AFRICA soil health consortium

# Guide du système de culture banane-café

Lydia Wairegi, Piet van Asten, Ken Giller and Thomas Fairhurst

# Le Consortium africain pour la santé des sols: *Guide du système de culture banane-café*

Par Lydia Wairegi (CABI), Asten van Asten (IITA), Giller (WUR) et Thomas Fairhurst (TCCL)

**© CAB International 2014**

Veuillez citer cette publication comme suit: Wairegi, L.W.I., van Asten, P.J.A., Giller, K.E. & Fairhurst, T. (2014) Guide du système de culture banane-café. Le Consortium africain pour la santé des sols, Nairobi

Le présent ouvrage est diffusé sous une licence **Creative Commons Attribution 3.0 Unported Licence.**

**Licence Creative Commons:**

Vous êtes libre:

- de partager — copier, distribuer et transmettre l'ouvrage
- de remixer — adapter l'ouvrage
- de faire un usage commercial de l'ouvrage

Dans les conditions suivantes:

- **Attribution** — Vous devez citer cet ouvrage de la manière indiquée par l'auteur ou le concédant (mais non d'une manière qui suggèrerait qu'il vous avalise ou autorise votre usage de l'ouvrage).

Étant entendu que:

- **Dérogation** — les conditions ci-dessus peuvent être levées si vous obtenez l'autorisation du titulaire du droit d'auteur.
- **Domaine Public** — quand l'ouvrage ou l'un de ses éléments est dans le domaine public en vertu de la loi applicable, ce statut n'est en aucune façon affecté par la licence.
- **Autres Droits** — les droits suivants ne sont en aucune façon affectés par la licence:
  - vos droits d'utilisation équitable, ou d'autres exceptions et limites aux droits d'auteur applicables;
  - les droits moraux de l'auteur;
  - les droits que d'autres personnes peuvent avoir soit par rapport à l'ouvrage lui-même, soit à la façon dont l'ouvrage est utilisé, tels que les droits de publicité ou le droit à la vie privée.
- **Remarque** — Pour toute réutilisation ou distribution de cet ouvrage, prière de clairement informer le lecteur des conditions de la licence de cet ouvrage http://creativecommons.org/licenses/by/3.0.

**Limites de responsabilité**

Bien que les auteurs aient fait de leur mieux pour que le contenu de cet ouvrage soit correct au moment de l'impression, il est impossible de couvrir tous les scénarios. Ces informations sont diffusées 'telles quelles", sans garantie.

Les auteurs et l'éditeur sont exonérés de toute responsabilité de perte de profit ou d'autres dommages causés, ou présumés ayant été causés directement ou indirectement par les lignes directrices présentées dans cet ouvrage.

## A propos de l'éditeur

Le Consortium africain pour la santé des sols (ASHC) a pour mission d'améliorer les moyens de subsistance des petits exploitants agricoles grâce à l'adoption des approches de gestion intégrée de la fertilité des sols (GIFS) qui optimisent l'efficacité et l'efficience de l'utilisation des engrais.

Les livres d'ASHC sont disponibles à des tarifs spéciaux pour les achats en grande quantité. Des éditions spéciales, des traductions en langues étrangères et des extraits peuvent également être disponibles.

ISBN (livre numérique): 9781780645865
ISBN (livre de poche) : 9781780644936
Typographié par Sarah Twomey

## Adresses des auteurs

**Lydia Wairegi**
CABI
ICRAF Complex
P.O. Box 633-00621
Nairobi
Kenya
ASHC@cabi.org
www.cabi.org/ashc

**Piet van Asten**
International Institute of Tropical Agriculture
P.O. Box 7878
Kampala
Ouganda
p.vanasten@cgiar.org
www.iita.org

**Ken Giller**
Wageningen University
P.O. Box 430
6700 AK Wageningen
Pays-Bas
Ken@wur.nl
www.pps.wur.nl

**Thomas Fairhurst**
Tropical Crop Consultants Ltd
26 Oxenturn Road
Wye
Kent TN25 5B
Royaume-Uni
tfairhurst@tropcropconsult.com
www.tropcropconsult.com

Lorsque le caféier et le bananier sont en concurrence pour les éléments nutritifs et l'eau, généralement le bananier souffre le plus. Mais dans le cadre d'une bonne gestion, le caféier profite de l'ombre et du paillis du bananier. C'est pour cette raison que le professeur J.Y.K Zake (agronome pédologue basé en Ouganda) a déclaré **"… prenez soin de votre bananeraie, et à son tour elle prendra soin de votre caféière …"** car le bananier semble être le maillon faible du système.

## Remerciements

La préparation du présent manuel a été financée par la Fondation Bill & Melinda Gates.

Nous tenons à remercier:

David Mukasa et Isaac Serubiri de l'Institut international d'agriculture tropicale (IITA) pour avoir organisé des voyages d'étude et fourni des informations utiles.

Laurence Jassogne, Ghislaine Bongers et Godfrey Taulya de l'IITA, Charles Agwanda de CABI et Dick Walyaro de Rwanda Agriculture Board pour leurs informations, commentaires et suggestions utiles.

Les agriculteurs et les transformateurs de café pour leurs informations et pour avoir autorisé des prises de photos sur leurs propriétés.

Valentine Nakato (IITA) pour des photographies de maladies des bananiers. D'autres photographies ont été fournies par Piet van Asten (IITA), Lydia Wairegi (CABI) et Denis Onyodi (Globevideo).

Simon Ndonye pour les illustrations.

Ephrem Kamanzi pour la traduction du manuscrit anglais en français.

L'université de Wageningen (WUR) pour l'accueil d'un atelier de rédaction au cours duquel une grande partie de ce guide a été élaborée.

CABI, IITA, Tropical Crop Consultants Ltd et WUR pour le temps que les auteurs ont passé à écrire ce guide.

# Table des matières


1. Introduction 1

2. Systèmes de cultures en association banane-café 2

3. Exigences relatives aux systèmes banane-café 16

4. Mise en place des systèmes banane-café 20

5. Gestion des systèmes banane-café 32

6. Qu'est-ce qui peut mal tourner? 49

7. Analyse économique 60

8. Conclusions 64

9. Tables de Recherche 65

10. Bibliographie 66

11. Glossaire 70

12. Sigles et abréviations 72

Annexes: matériel de vulgarisation relatif aux insectes et aux maladies du bananier 74

# 1. Introduction

Ce guide est conçu à l'intention de ceux qui travaillent avec les petits exploitants agricoles, entre autres les vulgarisateurs, les ONG locales, les organisations villageoises, et les chercheurs. Il fournit les informations techniques essentielles qui aideront les agriculteurs à sélectionner les méthodes les plus appropriées pour la gestion des champs où les bananiers et les caféiers sont intercalés.

L'importance de la banane et du café en Afrique ne saurait être sous-estimée. Des hauts plateaux de l'Afrique de l'Est à la zone forestière humide de l'Afrique de l'Ouest en passant par les plaines de l'Afrique centrale, la banane est l'un des principaux aliments de base et une source importante de revenus pour les agriculteurs qui la vendent sur les marchés locaux, nationaux ou régionaux. Par contre, le café est une des principales cultures de rente pour l'exportation, générant des revenus importants pour les économies nationales. L'Afrique représente environ 30% de la production mondiale de la banane et de la banane plantain et 11% de celle du café.

La grande majorité des petits exploitants agricoles dans les régions où ces cultures sont cultivées exploitent moins de 2 hectares (ha) de terre. Ces petits exploitants doivent trouver des moyens d'accroître les rendements en intensifiant la gestion de la banane et du café sur des terres limités.

Dans un système de cultures banane-café, le bananier fournit de l'ombre pour le caféier qui offre l'avantage de réduire le stress causé par des températures extrêmes et des vents forts. Les caféiers poussent bien sous un ombrage modéré (moins de 50%), ce qui peut aider à améliorer et stabiliser le rendement et la qualité du café. L'ombrage contribue à réduire l'apparition du dépérissement du café et les pertes de rendement dues à la sécheresse.

Le bananier fournit également le paillis et la couverture des sols qui profitent aux deux cultures. Le paillis améliore le développement racinaire du bananier et du caféier, et la disponibilité du potassium (K) dans le sol de surface, en raison de la forte rotation de la biomasse. Le feuillage permanent et les réseaux racinaires du bananier réduisent les pertes de sols dues à l'érosion et au ruissellement superficiel en atténuant l'impact des précipitations sur le sol de surface.

La banane et le café peuvent bien croître ensemble, mais l'optimisation des conditions favorables aux deux cultures nécessite une gestion prudente afin d'éviter une concurrence excessive entre les deux cultures pour la lumière, l'eau et les nutriments.

Dans plusieurs régions d'Afrique de l'Est, les petits exploitants ont déjà découvert les avantages de cultiver la banane et le café en association sur un même champ. Néanmoins, la pratique n'avait pas attiré l'attention des chercheurs jusqu'à récemment. Cela a empêché les vulgarisateurs d'aider les agriculteurs à adopter la pratique d'une manière viable et productive.

Le présent guide explique comment intercaler la banane et le café de façon productive, rentable et durable.

Pour consulter le glossaire des termes et expressions utilisés dans ce guide, veuillez voir la Section 11.

# 2. Systèmes de cultures en association banane-café

## Banane et café

La banane et le café sont d'importantes cultures en Afrique de l'Est, en Afrique centrale et en Afrique de l'Ouest (Figure 1).

Les nombreux types de bananiers cultivés en Afrique peuvent être regroupés en fonction de la manière dont le fruit est consommé, c'est-à-dire cuit, rôti, transformé pour la fabrication de jus ou mangé comme dessert (Photo 1). La banane à cuire est populaire sur les hauts plateaux de l'Afrique orientale tandis que la banane à rôtir (ou le plantain) est plus répandue en Afrique de l'Ouest et dans certaines régions d'Afrique centrale. Dans ce guide de poche, le terme banane fait référence à tous les types de bananes et de plantains, sauf dans les cas où il est nécessaire de se référer à un type spécifique.

Deux types de caféiers sont couramment cultivés: arabica et robusta. Le prix de marché de l'arabica est plus élevé que celui du robusta parce que son goût a des caractéristiques plus raffinées qui lui confèrent une place privilégiée sur le marché. Le café arabica exige un climat plus frais, par conséquent il est cultivé à une altitude plus élevée (généralement 1.000 à 2.000 mètres d'altitude) par rapport au robusta (en-dessous de 1.500 mètres d'altitude).

**Figure 1.** Cette carte illustre la distribution des systèmes banane-café en Afrique subsaharienne.

## Les systèmes de culture en association banane-café

L'avantage principal de cultiver la banane et le café en association est que le système est généralement plus rentable et plus robuste que la production de l'une ou de l'autre en monoculture.

Le présent guide de poche explique la manière de gérer les systèmes de cultures associées banane–café. Nous expliquons comment vous pouvez:

- établir de nouveaux champs en association banane-café en vous servant de l'arabica ou du robusta en fonction des conditions agro-écologiques.
- planter des caféiers dans des bananeraies.
- planter des bananiers dans des champs de caféierws.

Le succès de la culture en association banane-café dépend dans une large mesure d'un approvisionnement suffisant en éléments nutritifs provenant du sol, des résidus de cultures recyclés qui fournissent également du paillis et des engrais minéraux. Le rendement de la banane et du café est très en deçà de leur potentiel si la fertilité médiocre des sols n'est pas corrigée par l'apport de fumier, compost et/ou engrais minéraux.

Le coût de l'engrais peut être réduit en s'assurant que les résidus de cultures - en particulier les pseudo-troncs et les feuilles de bananiers, mais aussi les produits de l'élagage des caféiers - sont restitués au sol. En outre, une bonne couche de paillis assure le développement de solides réseaux racinaires qui à leur tour améliorent la récupération des nutriments appliqués sous forme soit d'engrais, soit de résidus de cultures.

