, la Maladie des Raies noires, et la Cercosporiose Jaune).

**Figure 2: Estimation des quantités de pesticides utilisées pour protéger les cultures de bananes « dessert » dans différents pays, y compris les pays appartenant à l'Union Européenne (2006-2007). © Thierry Lescot, CIRAD, France.**



> Les pesticides les plus utilisés pour protéger les cultures de bananes « dessert » sont les fongicides, ainsi que les insecticides et les nématicides utilisés pour lutter contre les bioagresseurs d'origine tellurique (voir Figure 2 ci-dessus).

> Dans les régions où la pluviométrie est élevée, les applications répétées de fongicides systémiques ont entraîné des résistances chez les populations de *Mycosphaerella*. La gestion au champ de ces résistances est associée à un changement marqué dans le choix des fongicides utilisés : Les fongicides de contact (dithiocarbamates, chlorothalonil) remplacent progressivement les fongicides systémiques. Parce qu'ils ont un effet préventif plutôt que curatif, ces fongicides de contact sont pulvérisés sur les cultures suivant une fréquence plus élevée et à des doses plus importantes que les fongicides systémiques, en particulier lorsqu'il s'agit de lutter contre la très agressive Maladie des Raies Noires (MRN) causée par *Mycosphaerella fijiensis*.

> Dans les pays appartenant à l'Union Européenne, les quantités de pesticides utilisées pour la protection des cultures de bananes « dessert » sont très sensiblement inférieures à celles d'autres régions productrices (voir Figure 2).

Plusieurs facteurs expliquent cette différence :

> L'absence de la Maladie des Raies Noires\*. Aux Antilles, un système de prévision (avertissement bioclimatologique) permet également de limiter l'utilisation des fongicides pour lutter contre la Cercosporiose jaune du bananier. \* NdlR : Au moment de la mise en page de cette plaquette, nous apprenons l'arrivée de la MRN aux Antilles françaises.

> Les efforts marqués des producteurs, en particulier au cours des dix dernières années, pour améliorer les stratégies de contrôle du Charançon noir du bananier et celles des nématodes parasites des racines, grâce au recours à des méthodes de culture alternatives.

> L'impact de la réglementation européenne sur l'utilisation des produits agrochimiques. Les restrictions régissant l'utilisation des pesticides dans la Communauté Européenne contribuent à limiter leur utilisation dans les agrosystèmes bananiers. Plus aucun insecticide n'est autorisé, un seul nématicide chimique peut encore être utilisé et, dans les années à venir, il sera probablement interdit d'effectuer des pulvérisations aériennes pour protéger les cultures contre la Cercosporiose jaune du bananier. Dans d'autres régions, les contraintes imposées par la réglementation sur les pesticides varient largement en fonction des institutions nationales et des politiques de protection environnementale en vigueur. Ces réglementations concernent aussi bien les pays producteurs (règles et restrictions concernant les pulvérisations aériennes, fréquence des traitements et formulation des produits utilisés, profils toxicologiques et écotoxicologiques autorisés pour les substances actives, mesures locales de protection de l'environnement) que les pays importateurs (Limites Maximales de Résidus fongicides admises pour les bananes « dessert » importées sur le marché européen). Un certain nombre de normes et de labels existent sur le marché international, par exemple GlobalGAP, mais la législation apparaît être un levier d'action fort sur la réduction de l'utilisation des pesticides dans les régions européennes productrices de bananes. De plus, indirectement, elle favorise également la recherche de solutions alternatives à l'utilisation des pesticides.

#### Quelques repères pour la réduction à court et moyen terme de l'utilisation de pesticides dans les cultures de bananiers

Actuellement, des producteurs, des chercheurs et d'autres intervenants travaillent ensemble pour développer des solutions alternatives et innovantes qui permettent de réduire l'utilisation des pesticides dans la culture de bananes. Dans cette étude de cas, nous nous limitons aux solutions proposées à court et moyen terme, même s'il existe des solutions à long terme reposant sur une meilleure compréhension de l'agrosystème bananier, et une analyse approfondie des génomes du bananier et de ses principaux bioagresseurs.

Les stratégies à court terme commencent à être mises en œuvre dans certains pays producteurs de bananes « dessert », mais à une échelle limitée. Elles représentent des solutions alternatives réalistes pour la réduction des pesticides dans l'agrosystème bananier, mais nécessitent d'être mises en œuvre à grande échelle.