Dans le présent guide, nous présentons une approche appelée gestion intégrée de la fertilité des sols (GIFS) qui vise à combiner les sources de nutriments organiques et minéraux en vue d'optimiser la réponse des cultures et de maintenir la productivité du système agricole. De plus amples informations sur la GIFS se trouvent dans la publication sœur du Consortium africain pour la santé des sols, *Manuel de gestion intégrée de la fertilité des sols* (Fairhurst, 2012).

La banane et le café sont généralement cultivés en monocultures, mais dans les régions à forte densité démographique en Ouganda et en Tanzanie, plus de la moitié des agriculteurs les cultivent maintenant en association dans le même champ (Photo 2). Lorsqu'ils sont intercalés, les bananiers sont plantés à une densité plus faible qu'en monoculture et ils fournissent de l'ombrage et du paillis aux caféiers plantés entre les rangs de bananiers (voir le tableau 7 relatif à l'espacement).

La banane et le café sont des cultures pérennes – ils doivent être soigneusement gérés en élaguant les caféiers et épamprant les bananiers afin de maintenir un feuillage optimal pour les deux.

La température diminue de 0,5 à 0,7°C pour chaque 100 m de montée en altitude. Par conséquent, à des niveaux d'altitudes plus élevés où le climat est plus frais et humide, les bananiers peuvent être associés avec les caféiers arabica tandis qu'aux niveaux d'altitudes plus bas les bananiers peuvent être associés avec les caféiers robusta (Tableau 1).

Certaines variétés d'arabica (par exemple Catimor) peuvent être cultivées à une plus basse altitude dans des régions où le robusta est commun, principalement parce que ces variétés sont résistantes à la rouille orangée des feuilles de caféier, mais à cette altitude, la qualité tend à se

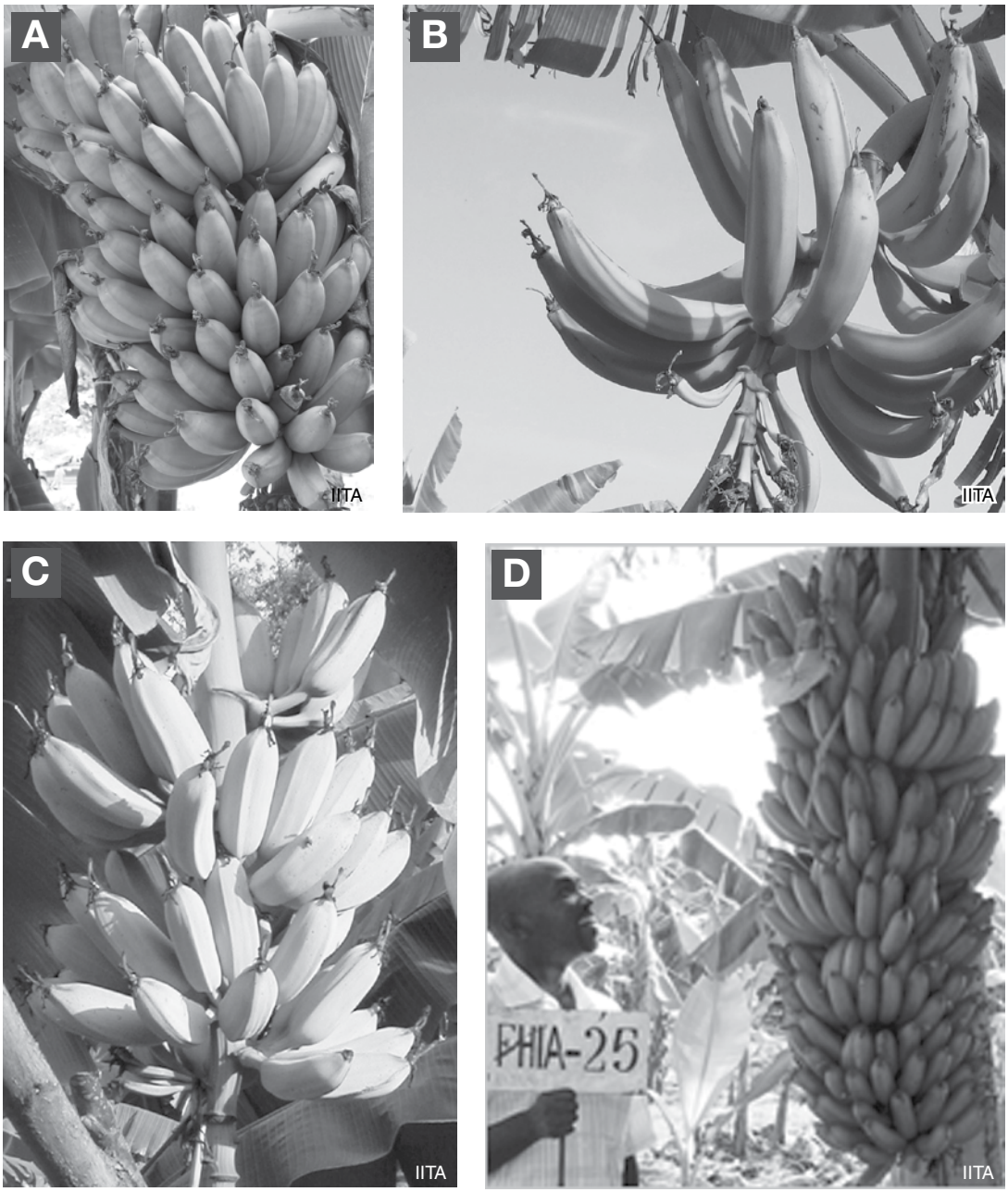



**Photo 1.** Types de banane. (**A**) La banane à cuire de hauts plateaux, une des principales cultures vivrières et commerciales en Afrique de l'Est. La vente des régimes contribue à l'exportation de nutriments de la ferme. (**B**) Le plantain est populaire en Afrique de l'Ouest. (**C**) La banane destinée au brassage utilisée pour fabriquer de la bière pour consommation par les ménages et le marché local. (**D**) FHIA 25, une banane à cuire très résistante à la cercosporiose noire qui produit de gros régimes, produite par la Fondation hondurienne de recherche agricole.

dégrader et il faut toujours se servir de l'ombrage pour empêcher le dépérissement. Toutefois, plusieurs variétés "traditionnelles" d'arabica ne poussent pas très bien à basse altitude (en-dessous de 1400 m) en raison des conditions climatiques moins favorables et un plus grand risque d'insectes et de maladies.

**Photo 2.** Le système banane-café où le feuillage des bananiers est de 1–2m au-dessus des caféiers et fournit un bon ombrage pour les caféiers

**Tableau 1.** Conditions agro-écologiques dans les zones de production pour les systèmes banane-café en Afrique subsaharienne.

| Système | Zone | Pourcentage de la superficie cultivée utilisée pour les systèmes banane-café | | | Précipitations. | Altitude | Durée de la période de croissance |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Ouest | Centre | Est | mm | m | jours |
| Banane-robusta | Sub-humide | 16 | 29 | 16 | 1000–1500 | <1500 | 180–270 |
| | Humide | 10 | 59 | 2 | >1500 | <1500 | >270 |
| Banane-arabica | Hauts plateaux* | 0 | 4 | 12 | >1000 | >1500 | – |

*Définis comme les secteurs dans les zones semi-arides, sub-humides et humides de l'Afrique sub-saharienne où, en raison de l'altitude plus élevée, la température moyenne quotidienne pendant la période de croissance est <20°C.

Lors de la plantation de la banane et du café, des cultures annuelles peuvent être plantées entre les bananiers et les caféiers pour une année ou deux afin d'assurer un revenu avant que la banane et le café soient prêts pour la récolte. Les cultures appropriées à cet effet sont entre autres les tomates (le café bénéficie de la vaporisation de fongicides sur les tomates) et les haricots nains (les récoltes de légumineuses fournissent des résidus de récolte riches en azote utiles aux caféiers et aux bananiers). Ces cultures de courte durée devraient être plantées afin qu'un espacement de 0,5 à 1 m soit maintenu entre elles d'une part et les bananiers et les caféiers d'autre part. Les jeunes systèmes banane–café ne devraient pas être associés avec des plantes grimpantes (par exemple les haricots à rames).

Bien que les bananiers deviennent très grands, ils sont effectivement monocotylédones (c'est-à-dire comme le maïs, la canne à sucre et les graminées) et n'ont aucune partie ligneuse. Ils ont une tige souterraine ou bulbe à la base de la plante. Ce qui ressemble à la tige est en réalité un pseudo-tronc ou une "fausse-tige", composé de gaines de feuilles qui se chevauchent.

Les bananiers fleurissent généralement entre 8–16 mois après la plantation des rejets et la première récolte mûrit 3–4 mois plus tard (Tableau 2). Les agriculteurs doivent donc attendre 11–20 mois entre la plantation des rejets et la première récolte de bananes. La durée du cycle du bananier est généralement plus longue pour les plus grandes variétés et les climats plus froids qu'on trouve à une plus haute altitude.

Un seul régime de bananes pousse sur chaque pseudo-tronc, après quoi la plante mère meurt et devrait être coupée au niveau du sol et le pseudo-tronc coupé en morceaux répartis sur la surface du sol pour fournir une couche de paillis et empêcher la prolifération des charançons du bananier.

Comme le rejet planté grandit pour devenir la plante mère, d'autres rejets se développent à partir du bulbe pour former un 'clone' (ou famille de bananiers) (Figure 2). Le meilleur rejet doit être sélectionné dans chaque clone et est conservé pour remplacer la plante mère qui est abattue au moment de la récolte. D'autres rejets sont enlevés pour éviter la surpopulation.

Un rejet qui pousse de la plante mère obtient certains éléments nutritifs de la mère, surtout si la mère n'a pas encore fleuri. Après la floraison, toutefois, le débit de sucres et nutriments de la plante mère au rejet est réduit parce que la mère commence à détourner tous les produits de la photosynthèse pour nourrir le régime de fruits qui se développe.

Au moment où le régime issu du tronc "mère" est prêt pour la récolte, le clone devrait avoir deux autres jeunes plants d'âges différents, c'est-à-dire une "fille" et une "petite-fille" (Figure 2; Photo 3). Après que la mère ait donné la récolte, un autre rejet est choisi à partir de la petite-fille, afin que trois plantes d'âges différents soient maintenues sur chaque clone à tout moment.

La période entre deux récoltes au sein d'un clone dépend de la vitesse avec laquelle les rejets se développent et mûrissent, et elle est influencée par la période de sélection des rejets, les précipitations et la fertilité des sols, entre autres facteurs. Avec une bonne gestion des sols et

**Tableau 2.** Calendrier des principales manifestations physiologiques des associations banane-café.

| | Description | Calendrier | Durée |
|---|---|---|---|
| **Banane** | | | |
| Floraison | La production de feuilles s'arrête, le bourgeon floral émerge. | 8–18 mois après la plantation du rejet. | |
| Épaississement du bouquet | La longueur du doigt augmente, puis son diamètre s'épaissit. | | 3–4 mois |
| **Café** | | | |
| Floraison | Les bourgeons de fleur éclosent. | 2–3 ans après avoir planté. | |
| Tête d'épingle | Croissance minimale des fruits. | | 2–3 mois |
| Vert tendre | Expansion, gonflement rapide des fruits. | | 2–4 mois |
| Vert foncé | Remplissage des fèves, les fèves atteignent la maturité. | | 4–7 mois |
| Mûrissement | La pulpe gonfle et tourne de la couleur verte au rouge. | | Les fèves prêtes pour la récolte 6–8 mois (arabica) et 9–11 mois (robusta) après la floraison. |

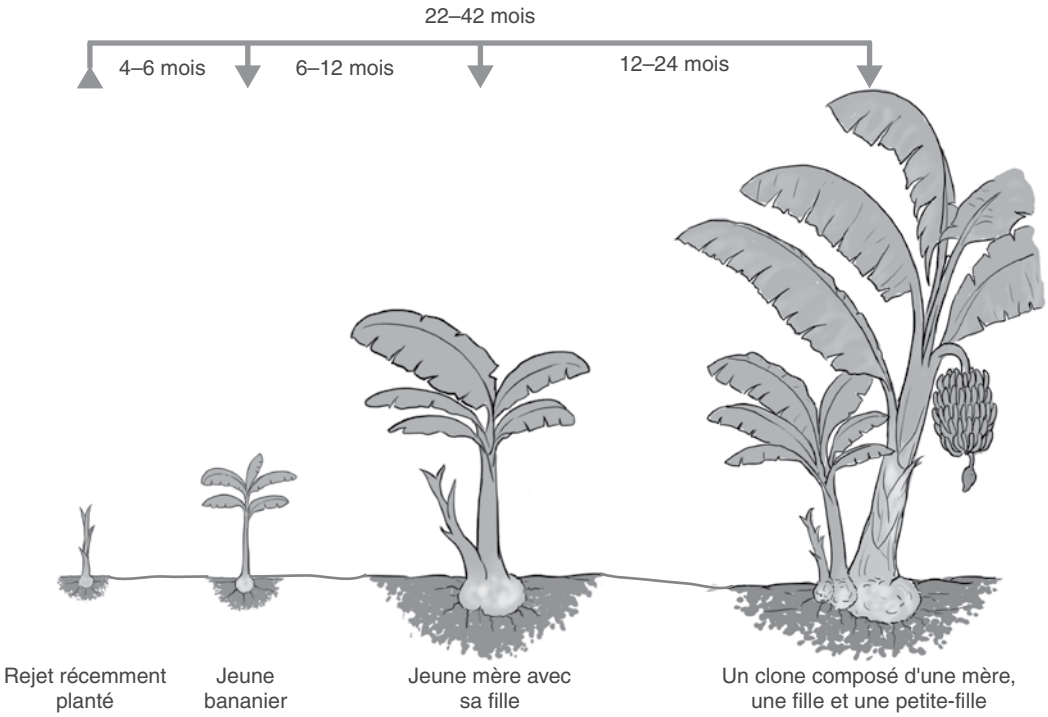



**Figure 2.** Évolution des clones: des rejets plantés aux clones matures.

des cultures, un clone peut produire un régime en 10–12 mois. Avec une population de 740 clones/ha, les bananiers cultivés en association ont un potentiel de rendement d'à peu près 960 régimes/ha. Le poids d'un régime varie de 30 à 50 kg; ce qui fait que le rendement potentiel des bananiers dans un champ où ils sont intercalés varie de 29 à 48 t/ha/an.

Dans une nouvelle bananeraie, la première génération de bananiers atteindra la période de maturité et de récolte presque en même temps. Au bout de trois à quatre cycles (c'est-à-dire après environ trois ans), toutefois, les plantes mûrissent à des moments différents au cours de l'année et, par conséquent, la production agricole est un processus continu.

Les bananes fleurissent plus et font germer de plus grands régimes en saison des pluies par rapport à la saison sèche, ce qui explique l'aspect saisonnier prononcé de production dans les zones où il y a une saison des pluies distincte.

**Photo 3.** Chaque clone devrait avoir trois générations de plantes c'est-à-dire la mère, la fille et la petite-fille pour garantir que les récoltes soient régulières, les clones ne disparaissent pas et la population désirée de bananiers soit maintenue.

Évidemment, les prix des bananes sont au plus bas pendant la période de production maximale, quand il y a une surabondance sur le marché, et au plus haut quand les régimes sont rares pendant la période de faible récolte. Ainsi, la sélection des rejets suivants devrait dépendre des objectifs de l'agriculteur:

- Si la production est destinée au marché, les rejets qui viendront à maturité pendant les périodes de pointe des prix devraient être sélectionnés.
- Si la production est pour le ménage, l'objectif devrait être de s'assurer que la plantation produit des régimes tout au long de l'année.

Les racines des bananiers poussent du bulbe et leur longueur varie de 50 à 200 cm. La plupart des racines se trouvent à la surface du sol jusqu'à une profondeur de 30 cm (Photo 4) et un réseau dense de racines se développe directement sous le paillis.

Généralement, le caféier produit la première récolte 3–4 ans après la plantation bien que des variétés nouvelles commencent à produire environ un an plus tôt (Tableau 2). Par exemple, le caféier clonal robusta mis en place à partir de boutures produit une première récolte environ deux ans après la plantation.

**Photo 4.** L'engrais devrait être placé à proximité de la surface du sol où la plupart des racines se trouvent et des précautions devraient être prises lors de la mise en œuvre de pratiques de gestion comme le désherbage, afin de ne pas endommager les racines.

Les caféiers fleurissent environ une semaine après le début de la saison des pluies, résultant en deux récoltes dans les régions proches de l'équateur qui connaissent des précipitations bimodales. Par exemple, à l'ouest de l'Ouganda, où les pluies surviennent en avril-mai et en septembre-novembre, la récolte principale intervient en avril-juin et la récolte secondaire en octobre-janvier.

Les fèves de l'arabica sont moissonnées 6–8 mois après la floraison et celles du robusta 9–12 mois après. Le rendement augmente avec chaque récolte et se stabilise vers la cinquième année après la plantation, si l'élagage est effectué correctement chaque année.

Tout comme le bananier, le caféier a un système racinaire peu profond, la plupart des racines nourricières sont situées dans les 20 cm de la surface du sol. La plupart des racines des caféiers se trouvent à environ 60–90 cm (arabica) et 150 cm (robusta) de la base de chaque caféier.

Contrairement aux plantes cultivées par reproduction végétative (clonale), le caféier issu d'une graine développe une racine primaire, qui pénètre à une profondeur de 0.5–1.0 m, et atteint quelquefois une profondeur de plus de 4 m. Les plantes avec une racine primaire peuvent récupérer l'eau plus efficacement quand le niveau de la nappe phréatique diminue pendant la saison

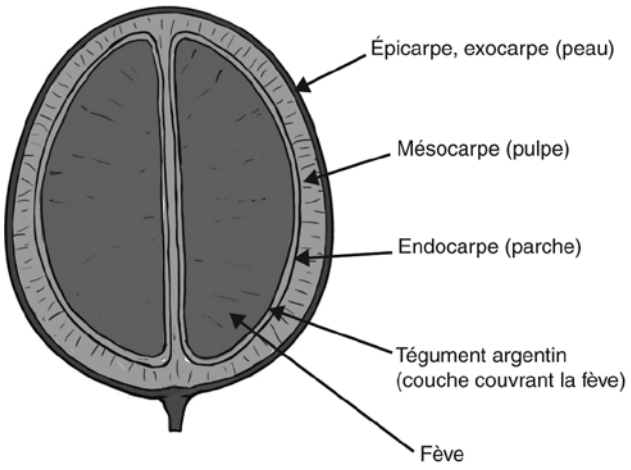



**Figure 3.** Les fèves vertes du café sont emballées dans plusieurs couches qui constituent les cerises récoltées.

sèche. Pour cette raison, lors des semis (notamment quand la racine primaire a été recourbée vers le haut dans le cas des semis préalables en sachets en plastique) la racine primaire devrait être doucement redressée pour qu'elle puisse pousser vers le bas. La racine primaire ne pénétrera pas profondément dans le sol si le semis est planté avec une racine « arquée ». Ne coupez pas la racine principale – elle ne peut pas être remplacée!

Les bananiers et les caféiers peuvent être plantés en même temps dans un système de cultures en association banane-café. Également, les caféiers peuvent être introduits dans des bananeraies, mais la population de bananiers doit être éclaircie afin d'offrir suffisamment d'espace aux caféiers. De même, les bananiers peuvent être plantés dans une caféière mais il pourrait s'avérer nécessaire d'élaguer et éclaircir les caféiers afin de créer de l'espace pour les bananiers.

Le robusta a plus de biomasse au-dessus du sol et un système racinaire plus dense, et par conséquent concurrence les bananiers plus fortement que l'arabica. Pour cette raison, la population des caféiers robusta dans une association banane–café est inférieure d'environ 1100 plants/ha par rapport à l'arabica qui est cultivé à environ 2200 plants/ha dans une association (Tableau 8).

Comme nous le verrons, en vue de maintenir les rendements dans les systèmes banane–café, les caféiers doivent être correctement espacés et élagués pour minimiser leur concurrence. Un élagage insuffisant et incorrect est un problème très courant dans les associations banane–café.

Le choix du moment, une fréquence et un séquençage corrects des opérations (par exemple l'élagage des caféiers après la saison de récoltes) sont d'une importance capitale pour le succès de la gestion des systèmes banane-café (Figure 4).

### Avantages et inconvénients de cultiver la banane et le café en association

Le bananier offre de l'ombrage au caféier, ce qui allège la tension sur le caféier en raison des grandes variations de température dans le feuillage des caféiers et des ravages du vent. Les jeunes caféiers poussent bien lorsque cultivés à l'ombre, et l'ombrage améliore le rendement du caféier et la qualité des fèves mûres quand l'engrais minéral est utilisé en quantités modérées. L'ombrage peut également empêcher ou tout au moins minimiser l'incidence du dépérissement.

Le bananier fournit également du paillis pour le système de cultures. Le paillis améliore le développement des racines des bananiers et des caféiers, et peut améliorer la disponibilité du potassium (K) dans le sol de surface, en raison de la forte rotation de la biomasse.

Le feuillage, le système racinaire et le paillis fournis par les bananiers aident à minimiser les pertes de sol et améliorent la conservation de l'humidité du sol.

Les bananiers et les caféiers peuvent bien pousser ensemble, mais établir les meilleures conditions pour les deux cultures demande une gestion prudente du sol et du feuillage des deux cultures. Par exemple, si l'ombre fournie par les bananiers est trop dense (plus de 50%), les rendements du café peuvent s'en trouver réduits. A l'inverse, le rendement en bananes sera moindre s'il n'y a que quelques clones et les caféiers ne recevant pas suffisamment d'ombrage souffriront de dépérissement envahissant. La compétition du robusta contre les bananiers peut être si rude que la population des bananiers diminue jusqu'à ce que son rendement devienne insignifiant.

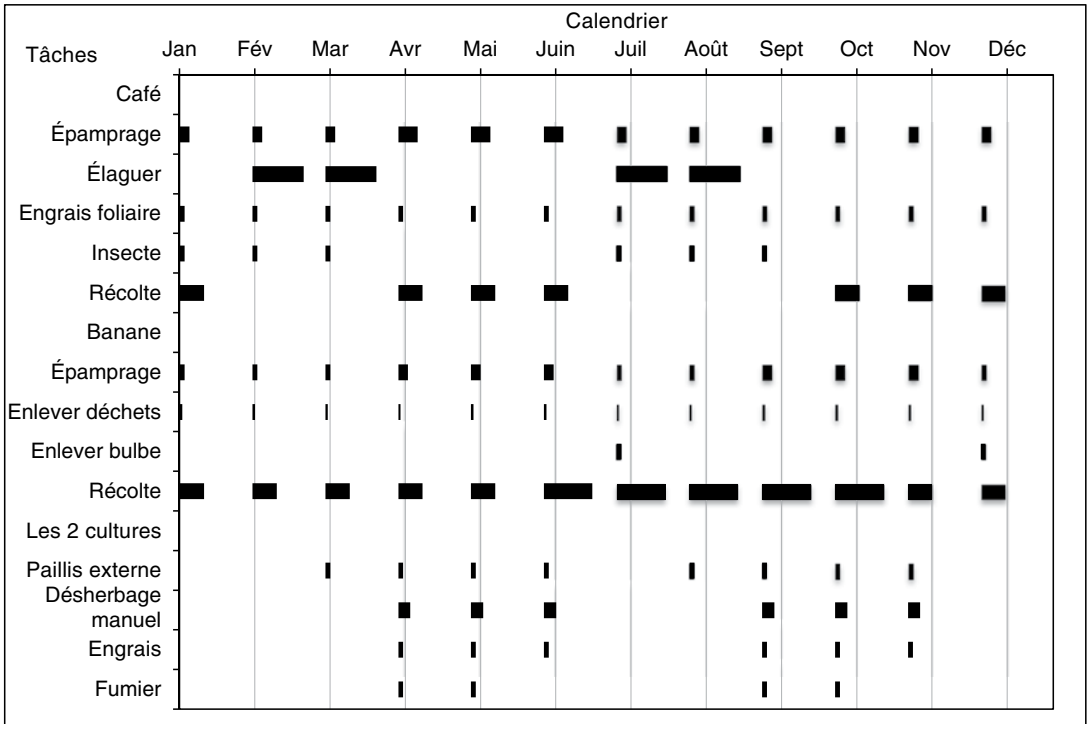



**Figure 4.** Calendrier agricole annuel d'un système banane–café à l'Ouest de l'Ouganda.

Il y a également une forte interaction entre ombrage et utilisation d'engrais dans la production de café. Le caféier peut donner des rendements élevés sans ombrage lorsque de grandes quantités d'engrais minéraux sont appliquées. L'apport d'engrais n'aura qu'un effet limité sur le rendement si les caféiers sont densément ombragés. L'engrais n'est pas appliqué aux caféiers qui sont à ciel ouvert: ils peuvent initialement produire un bon rendement mais plus tard beaucoup de branches meurent. C'est ce qu'on appelle le 'dépérissement envahissant' (Figure 5).