Les stratégies à moyen terme rassemblent des innovations pour une gestion intégrée des bioagresseurs des bananiers. Elles intègrent donc des méthodes innovantes et compatibles entre elles, qui sont déjà en cours d'évaluation dans le cadre de programmes de recherche, et sont également basées sur des prototypes de systèmes de culture éprouvés par des producteurs, des agents de vulgarisation et des chercheurs. Elles reposent aussi sur des outils de modélisation simplifiant l'intégration de ces nouvelles stratégies.

Dans le cadre de cette étude, nous présentons des solutions à court et moyen terme pour lutter contre les quatre bioagresseurs ou maladies majeurs des cultures de bananes : les maladies foliaires causées par *Mycosphaerella* spp (ou « cercosporioses du bananier », le Charançon noir, les nématodes phytoparasites, et les adventices. Nous évoquons également l'utilisation des agents de lutte biologique et les moyens à mettre en œuvre pour développer leur utilisation au niveau européen.

#### Lutte contre les maladies foliaires à *Mycosphaerella* spp.

##### Solutions à court terme

> Utiliser des outils de prévision (avertissements) basés sur l'évolution des maladies pour réduire les intrants fongicides. Cette solution est surtout adaptée aux régions où la pression des maladies est faible et où il n'existe pas de résistance aux fongicides. Elle est également adaptée aux zones nouvellement cultivées, où la maladie n'est pas présente.

## De la Théorie à la Pratique

### Étude de Cas sur la Banane - Guide Numéro 1

> Recourir à l'élimination prophylactique des feuilles contaminées : l'ablation mécanique des feuilles contaminées par les conidies et les ascospores limite la dissémination de l'inoculum, dans, et entre les parcelles.

> Délocaliser les cultures de bananes n'utilisant pas d'intrants fongicides dans les zones climatiques défavorables au développement des *Mycosphaerella*, notamment les régions à faible pluviométrie. Ces régions devraient être réservées, de préférence, à la culture biologique de bananes.

> Utiliser des biofongicides et des produits naturels organiques. Des données récentes indiquent qu'ils peuvent être utilisés avec succès, lorsqu'ils sont associés à des doses réduites de fongicides de contact.

#### Solutions à moyen terme

> Promouvoir une gestion intégrée des maladies foliaires à *Mycosphaerella* grâce à l'utilisation de cultivars résistants à *M. fijiensis* et/ou *M. musicola*. Des hybrides conventionnels sont actuellement en cours d'évaluation. Les OGM pourraient éventuellement être une solution alternative. Dans tous les cas, les bananiers résistants ne doivent pas être cultivés en peuplements monovariétaux, mais plutôt sous forme d'arrangements spatiaux avec d'autres cultivars, ou d'autres espèces végétales, afin de limiter le développement de la maladie, et de minimiser les risques de contournement de la résistance par les *Mycosphaerella*.

#### Lutte contre le Charançon noir du bananier (*Cosmopolites sordidus*)

##### Solutions à court terme

> Détruire mécaniquement les rhizomes contaminés (machette, ou engin agricole tracté).

> Utiliser des pièges à phéromones pour le suivi des populations et pour effectuer des piégeages de masse dans les parcelles, à l'échelle de l'exploitation, voire du paysage. Une méthode alternative consiste à disposer des morceaux de pseudo-troncs sur le sol ou des tranches découpées et replacées à l'intérieur du pseudo-tronc mère. Si cette technique est moins efficace que les pièges à phéromones, elle est plus économique, et peut donc être plus intéressante pour les petits producteurs.

##### Solutions à moyen terme

Les solutions à moyen terme reposent sur la mise en œuvre d'une gestion intégrée du charançon noir, basée sur :

> Un piégeage de masse avec un système « attract and kill ». Ces systèmes associent des phéromones, et des nématodes (*Steinernema carpocarpae*) ou des champignons entomopathogènes (*Beauveria* spp.).

> La bioprotection des tissus racinaires du bananier grâce à des champignons entomopathogènes (*Beauveria bassiana*) et/ou des souches non pathogènes de *Fusarium oxysporum*.

> Des modèles de prévision de la dynamique de dissémination du charançon noir.