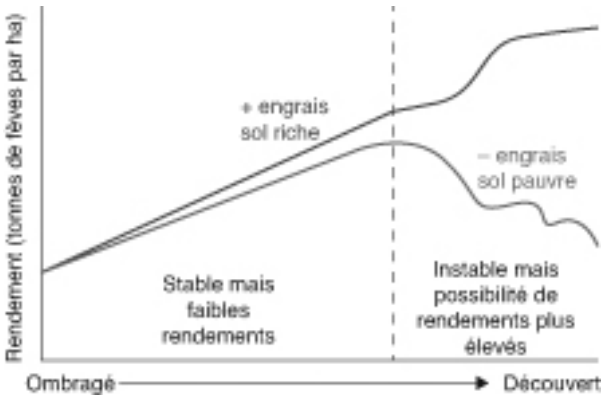



**Figure 5.** Effet de l'ombrage et de l'engrais sur le rendement et la stabilité du rendement du caféier.

Les principes fondamentaux de la gestion des interactions entre l'ombrage et l'engrais sur la production du café sont:

- Dans les cas où la fertilité du sol est faible, les caféiers cultivés à l'ombre ont des rendements souvent meilleurs et constituent un système plus résistant (c'est-à-dire la vie d'une plantation est plus longue et la production plus stable) que les caféiers cultivés à ciel ouvert.
- Si l'ombrage est trop dense, le potentiel de rendement en café est réduit et le caféier répondra mal à l'engrais. L'apport de l'engrais au caféier fortement ombragé n'est pas recommandé, car l'accroissement du rendement pourrait ne pas être suffisant pour couvrir les investissements en engrais. Réduire le nombre de bananiers pour réduire l'ombrage peut améliorer les avantages de l'engrais dans de tels champs.

Par conséquent, la gestion du feuillage est importante afin de garantir l'équilibre nécessaire entre les clones et les caféiers. Le caféier doit être élagué correctement sinon les caféiers poussent trop haut, font de l'ombre aux clones et entravent le développement de nouveaux rejets.

Le caféier porte plus de fèves sur de nouvelles branches; par conséquent, il devrait être élagué afin que les tiges soient continuellement remplacées par de bons surgeons bien choisis chaque année. Les glucides produits par photosynthèse sont gaspillés quand un nombre excessif de vieilles tiges stériles sont préservées sur les caféiers.

L'avantage majeur d'une association banane-café correctement gérée est qu'elle permet une augmentation de la productivité et du revenu par unité de surface de terre (Figures 6 et 7). Ceci est démontré par le calcul de la proportion équivalente de terre (*LER*) où:

$$LER = \left[\frac{\text{rendement de la banane en association}}{\text{rendement de la banane en monoculture}}\right] + \left[\frac{\text{rendement du café en association}}{\text{rendement du café en monoculture}}\right]$$

Cette équation nous permet de comparer le rendement des associations avec le rendement des monocultures par unité de surface. Les rendements devraient être mesurés et introduits dans l'équation en tonnes par hectare (t/ha). Lorsque le rendement des associations est supérieur à celui des cultures individuelles plantées sur la même zone, la LER est supérieure à 1.

Par exemple, si le rendement des monocultures est de 1,5 t/ha de café et 25 t/ha de bananes et le rendement d'un système banane-café est de 1 t/ha de café et 15 t/ha de bananes, la LER est calculée comme suit:

$$LER = \left[\frac{15}{25}\right] + \left[\frac{1}{1,5}\right] = 1,26$$

Dans cet exemple, le rendement général est plus grand dans les associations par rapport aux monocultures.

Les revenus et la rentabilité sont souvent plus importants dans le cas des associations banane–café par rapport aux monocultures (Figure 7). Le rendement de la main-d'œuvre est aussi souvent plus élevé dans les systèmes banane-café parce qu'il faut moins de travail quand les cultures sont plantées ensemble que pour les monocultures du même secteur.

Par ailleurs, cultiver la banane et le café en association réduit le risque auquel les agriculteurs sont confrontés quand ils pratiquent la monoculture. Par exemple, il est peu probable que les deux cultures soient affectées en même temps par des insectes, des maladies,

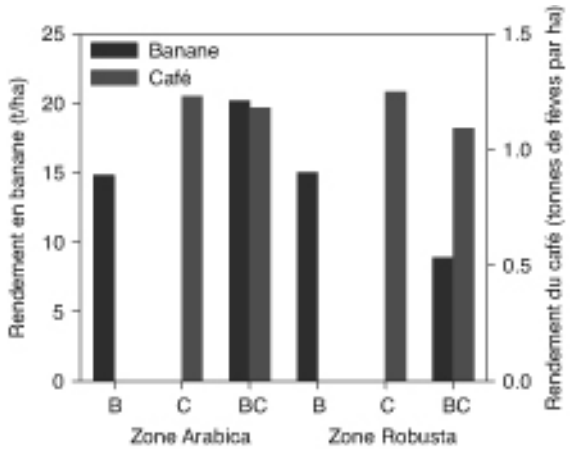



**Figure 6.** Comparaison des rendements de la banane et du café en monoculture et en associations en Ouganda.

ou le stress de sécheresse et que leurs prix du marché s'effondrent simultanément.

Cultiver la banane dans de jeunes plantations de café permet également à l'agriculteur d'obtenir un rendement de sa terre avant la phase productive de ses caféiers.

Sur base de l'équation ci-dessus, les LER pour les données présentées dans la Figure 10 ont été calculées comme suit:

$$\text{LER système arabica} = \left[\frac{20,2}{14,8}\right] + \left[\frac{1,20}{1,23}\right] = 2,3$$

$$\text{LER système robusta} = \left[\frac{8,9}{15,0}\right] + \left[\frac{1,10}{1,25}\right] = 1,5$$

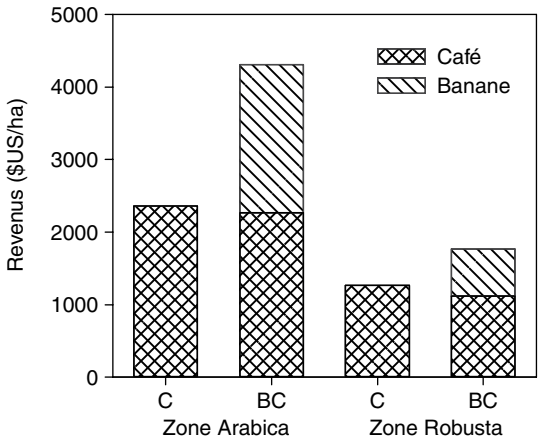



**Figure 7.** Comparaison des revenus de la banane et du café en monoculture et en associations en Ouganda.

Dans ces exemples, l'avantage de la culture intercalaire comparativement à la monoculture est supérieur dans un système arabica-banane par rapport au robusta-banane. Cultiver les bananiers et les caféiers en association peut réduire les besoins de main- d'œuvre. Par exemple, les deux récoltes bénéficient du paillis appliqué à la surface du sol qui inhibe la croissance de mauvaises herbes, réduisant les besoins en main-d'œuvre nécessaire pour désherber les caféiers quand ils sont cultivés en monoculture.

## Les écarts de rendement

Dans les systèmes de cultures pérennes, les erreurs commises lors de la plantation ont pour résultat un écart entre le rendement réalisable spécifique au site et le rendement véritable (Figure 8). Ces écarts de rendement persistent pendant toute la durée de vie du système de cultures intercalées mais peuvent être minimisés par la mise en place prudente du système. Les causes courantes des écarts de rendement sont les suivantes:

- Usage de matériel végétal de mauvaise qualité.
- Présence de bananiers et de caféiers hors-types dans le champ.
- Mauvais espacement des plantes.

Les écarts entre le rendement réalisable spécifique au site et le rendement véritable peuvent être réduits par les pratiques suivantes (Figure 8):

- Plantation de caféiers et de bananiers soigneusement sélectionnés avec l'espacement correct.
- Utilisation de résidus de récoltes comme paillis.
- Application d'engrais minéraux pour un apport de nutriments.
- Lutte contre les insectes et les maladies.
- Une bonne gestion agronomique (c'est-à-dire élagage, lutte contre les mauvaises herbes, drainage).

Ceci permettra l'absorption des nutriments appliqués et leur utilisation efficace par la plante qui les restituera au sol dans les résidus de récolte.

L'agriculteur devrait toujours viser une productivité qui donne le meilleur rendement économique possible. Viser le rendement le plus élevé possible pourrait ne pas donner le plus grand bénéfice et par conséquent, en règle générale, les agriculteurs devraient viser 60 à 80% du rendement réalisable spécifique au site en vue d'une utilisation efficace d'intrants et de bons rendements économiques.

Le rendement *maximum* enregistré en monoculture en Ouganda est supérieur à 70 t/ha/an pour la banane, plus de 3 t/ha/an pour le café robusta (grains verts) et plus de 2 t/ha/an pour le café arabica (grains verts). Dans la plupart des exploitations agricoles*, le rendement réel* de la banane et du café est généralement inférieur à 30% de ce rendement maximal.

De récentes enquêtes sur le terrain montrent que les rendements obtenus par la plupart des agriculteurs en Ouganda sont d'environ 10 à 20 t/ha/an de bananes fraîches mais les meilleurs agriculteurs atteignent plus de 30 t/ha/an (Wairegi, 2011).

Selon la FAO, la production moyenne de café en Ouganda est de 0,6 t/ha/an de grains verts, mais les meilleurs rendements sont d'environ 2 t/ha/an pour les deux variétés d'arabica et robusta. Ces rendements dans de nombreuses exploitations agricoles sont obtenus avec peu ou pas d'utilisation d'engrais, une gestion qui n'est pas optimale et peu d'attention à la lutte contre les insectes et les maladies.

Dans chaque zone de production, il est utile de rassembler les informations disponibles pour déterminer, en termes de production, le potentiel du site ainsi que le rendement économique maximal pour la banane et le café cultivés en association et en monoculture.

Par exemple, dans l'Est de l'Ouganda, nous estimons que le potentiel de rendement d'une bananeraie est de 66 t/ha/an en monoculture et 44 t/ha/an en association, tandis que pour le café le rendement est d'environ 2,5 t/ha/an tant en monoculture qu'en association. Par contre, dans l'Ouest de l'Ouganda, le potentiel de rendement pour les bananiers est de 66 t/ha/an en monoculture mais de 30 t/ha/an en association, et le rendement pour le café est d'environ 3 t/ha/an tant en monoculture qu'en association (Tableau 3).

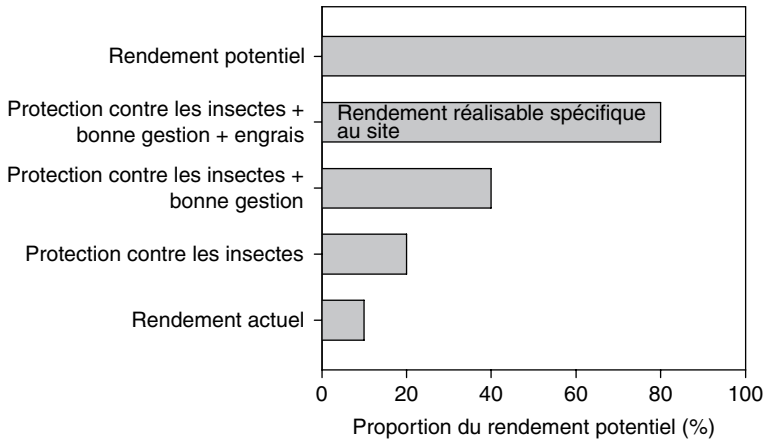



**Figure 8.** Effet de certaines contraintes agronomiques sur le rendement des systèmes banane-café.

Les rendements fort réduits dans les associations banane-robusta pourraient s'expliquer en partie par le fait que le robusta peut former un système racinaire plus vaste que l'arabica et serait donc plus compétitif.

Le risque d'insectes et de maladies pour le bananier est généralement localisé et l'incidence des ravageurs et des maladies du caféier dépend principalement de la variété cultivée. Souvent, le risque d'insectes et de maladies diminue avec la montée en altitude. Par exemple, les charançons du bananier représentent un plus grand problème au centre de l'Ouganda qu'au Sud-Ouest. Le robusta est très rarement affecté par la rouille du café, qui peut réduire considérablement les rendements de l'arabica. Par ailleurs, les dommages causés par la rouille du café sont souvent plus graves pour un café arabica dont l'état nutritionnel est mauvais.

Il est donc possible d'améliorer les rendements et de réaliser de bons retours sur investissements en gestion améliorée des cultures, en utilisant une quantité modérée d'engrais, une bonne technique d'élagage et une bonne gestion du paillis, ainsi qu'en faisant des investissements adéquats dans la lutte contre les ravageurs et les maladies.

**Tableau 3.** Exemple de potentiel de rendement d'un site et de rendement visé pour la banane et le café en monoculture et en association à l'Est et à l'Ouest de l'Ouganda.

| Culture | | Rendement (t/ha/an) | |
|---|---|---|---|
| | | Potentiel du site | Rendement visé |
| Banane-arabica | Banane en monoculture | >66 | 40 |
| | Café en monoculture | >2,5 | 2 |
| | Banane en association | >44 | 30 |
| | Café en association | >2,5 | 2 |
| Banane-robusta | Banane en monoculture | >66 | 40 |
| | Café en monoculture | >3,0 | 2,5 |
| | Banane en association | >30 | 25 |
| | Café en association | >3,0 | 2,5 |

**Contrôles clés**

L'association de la banane et du café est généralement plus rentable et plus robuste que la production de l'une ou de l'autre culture en monoculture.

La culture associée banane-café exige un approvisionnement adéquat en éléments nutritifs provenant du sol et des résidus de cultures recyclés qui fournissent paillis et engrais minéraux.

Il faut bien prendre soin de cette association en élaguant les caféiers et épamprant les bananiers, afin de maintenir un feuillage optimal pour les deux cultures.

A plus de 1.500 mètres d'altitude, les bananiers peuvent être intercalés avec l'arabica ; à plus basse altitude, ils peuvent être associés avec le robusta.

Les bananiers et les caféiers peuvent être plantés en même temps dans un système associé banane-café, ou les caféiers peuvent être introduits dans des bananeraies (la population de bananiers devrait être éclaircie afin de fournir suffisamment d'espace pour les caféiers), ou les bananiers peuvent être plantés dans une caféière (un élagage des caféiers pourrait s'avérer nécessaire afin de créer de l'espace pour les bananiers).

Le bananier offre de l'ombrage au caféier, allégeant le stress sur le café dû aux grandes variations de température dans le feuillage des caféiers et aux ravages du vent. Le bananier fournit aussi du paillis au système de culture, permettant le bon développement des racines pour les deux cultures.

Le feuillage, le système racinaire et le paillis fournis par les bananiers aident à minimiser les pertes de sol et améliorent la conservation de son humidité.

L'avantage majeur d'une association banane-café correctement gérée est qu'il y a une augmentation de la productivité et du revenu par unité de surface de terre.

L'association de la banane et du café atténue les risques auxquels les agriculteurs sont confrontés. En effet, il est peu probable que les deux cultures soient affectées en même temps par des insectes, des maladies, ou le stress de sécheresse et que leurs cours chutent simultanément.

Les écarts entre le rendement réalisable spécifique au site et le rendement réel peuvent être réduits par:

- la plantation de caféiers et de bananiers soigneusement sélectionnés avec l'espacement correct.
- l'utilisation de résidus de récoltes comme paillis.
- l'application d'engrais minéraux pour fournir les nutriments.
- la lutte contre les insectes et les maladies.
- une bonne gestion agronomique (c'est-à-dire l'élagage, la lutte contre les mauvaises herbes, le drainage).

Viser des récoltes qui produisent les meilleurs rendements économiques: en règle générale, les agriculteurs devraient viser 60 à 80% du rendement réalisable spécifique au site en vue d'un usage efficace des intrants et de bons rendements économiques.

# 3. Exigences relatives aux systèmes banane-café

## Les sols

Le bananier et le caféier poussent mieux sur des sols fertiles avec une texture limoneuse et une bonne capacité de rétention d'eau. Les sols doivent être bien drainés et non compactés ou caillouteux avec au moins une profondeur de 2 m. Des sols d'une plus grandes profondeur (plus de 3 m) qui permettent aux caféiers de développer une racine primaire et aux deux cultures de développer un système racinaire plus vaste sont préférables dans des zones touchées par une sécheresse saisonnière.

De grandes quantités de résidus de récolte et de fumier animal seront nécessaires pour améliorer la capacité de rétention d'eau des sols à texture légère (par exemple des terres sablo-limoneuses et du sable limoneux) et améliorer le stockage d'éléments nutritifs tout en réduisant les pertes par lessivage.

Le caféier pousse bien dans des sols d'une acidité modérée (pH> 5) mais le bananier préfère des sols d'un pH plus élevé (pH >5,5).

Les deux cultures poussent mieux dans des sols dont le potassium échangeable est élevé (>0,3 cmol/kg) et dont le taux d'azote total est supérieur à 0,15% (Tableau 4).

Néanmoins, on trouve le système banane-café sur une grande variété de sols. Les systèmes banane–café sont pratiqués en Ouganda sur des ferralsols fortement dégradés et à faible fertilité d'une texture limono- argilo-sableuse, argilo-sableuse, et argileuse (Figure 9) ainsi que sur des sols plus fertiles dans le Rift Albertin en République démocratique du Congo (RDC) (Figure 10).

Les sols couverts de systèmes banane–café en Ouganda contiennent généralement une quantité importante de matière organique du sol (>3%) et sont légèrement acides (pH <7) (Tableau 5). L'analyse pédologique révèle que les sols semblent avoir une grande quantité de nutriments, mais des essais d'engrais, des analyses foliaires et des observations visuelles ont démontré que des carences existent (voir ci-dessous). Une carte de carences en nutriments peut être dressée sur la base d'analyses du sol et du feuillage, ainsi qu'à partir du calcul des déséquilibres nutritifs des plantes (Figure 11).

De nombreux essais dans les champs des agriculteurs en Ouganda et dans d'autres régions d'Afrique de l'Est ont démontré que la mauvaise qualité des sols limite la production de banane et de café dans la grande majorité des cas (Wairegi, 2011). Les nutriments qui le plus communément s'avèrent les plus limitatifs sont l'azote, le phosphore, le potassium et le magnésium, mais l'importance relative de chaque carence nutritive varie entre les régions. Par exemple, alors que beaucoup de sols en Ouganda sont déficients en N et P, les ferralsols du centre de l'Ouganda dont l'état nutritif est faible sont également déficients en K et les cultures des zones volcaniques à l'Est de l'Ouganda sont souvent affectées par un déséquilibre en Mg (Figure 11).

À l'échelle d'une exploitation agricole, les champs à proximité de l'habitation sont généralement plus fertiles que les champs les plus éloignés, car les déchets ménagers (par exemple, épluchures de bananes, balayures), les résidus de récoltes et le fumier d'origine animale sont généralement appliqués à ces champs.

**Tableau 4.** Les caractéristiques idéales du sol pour la production de banane et de café

| Paramètre | Unités | Valeur |
|---|---|---|
| pH | 1,5 sol/eau | >5 |
| Matière organique* | % | >3,0 |
| Carbone organique du sol** | % | >1,7 |
| N total | % | >0,15 |
| P disponible | mg/kg | >15 |
| K échangeable | cmol/kg | >0,3 |
| Ca échangeable | cmol/kg | >2 |
| Mg échangeable | cmol/kg | >2 |

*Matière organique du sol = carbone organique du sol x 1,72. **Carbone organique du sol = matière organique du sol x 0,58

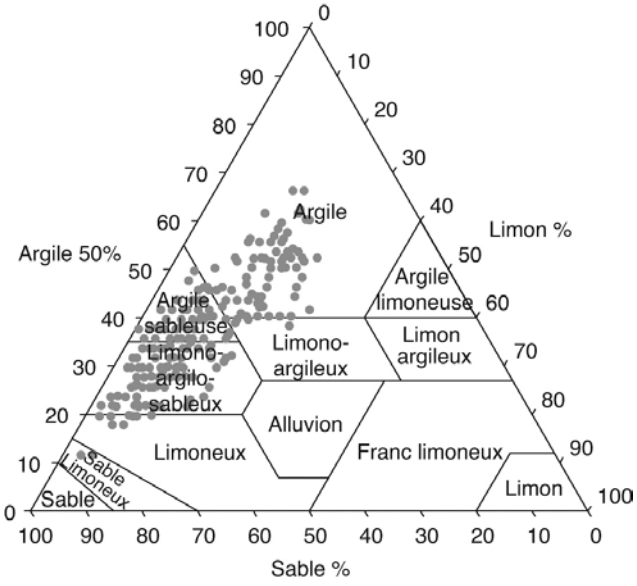



**Figure 9.** Texture du sol dans les grandes régions où on trouve les systèmes banane-café en Ouganda.

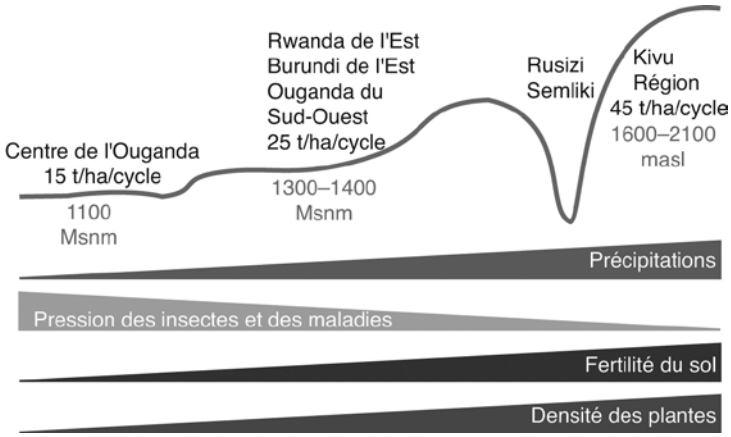



**Figure 10.** Section transversale montrant les régions du bassin du lac Victoria au Rift Albertin où le bananier est cultivé.

**Tableau 5.** Propriétés sélectionnées des sols pour les régions du Centre, du Sud , de l'Ouest et de l'Est de l'Ouganda.

| Propriété | Unités | Centre | Sud | Ouest | Est |
|---|---|---|---|---|---|
| Production de bananes | t/ha | 15 | 15 | 22 | 28 |
| pH | – | 6,4 | 6,7 | 5,6 | 6,3 |
| Matière organique du sol | % | 3,6 | 3,7 | 3,1 | 3,5 |
| Azote total | % | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| P disponible | mg/kg | 50 | 87 | 47 | 39 |
| K échangeable | cmol/kg | 1,7 | 2,5 | 1,5 | 3,8 |
| Ca échangeable | cmol/kg | 7,7 | 11,1 | 5,6 | 8,2 |
| Mg échangeable | cmol/kg | 1,5 | 2,5 | 1,3 | 1,8 |
| Ratio K/(Ca+Mg) | – | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,4 |
| Argile | % | 29 | 31 | 25 | 43 |

Sur des sols moins favorables, les bananiers peuvent être cultivés à des densités plus élevées (c'est-à-dire plus de 740 clones/ha) sans affecter le rendement des caféiers parce que les bananiers sont plus petits et moins compétitifs pour la lumière, les nutriments et l'eau.