> Des arrangements spatiaux des bananiers dans l'agrosystème, capables d'entraver la dispersion du charançon noir.

#### Lutte contre les nématodes parasites des plantes

##### Solutions à court terme

> Après une période de rotation ou une mise en jachère (voir ci-dessous), effectuer la plantation avec des plants de bananiers issus de culture *in-vitro*. Une solution alternative pour les petits producteurs consiste à utiliser une technique de multiplication de masse *in vivo* de plants de bananiers, afin de produire des plants assainis. Cette technique doit cependant s'inscrire dans une démarche collective (association de producteurs, laboratoire de nématologie, etc) afin de garantir la dissémination de plants indemnes de nématodes.



Les maladies foliaires à *Mycosphaerella* (principalement la Maladie des Raies Noires causée par *M. fijiensis*, et la Cercosporiose jaune causée par *M. musicola*) réduisent considérablement la surface photosynthétique des feuilles, et induisent une maturation précoce des fruits. © Jean-Michel Risède, CIRAD, France.



Rhizome de bananier ravagé par les larves de *Cosmopolites sordidus*. Pendant longtemps, des traitements insecticides très polluants ont été utilisés pour lutter contre le charançon noir. Ces insecticides sont désormais interdits. © Jean-Michel Risède, CIRAD, France.

## De la Théorie à la Pratique

### Étude de Cas sur la Banane - Guide Numéro 1

> Assainir les parcelles vis-à-vis des nématodes parasites des bananiers, en particulier *Radopholus similis*, en mettant en œuvre des cultures de rotation localement diagnostiquées comme non-hôtes (comme l'ananas, le canne à sucre, les cultures fourragères telles que *Digitaria decumbens* ou *Brachiaria humidicola*, ou des légumineuses telles que *Neonotonia wightii*, *Macroptilium atropurpureum* ou *Crotalaria* spp.), ou en mettant les parcelles en jachère pendant un ou deux ans. Toutes les repousses de bananiers doivent alors systématiquement être éliminées.

> Toujours diagnostiquer la qualité d'assainissement du sol vis-à-vis des nématodes à l'aide de tests biologiques (en pots) utilisant des plants de bananiers issus de culture *in-vitro* comme plantes-pièges.

> Creuser des fossés de 50-80cm de profondeur autour des parcelles (ou de secteurs de l'exploitation) qui ont été assainies, afin de limiter la dissémination de *R. similis* par ruissellement de l'eau provenant des parcelles contaminées.

#### Solutions à moyen terme

Les solutions à moyen terme permettront de mettre en œuvre des agrosystèmes basés sur une gestion intégrée des bioagresseurs, et plus centrés sur les préceptes de l'agroécologie, grâce :

> Au déploiement d'une plus grande diversité végétale (diversification des couverts végétaux) capable d'assurer une meilleure stabilité écologique. En particulier, cela s'appuiera sur le recours à des plantes de couverture bénéfiques à la culture des bananiers, et aussi sur des cultivars de bananiers tolérants ou résistants aux nématodes.

> A des stratégies d'amélioration de la qualité biologique des sols avec des souches de microorganismes cibles (champignons mycorhiziens, et autres champignons endophytes comme les souches non pathogènes de *Fusarium oxysporum*) et des matières organiques permettant d'améliorer la santé des sols et des plantes.

> Des outils de modélisation pour prévoir la dynamique de population des nématodes dans les agrosystèmes bananiers, et évaluer et classer les nouvelles pratiques culturales.

#### Lutte contre les adventices

##### Solutions à court terme

> Effectuer un désherbage mécanique avec des machines de préparation du sol : machines à bêcher, outils de travail du sol de type Rome plow, faucheuses rotatives pour les parcelles mécanisables, ou manuellement à la houe ou à la débroussailluse pour les parcelles en pente.

> Planter les nouvelles cultures de bananiers sur des paillis réalisés à partir des résidus végétaux du précédent cultural, ce qui permettra de limiter les applications d'herbicides pré ou post-émergents.

> Éliminer les adventices présentes sur les parcelles sévèrement contaminées en procédant à un traitement herbicide unique, avant de planter les bananiers.

> Dans les parcelles de bananiers, couvrir le sol des inter-rangs d'un paillis constitué de feuilles de bananiers et d'autres résidus organiques (comme par exemple des morceaux de pseudo-troncs) provenant de récoltes antérieures.