## L'environnement agro-écologique

A une plus haute altitude (au-dessus de 1.500 m), les systèmes banane-arabica sont plus rentables que les systèmes banane-robusta. Toutefois, certaines variétés d'arabica des basses-terres (par exemple Catimor) donnent un bon rendement aux altitudes plus basses (c'est-à-dire au-dessus de 600 m), bien que leur profil de qualité soit considéré comme étant souvent inférieur aux variétés de café traditionnelles.

Bien que le large feuillage des bananiers puisse réduire l'impact de la pluie sur le sol et réduise par conséquent les pertes de sol, des terrasses et bandes d'herbes devraient être utilisées pour minimiser l'érosion du sol dans les zones où les systèmes banane-café sont pratiqués sur des parcelles où la pente est supérieure à 15%.

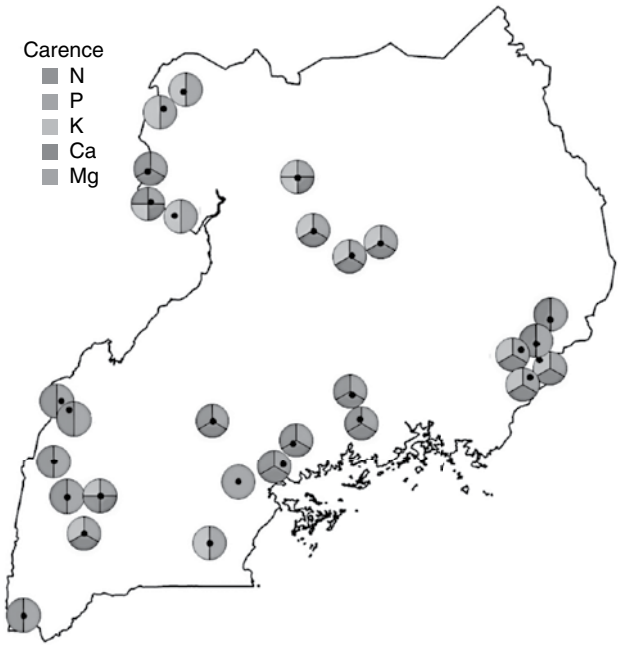



**Figure 11.** Carte des carences en nutriments pour les régions de l'Ouganda où on pratique des systèmes banane-café.

L'insuffisance des précipitations (soit moins de 900 mm/an) et le manque d'humidité du sol peuvent représenter des obstacles majeurs provoquant une réduction de la taille et du nombre

**Tableau 6.** Conditions optimales pour les systèmes banane-arabica et banane-robusta.

| Paramètre | Unités | Banane- café arabica | Banane- café robusta |
|---|---|---|---|
| Altitude | m | 600–2000 | 200–800 (mais pousse bien jusqu'à 1500m en Ouganda). |
| Pente | % | De niveau à pente légère. Conservation des sols requise où la pente est >15 %. | |
| Précipitations | mm/an | 1200–1800 | 1200-1800 mais peut tolérer >2000. |
| Température annuelle moyenne | °C | 18–21 | 22-26 mais ne peut pas tolérer des températures <5-6 ou de longues périodes <15. |
| Gel | | Le café arabica est affecté par le gel. | Le gel ne se produit pas. |
| Humidité annuelle moyenne | % | 70–80 | 80–90 |
| Vent et grêle | | Les bananiers sont endommagés par des vents forts et du vent combiné à la grêle. | |
| Effet de l'ombrage sur les bananiers | | Les bananiers préfèrent le plein soleil mais tolèrent un léger ombrage. | |
| Effet de l'ombrage sur le café | | Le café arabica requiert un ombrage modéré. | Le café robusta requiert un ombrage modéré et est plus résistant que l'arabica. |

de régimes de bananes produits (Figure 12). La couche protectrice de paillis fournie par les pseudo-troncs et les feuilles de bananiers ainsi que les produits de l'élagage des caféiers est par conséquent particulièrement précieuse dans les zones à faibles précipitations.

L'ombrage fourni par les bananiers adoucit les effets néfastes de la chaleur et de la sécheresse sur la croissance et la production du café. L'ombrage permanent est particulièrement important pour le café arabica, notamment quand l'utilisation d'engrais est irrégulière en raison de problèmes de disponibilité et de coût.

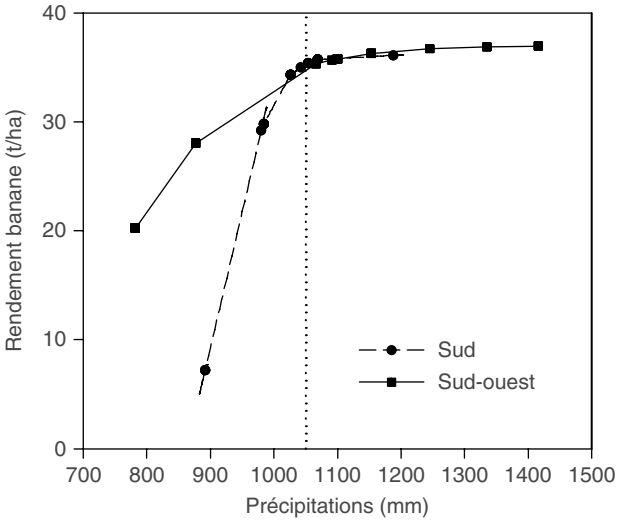



**Figure 12.** L'effet des précipitations sur la production de banane dans deux régions de l'Ouganda.

Les bananiers devraient être plantés environ six mois avant les caféiers, afin que les clones offrent suffisamment d'ombrage quand les plants de caféiers sont plantés. Des vents forts peuvent endommager même les bananiers mûrs en déchiquetant et en déchirant les feuilles et en déracinant les plantes. Si les vents forts sont fréquents, un brise-vent fait d'arbres (par exemple, mbula, nkulumire, msenefu, *Croton megalocarpus* ) devrait être érigé en rangs de 5–10 m d'intervalle autour du champ avant la plantation de systèmes banane-café.

## Contrôles clés

Sélectionner des sols fertiles et bien irrigués avec une bonne capacité de rétention d'eau et un pH supérieur à 5.

Des sols d'une plus grande profondeur (plus de 3 m) qui permettent aux caféiers de développer une racine primaire et aux deux cultures de développer un système racinaire plus vaste sont préférables dans des zones touchées par une sécheresse saisonnière.

Une faible fertilité des sols limite la production de bananes et de café dans la plupart des cas: Les nutriments qui généralement s'avèrent les plus limitatifs sont N, P, K et Mg.

Mettre un système en place dans les zones où les précipitations sont inférieures à 900 mm/an.

Mettre en place des mesures de conservation des sols, telles que les bandes de terrasses et les bandes herbeuses, sur les terrains en pente.

Sur des sols moins favorables, les bananiers peuvent être cultivés à des densités plus élevées (c'est-à-dire plus de 740 clones/ha) sans affecter le rendement des caféiers parce que les bananiers sont plus petits et moins compétitifs pour la lumière, les nutriments et l'eau.

Le paillis fourni par les pseudo-troncs et les feuilles de bananiers ainsi que les produits de l'élagage des caféiers est particulièrement précieux dans les zones à faibles précipitations.

Si les vents forts sont fréquents, un brise-vent fait d'arbres devrait être érigé autour du champ avant la plantation de systèmes banane-café.

# 4. Mise en place des systèmes banane-café

## Introduction

Pour éviter de fréquents repiquages, il est préférable de sélectionner un type de bananiers capable de produire des régimes sur de nombreux cycles, même quand cultivé en association avec les caféiers. Par exemple, les rejets de plantains sont lents à établir juste après que la souche mère ait fleuri, par rapport aux bananiers des hauts plateaux d'Afrique de l'Est.

En Ouganda, les agriculteurs préfèrent les plus grandes variétés de bananiers pour les cultures intercalaires parce que le feuillage des bananiers est bien au-dessus de celui du café et ne concurrence donc pas les caféiers plus courts pour l'espace. Le choix dépendra des objectifs de production de l'agriculteur, que la banane soit cultivée pour la nourriture, la fabrication de bière ou comme culture de rente.

Des pépinières devraient être établies ou des fournisseurs de matériel végétal identifiés pour que les rejets de bananiers et les plants de caféiers soient disponibles au début de la saison de culture. Les bons rejets de bananiers exigent à peu près 2 à 6 mois en pépinière et les plants de caféiers environ 12 à 18 mois.

Les cultures devraient de préférence être plantées au début de la saison des pluies afin que les plantes s'enracinent bien avant le début de la saison sèche. Pour atteindre une population d'environ 740 clones et 2222 caféiers arabica par hectare, les bananiers peuvent être espacés de 4,5 m × 3 m, et les caféiers de 3 m × 1,5 m (Figure 13).

Avant que les bananiers et les caféiers n'arrivent à maturité, ils peuvent être intercalés avec des cultures annuelles courtes, qui doivent être plantées à une distance de 0,5 à 1,0 m des bananiers et des caféiers. Les cultures annuelles fournissent de la nourriture et des revenus à l'agriculteur avant que les bananiers et les caféiers arrivent à maturité.

Les types de légumineuse qui fixent l'azote, comme les haricots nains ordinaires, sont préférables parce que leurs résidus de récolte fournissent de l'azote aux bananiers et aux caféiers quand ils sont restitués au sol.

En outre, les cultures annuelles aident à réprimer la croissance des mauvaises herbes et donnent à l'agriculteur la motivation d'enlever les mauvaises herbes autour des jeunes bananiers et caféiers avant le début des rendement des cultures pérennes.

## Plantation de caféiers dans des champs de bananiers

La première étape consiste à procéder à une évaluation de la densité des clones et de leur distribution pour déterminer s'il faut éclaircir les bananiers avant de les intercaler avec les caféiers. En règle générale, il devrait y avoir environ 740 clones par ha dans la zone choisie pour une association avec les caféiers (voir le tableau 7 et la figure 13). Si l'éclaircissement est nécessaire, disposer des clones les moins productifs ou qui sont malades.

Environ trois mois avant le moment de la plantation (c'est-à-dire le début de la saison des

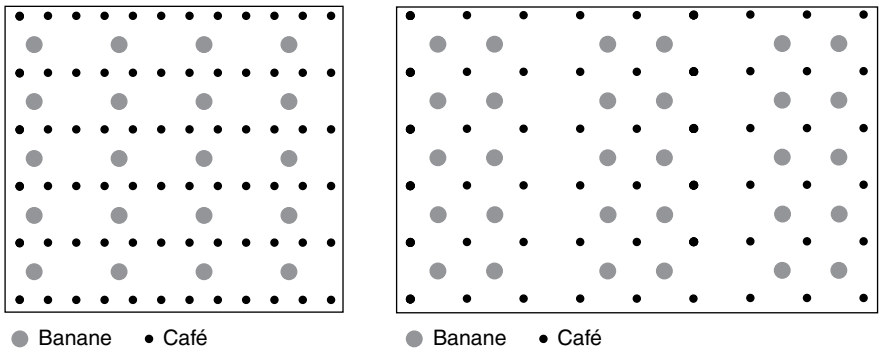



**Figure 13.** Exemples d'espacement et de plants organisés dans des systèmes banane-café arabica (a) et robusta (b).

**Tableau 7.** Espacement de plants et densité de plantation suggérés pour les systèmes bananiers–caféiers.

| Système | Culture | Espacement | | Densité |
|---|---|---|---|---|
| | | Entre les rangées | Sur les rangées | |
| | | m | m | plants/ha |
| Monoculture | Café arabica | 3 | 1,5 | 2222 |
| | Café robusta | 3 | 3 | 1111 |
| | Banane | 3 | 3 | 1111 |
| Intercalés | Café arabica | 3 | 1,5 | 2222 |
| | Banane | 3 | 4,5 | 740 |
| | Café robusta | 3 | 3 | 1111 |
| | Banane* | 3 et 6* | 3 | 740 |

*Doubles rangées, 3 m entre les deux rangées, 6 m entre doubles rangées

pluies), marquer les trous pour la plantation des caféiers dans la bananeraie (les espacements suggérés des plants sont donnés dans le tableau 7).

Dans une ancienne bananeraie, les clones ne sont plus alignés, car la position de la souche mère se déplace chaque fois qu'un clone est récolté (Figure 2). Marquer les rangs pour la plantation de caféiers implique inévitablement des compromis pour ajuster les caféiers entre les clones. L'important est d'essayer de maintenir, autant que possible, l'espacement idéal des caféiers (Figure 13). Les trous pour la plantation des caféiers devraient avoir 0,4 m de diamètre et 0,4 m de profondeur.

Un mois avant la saison des pluies, remplir le trou avec du sol de surface mélangé à du fumier organique (par exemple, mélange 1/1/1 de sol, fumier animal et compost), 0,1 kg de superphosphate triple (TSP), nématicide ou insecticide (si des parasites tels que les nématodes ou termites représentent un problème), et 0,1 kg de chaux (si le pH du sol est inférieur à 4). Amonceler du sol sur le trou pour permettre le tassement et ajouter du sol après un mois, autant que nécessaire.

Planter les caféiers après le début de la saison des pluies quand le sol est humide à 60 cm de profondeur environ.

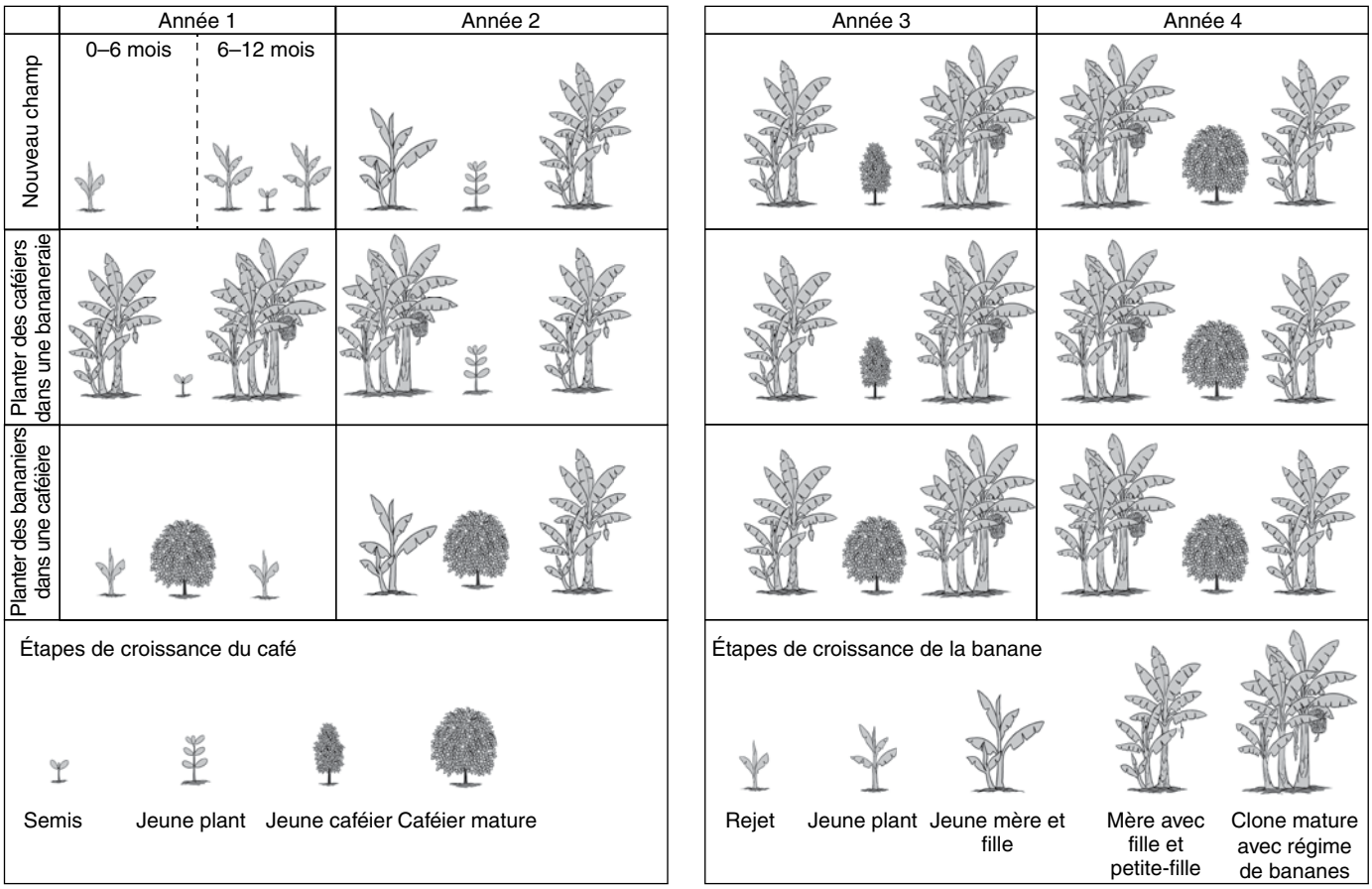



**Figure 14.** Étapes du développement des systèmes banane-café des la plantation à la récolte.

L'espace entre les bananiers et les caféiers peut être utilisé pour intercaler des cultures annuelles non–grimpantes comme les haricots nains et les tomates.

Si l'ombrage des bananiers n'est pas suffisant, couvrir les caféiers les six premiers mois après la plantation avec des feuilles ou d'autres matières végétales. Au cours des deux premières années, gérer les clones avec soin pour s'assurer qu'ils continuent à fournir de l'ombrage mais éviter de les 'déplacer' dans un rayon d'1 m des jeunes caféiers.

La croissance des rejets de bananiers peut être affectée par les caféiers à mesure qu'ils poussent plus grands et broussailleux. Il est par conséquent nécessaire de gérer le feuillage des caféiers par l'élagage, surtout dès la troisième année après la plantation, afin de s'assurer que les rejets de bananiers émergents reçoivent suffisamment de lumière.

## Plantation de bananiers dans des champs de caféiers

Procéder à une évaluation de la densité des caféiers et de leur distribution pour vérifier s'ils doivent être élagués avant de les intercaler avec les bananiers.

En règle générale, il devrait y avoir environ 1100 caféiers (robusta) par ha et 2200 caféiers (arabica) dans la zone à cultiver en association avec les bananiers (Figure 13).

Il peut s'avérer nécessaire de disposer de rangs entiers de caféiers pour dégager suffisamment

d’espace pour la culture en association café-banane. Dans la mesure du possible, les caféiers les moins productifs devraient être enlevés de prime abord.

Trop d’ombrage des caféiers mûrs peut présenter un sérieux problème pour les rejets de bananiers récemment plantés. Pour éviter de trop ombrager les jeunes bananiers, le meilleur moment pour les introduire serait lors d’une modification du cycle du café (c’est-à-dire un rajeunissement des caféiers par taille en têtard ou émondage considérable). Le changement prend environ deux ans, et donne aux bananiers suffisamment de temps pour atteindre la maturité avant que la production du café ne reprenne.

L’établissement d’une bananeraie peut également s’effectuer quand des variétés améliorées de caféiers sont introduites dans une ancienne plantation de café, notamment lorsque les nouvelles variétés de café sont introduites par surgreffage (c’est-à-dire en greffant de nouvelles variétés sur de vieilles tiges de caféiers) ou en déracinant et en remplaçant les caféiers en place. Il peut également être possible de convertir un champ de caféiers sur plusieurs années en intercalant chaque année une partie de l’exploitation de la caféière avec des bananiers.

Par exemple, pour modifier le cycle de café au cours d’une période de trois ans, le champ de caféiers peut être partitionné en trois blocs, et le changement peut être effectué en un seul bloc chaque année.

Environ trois mois avant la période de plantation, marquer les positions des bananiers et préparer les trous pour la plantation ( 0,6 m de profondeur par 0,6 m de diamètre). Un mois avant la saison des pluies, remplir le trou avec du sol de surface mélangé au fumier organique (par exemple, mélange 1/1/1 de sol, fumier animal et compost), 0,2 kg de superphosphate triple (TSP) (ou d’autres types d’engrais comme 0,2 kg de phosphate diammonique (DAP), 0,4 kg de NPK 17-17-17), du nématicide ou insecticide (si des parasites tels que les nématodes ou termites des racines représentent un problème), et 0,2 kg de chaux (si le pH du sol est inférieur à 4). Entasser le sol sur le trou pour permettre le tassement et ajouter du sol après un mois, autant que nécessaire.

Dès le début des pluies, planter les rejets de bananiers dans les trous et ensuite semer les cultures annuelles dans les espaces libres. Les bananiers seront plus courts que les caféiers dans la première année. Ceci signifie que le feuillage des caféiers doit être régulièrement réduit en l’élaguant pour optimiser la quantité de l’ombrage projeté sur les rejets de bananiers récemment plantés.

### Création de nouvelles exploitations de bananiers et de caféiers intercalés

Préparer la terre six mois avant le début de la saison pluvieuse en enlevant toutes les souches d’arbres et les mauvaises herbes.

Marquer la position des trous de plantation pour les bananiers et les caféiers (voir le tableau 7 et la figure 13) et préparer les trous pour les bananiers trois mois avant le début de la *petite* saison des pluies et trois mois avant le début de la *grande* saison des pluies pour les caféiers. Les bananiers devraient être plantés au moins six mois avant les caféiers.

Il serait avantageux d'établir une couverture temporaire un an avant la plantation des caféiers en utilisant des espèces de légumineuse comme la tephrosia (*Tephrosia vogelii*) ou le pois d'Angole (*Cajanus cajan*). L'ombrage temporaire peut être enlevé petit à petit pendant les 18 premiers mois après la plantation des caféiers. Au cours de cette période, les produits d'émondage de la tephrosia fournissent un paillis d'une forte teneur en N qui bénéficie à la fois aux caféiers et aux bananiers.

Quelquefois les arbres plantés pour donner de l'ombrage temporairement sont retenus après que les caféiers soient arrivés à maturité. Par exemple, dans les systèmes banane-café au pied du Mont Kilimandjaro en Tanzanie, l'ombrage et le paillis durant les phases d'immaturité et de maturité sont fournis par le grevillea *(Grevillea robusta),* une non-légumineuse cultivée pour le bois.

### Choix des plants: le bananier

Le choix des plants est une partie importante de la mise en place d'un système banane-café productif et rentable à cause des divers usages économiques et de l'adaptation à différents environnements.

### Types et variétés

La banane des hauts plateaux d'Afrique de l'Est (cuisine/brassage) est une variété courante sur les hauts plateaux d'Afrique orientale et centrale, tandis que le plantain est plus populaire dans les basses-terres d'Afrique centrale et dans la zone forestière humide d'Afrique de l'Ouest.

Il est généralement préférable de sélectionner des cultivars de banane pour la culture intercalaire qui ont les caractéristiques suivantes:

- Grands à maturité.
- Tolérants au stress (par exemple, faible fertilité des sols, concurrence) mais pas excessivement compétitifs.
- Suffisamment robustes pour être récoltés sur de nombreux cycles.
- Tolérants l'ombrage, en particulier lorsque les rejets sont jeunes.
- Feuilles érigées, surtout lorsqu'ils sont jeunes, mais fournissant de l'ombrage quand ils sont mûrs.

Les variétés suivantes sont couramment utilisées en Afrique de l'Est et de l'Ouest:

- On peut trouver la banane des hauts plateaux d'Afrique de l'Est dans la plupart des zones bananières d'Afrique de l'Est.
- Le Pisang Awak ou Kayinja (un bananier exotique destiné au brassage) est cultivé sur des sols moins fertiles au Rwanda et en Ouganda.
- Yangambi km5 est populaire à l'Est de la République Démocratique du Congo, à l'Ouest du Rwanda, et dans la Vallée de Rusizi à la frontière avec le Burundi.