> Faire pousser d'autres plantes entre les rangs plus espacés de bananiers, par exemple, des *Impatiens* spp. (balsaminaceae) tolérantes à l'ombre, du soja pérenne *Neonotonia wightii*, ou encore des légumes à cycle végétatif court ou des cultures à haute valeur ajoutée telles que tomates, pastèques, etc.

##### Solutions à moyen terme

Ces solutions visent à mettre en œuvre une gestion intégrée des adventices dans les bananeraies grâce à :

> L'amélioration des machines à désherber afin de les adapter aux nouveaux arrangements spatiaux des cultures dans les parcelles de bananiers.

> L'utilisation d'herbicides efficaces à faible dose pour favoriser l'installation du paillis avant de planter de nouveaux bananiers.

> L'utilisation de culture de couvertures végétales annuelles qui meurent naturellement sans utilisation d'herbicides, et qui ne sont pas susceptibles d'abriter des bioagresseurs du bananier.



Les nématodes des racines perturbent l'absorption d'eau et d'éléments nutritifs par les racines. Ils entraînent différents types de symptômes tels que la réduction de la croissance des bananiers, ou la nécrose des tissus racinaires cette dernière provoquant la verse des plants producteurs. © Jean-Michel Risède, CIRAD, France.

## De la Théorie à la Pratique

### Étude de Cas sur la Banane - Guide Numéro 1

> La culture de plantes capables de concurrencer les adventices (au niveau spatial et temporel) mais compatibles à une association avec les cultures de bananes (amélioration du drainage, de la fourniture en éléments nutritifs et en microorganismes bénéfiques).

## CONDITIONS REQUISES POUR LE DÉVELOPPEMENT DES TECHNIQUES DE LUTTE BIOLOGIQUE DANS LES PAYS PRODUCTEURS DE BANANES APPARTENANT A L'UNION EUROPÉENNE

Il existe déjà des méthodes de lutte biologique contre le charançon noir, les nématodes parasites et, dans une moindre mesure, les maladies fongiques post-récolte des bananes. En ce qui concerne la principale maladie foliaire des bananiers, la Maladie des Raies noires, ces méthodes sont encore à développer.

Les agents de lutte biologique déjà disponibles appartiennent à différentes classes des produits destinés à la protection des plantes :

- > Les phéromones (des agents qui modifient le comportement des insectes) : il s'agit de produits chimiques, mais non biocides.
- > Les agents microbiens tels que les champignons entomopathogènes pour lutter contre les insectes.
- > Les macro-organismes tels que les nématodes entomopathogènes pour lutter contre les insectes.
- > Les produits naturels d'activation de la Réponse Acquisée Systémique (SAR), pour une résistance naturellement induite aux microorganismes pathogènes.

Quatre conditions doivent être satisfaites pour encourager le développement de méthodes de lutte biologique dans les pays européens producteurs de bananes :

> La lutte contre les maladies et ravageurs : Les méthodes utilisées doivent d'abord être efficaces, et validées. Le piégeage de masse avec des phéromones, mais aussi les systèmes « attract and kill » (associant des pièges à phéromones à des champignons ou nématodes entomopathogènes) sont des méthodes efficaces pour lutter contre le charançon noir du bananier. Les insecticides chimiques ne sont plus indispensables pour la production européenne de bananes. La méthode qui consiste à utiliser des champignons prédateurs pour lutter contre les nématodes des racines du bananier n'est pas encore satisfaisante, notamment s'agissant de bananeraies fortement infestées. L'efficacité de cette méthode doit être améliorée. Les solutions de lutte biologique contre la Maladie des Raies Noires en sont toujours au stade de recherche et de développement, et jusqu'à présent aucun processus d'activation de SAR n'a été trouvé chez les bananiers. En conséquence, la culture biologique de bananes doit être confinée aux régions où la pression de la Maladie des Raies Noires reste faible.

> Contrôle qualité des agents de lutte biologique : En Europe, seuls les produits standardisés sont homologués (et peuvent être utilisés). La production d'Agents de lutte Biologique, leur formulation, et les contrôles qualité auxquels ils sont soumis sont encadrés par une réglementation stricte.

> Essais d'homologation: Quelle que soit la méthode de lutte biologique, elle doit faire l'objet de tests effectués sous forme d'essais multi-locaux en plein champ, respectant des protocoles officiels, et conduits dans le cadre de Bonnes Pratiques de Laboratoire (BPL) et de Bonnes Pratiques d'Expérimentation (BPE). Ces essais doivent de plus être menés par des équipes certifiées.

> Formation des producteurs : L'utilisation de ces Agents de lutte Biologique nécessite des règles spécifiques d'usage, différentes de celles des pesticides chimiques. Le développement de systèmes de production durable les intégrant implique une formation et un soutien des producteurs pour une mise en œuvre correcte de cette technique.

## Remerciements

Tous nos remerciements à UGPBAN et ASPROCAN (deux associations de producteurs de bananes établies aux Antilles et dans les Iles Canaries) ; Gérard Bertin Ngoh Newilah (CARBAP); Marc Dorel, Luc de Lapeyre de Bellaire, et Denis Loeillet (CIRAD).

# Nouvelles stratégies à court et moyen terme pour réduire l'utilisation des pesticides dans les cultures de bananes

## Résumé

Les bananes « dessert » sont l'un des fruits les plus vendus en Europe, et dans le monde. Pendant longtemps, elles ont été produites grâce à un recours soutenu aux traitements pesticides pour contrôler les multiples bioagresseurs affectant leurs cultures. Aujourd'hui, de nouvelles méthodes de culture reposant moins sur l'utilisation des pesticides sont en cours de développement. Elles reposent surtout sur des mesures agro-écologiques, et une gestion intégrée des bioagresseurs.

Ces solutions opérationnelles sont en constante amélioration grâce au travail des chercheurs, des producteurs et d'autres intervenants de la filière désireux de développer des systèmes de culture plus durables, et assurant la sécurité alimentaire et la santé des consommateurs.

Ce guide, le premier d'une série de cinq, présente d'abord les enseignements tirés d'une étude sur l'utilisation des pesticides dans les différents pays producteurs de bananes, y compris les pays européens. Il passe ensuite en revue les principales solutions alternatives ou innovantes pour à réduire l'utilisation des pesticides dans les cultures de bananes, à court et à moyen terme.

Ces solutions visent en particulier à réduire l'utilisation des fongicides, nématicides et insecticides, qui sont les pesticides les plus utilisés pour la protection des cultures de bananes. Les quatre guides suivants complètent ou détaillent les solutions préconisées dans ce premier guide.

## Pour plus d'informations, merci de contacter :

Jean-Michel Risède, Banana Cropping System Research Unit, CIRAD, France.

Telephone: (+590) 590 86 17 65

E-mail: [jean-michel.risede@cirad.fr](mailto:jean-michel.risede@cirad.fr)

## A propos d'ENDURE

ENDURE est le Réseau Européen pour l'Exploitation Durable et la Protection des Cultures. ENDURE est un Réseau d'excellence (NoE) servant deux objectifs clés: restructurer la recherche européenne sur les produits de protection des cultures, développer de nouvelles pratiques d'utilisation, et établir ENDURE en tant qu'un leader mondial du développement et de la mise en œuvre de stratégies pour la lutte antiparasitaire durable, grâce à:

- > La création d'une communauté de recherche sur la protection durable des cultures
- > Un choix étendu de solutions à court terme proposé aux utilisateurs
- > Une approche holistique de la lutte antiparasitaire durable
- > La prise en compte et l'accompagnement des évolutions en matière de réglementation de la protection des plantes.

18 organisations dans 10 pays européens participent au programme ENDURE depuis quatre ans (2007-2010). ENDURE est financé par le 6ème Programme-cadre de la Commission Européenne, priorité 5 : qualité et sécurité alimentaire.

## Site internet et Centre d'information ENDURE:

[www.endure-network.eu](http://www.endure-network.eu)

Cette publication est subventionnée par l'UE (Projet numéro : 031499), dans le cadre du 6ème programme-cadre, et est référencée sous le titre : ENDURE Étude de Cas sur la Banane – Guide Numéro 1 (French). Publié en Octobre 2010.

© Photos, de bas en haut: A.S. Walker; INRA, C. Slagmulder; JKI, B. Hommel; Agroscope ART; SZIE; INRA, N. Bertrand; Vitropic; INRA, F. Carreras; JKI, B. Hommel; INRA, J. Weber; INRA, J.F. Picard; JKI, B. Hommel