Les variétés qui d'habitude se multiplient agressivement (c'est-à-dire produisent beaucoup

de rejets par plante mère) ne sont pas préférables parce qu'elles exigent un épamprage plus rigoureux qui requiert beaucoup de main-d'œuvre pour éviter une concurrence excessive.

### Plants

Les variétés traditionnelles de plants de bananes et d'hybrides sont généralement disponibles sous forme de rejets, vitroplants et plantes reproduites par macro-propagation (Photo 5). D'autres matériaux végétaux qui d'ordinaire ne sont pas utilisés sont les tout premiers rejets avec des sommets coupés et des bulbes avec rejets baïonnette attachés.

En utilisant les rejets, utiliser les rejets baïonnette et éviter les gourmands. Les rejets baïonnette ont des feuilles étroites et produisent de gros régimes. Les gourmands ont de larges feuilles, ne sont pas bien attaché au bulbe et produisent de plus petits régimes (Photo 5).

Les rejets de bananiers peuvent être déracinés d'une bananeraie, d'un champ d'un voisin, d'une pépinière commerciale ou d'une station de recherche et transplantés dans un nouveau champ. Les agriculteurs peuvent effectuer la macro-propagation mais la culture in vitro est réalisée en laboratoire par un personnel formé.

### Préparer les rejets pour la plantation

Les étapes fondamentales sont les suivantes:

- Choisir et déterrer les rejets sains de plantes mères sélectionnées.
- Enlever les racines du rejet.
- Peler le bulbe.
- Stériliser le bulbe pelé, de préférence dans de l'eau bouillante pendant 20 à 30 secondes, ou alternativement dans une solution contenant un pesticide (par exemple, l'éthoprophos) pour tuer les nématodes et les larves de charançons.

Des plants de banane uniformes, exempts de parasites et de maladies, facilement transportables, plus vigoureux que les gourmands et qui peuvent être produits en grands nombres par macro-propagation ou culture in vitro (Photo 5).

### Préparation de plants par macro-propagation

Les étapes fondamentales sont les suivantes:

- Choisir et déterrer des rejets baïonnette sains et provenant des plantes mères. Les clones sains et ayant des caractéristiques désirables peuvent être étiquetés et les rejets destinés à la propagation retenus pendant la gestion courante du champ.
- Enlever les racines du rejet, peler et stériliser le bulbe (voir ci-dessus). Peler les gaines de feuilles pour exposer les bourgeons.
- Couper chaque bourgeon exposé en longueur au centre pour encourager la croissance de nombreuses plantules à partir d'un bourgeon.
- Éliminer le principal point de végétation sur le bulbe en coupant son centre en longueur ou en supprimant les tissus mous du milieu.

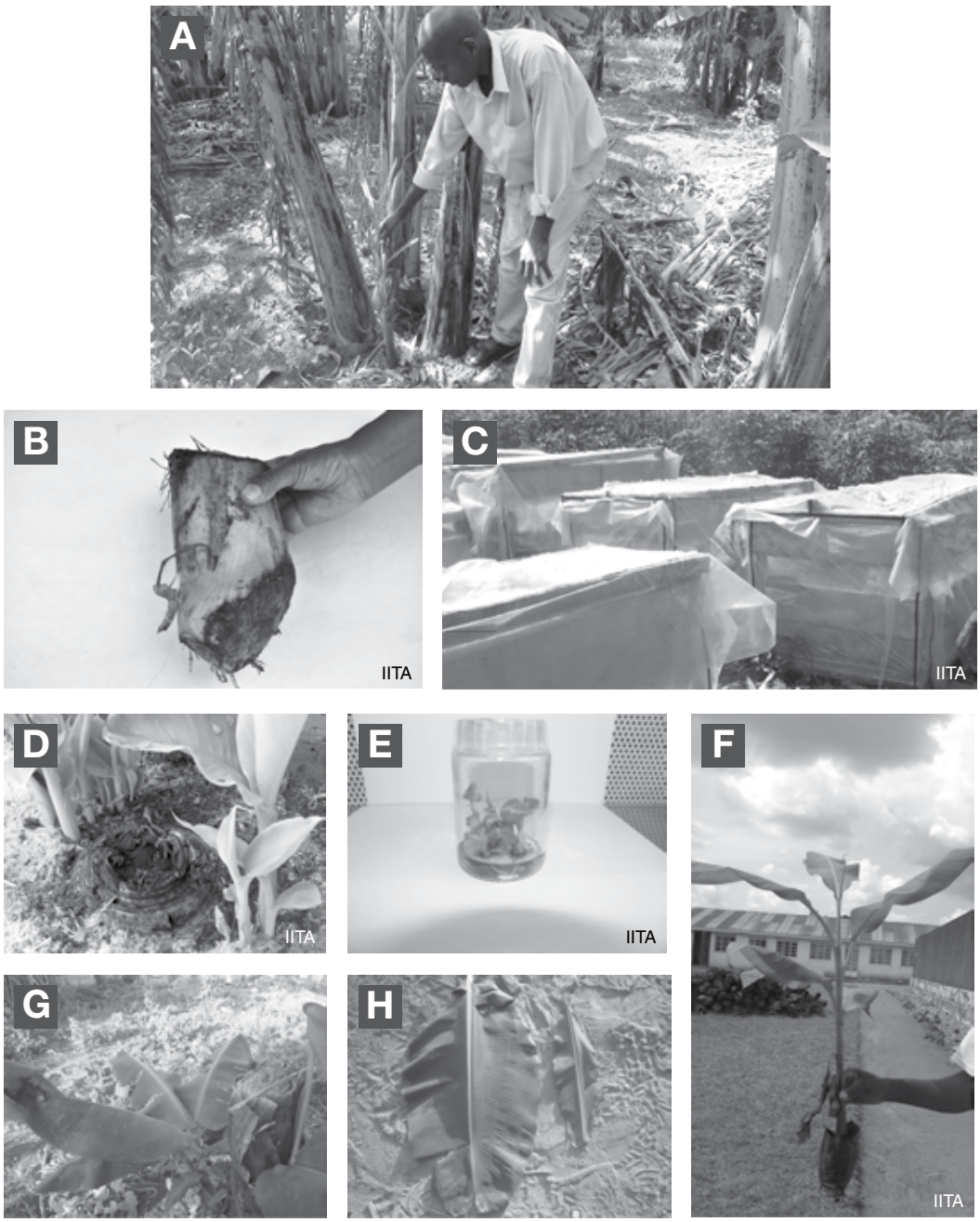



**Photo 5.** Plants de bananes. (**A**) Les rejets baïonnettes, contrairement aux gourmands, sont étroitement reliés à la mère, ont un bulbe bien-développé et représentent de bons matériaux de plantation. (**B**) Pour lutter contre les nématodes et les charançons, le rejet est préparé en enlevant toutes les racines, en pelant le bulbe et en le plongeant dans de l'eau bouillante pendant 30 secondes. (**C**) La macro-propagation, qui peut être faite par les agriculteurs, est un système de multiplication rapide des plantes, et peut être très utile pour répondre aux besoins des agriculteurs pour des cultivars récemment introduits. (**D**) Un bulbe peut produire un grand nombre de plantules en même temps. (**E**) La micro-propagation, effectuée en laboratoire, produit des plantules sans insectes et sans maladies, de taille uniforme et qui ont une forte croissance. (**F**) Les plantules issues de la macro-propagation exigent une gestion plus rigoureuse que les rejets baïonnettes pour bien s'implanter et donner de bons rendements. (**G**) Les gourmands, plus superficiellement attachés à une tige de laquelle la mère a été récoltée, ne sont pas de bons plants. (**H**) Les gourmands et les rejets baïonnettes sont faciles à distinguer parce que les feuilles des rejets sont grandes et larges et celles des rejets baïonnettes sont petites et tranchantes.

- Stériliser le substrat d'enracinement (par exemple, de la sciure, de la terre, des coques de café), pendant environ 2 à 4 heures, et le placer dans une chambre d'humidité.
- Placer les bulbes dans une chambre d'humidité et d'eau à température élevée. La chambre d'humidité peut être une simple boîte en bois sur laquelle un cadre est érigé et recouvert d'un film de polythène clair.
- Des plantules commencent à germer au bout de 1 à 2 mois. Détacher les plantules qui ont trois feuilles.
- S'il n'y a qu'un seul plant qui pousse d'un bourgeon, couper le plant, puis couper le centre du bourgeon en longueur pour stimuler la germination de plusieurs plantules.
- Planter les plantules détachées avec au moins trois racines dans des sacs en plastique contenant un mélange d'empotage (mélange 1/1 de sol et de fumier animal suffisamment mûri). Les plantules avec moins de trois racines doivent être replantées en chambre humide.
- Acclimater les plantules pour un mois dans une pépinière ombragée et veiller à ce qu'elles soient bien arrosées.
- Se débarrasser des plants anormaux avant la plantation au champ.

### Préparation de plants par micro-propagation

Les plants micro-propagés (ou vitroplants) sont d'abord cultivés en laboratoire et transférés ensuite dans une pépinière pour acclimatation. Le principal avantage des plants micro-propagés est qu'ils sont uniformes, sains et peuvent être produits en grands nombres et à bas coût.

Les agriculteurs peuvent effectuer le processus d'acclimatation ou acquérir des plants après acclimatation quand ils sont prêts pour la plantation.

Si l'acclimatation est nécessaire:

- Placer les plants en chambre d'humidité pendant 3 à 6 semaines.
- Retirer de la chambre d'humidité et placer à l'ombre pendant une durée ne dépassant pas deux mois.
- Les plants sont alors plantés au champ.

Les plantules issues de la macro-propagation et de la culture in vitro sont plus fragiles que les plants provenant de bourgeons et exigent une gestion prudente (c'est-à-dire faire attention pendant le repiquage, l'arrosage et l'application d'engrais) pendant les six premiers mois après la plantation sur terrain.

### Choix des plants: le caféier

### Types et variétés

Envisager de planter les variétés les plus récentes (par exemple Ruiru 11 et Batian au Kenya, les hybrides de café TaCRI arabica en Tanzanie) car elles sont souvent non seulement plus résistantes aux insectes et aux maladies mais aussi d'un potentiel de rendement plus élevé.

Par exemple, en Ouganda, il y a sept nouveaux types de caféiers robusta résistants à la *fusariose* et, au Kenya, certaines variétés d'arabica (par exemple, Ruiru 11, un hybride nain) ont été récemment lancées, plus résistantes à la rouille orangée du caféier et aux scolytes des fèves du café que les variétés couramment cultivées comme le Bourbon.

Il est généralement préférable de sélectionner des cultivars pour la culture intercalaire qui sont:

- Tolérants à la concurrence mais pas trop compétitifs.
- Pas trop grands à maturité pour éviter d'ombrager les bananiers (c'est-à-dire environ 1 à 2m plus courts que les bananiers à maturité).
- D'une stature compacte pour laisser de l'espace aux bananiers.

Outre la sélection de caféiers avec ces caractéristiques, bien gérer le feuillage des bananiers et des caféiers afin de réduire la concurrence entre les deux cultures.

## Plants

Les caféiers arabica sont des plantes à pollinisation directe, hautement uniformes et invariablement issues de semences tandis que les caféiers robusta, qui sont des variétés à pollinisation croisée, sont généralement propagés par voie végétative (Photo 6).

Les caféiers arabica cultivés à partir de semences ont une profonde racine primaire et peuvent récupérer l'eau d'une plus grande profondeur du sol. Il est également pratique de produire un grand nombre de plants à partir de semences. L'arabica étant un caféier à pollinisation directe, les plants sont très uniformes.

L'uniformité du robusta est obtenue par la multiplication de boutures à partir d'arbres mères soigneusement sélectionnés individuellement et hautement productifs. Les plants multipliés par voie végétative sont identiques et ont les mêmes caractéristiques que l'arbre mère. Les plants multipliés par voie végétative sont souvent qualifiés de café « clonal ». La phase d'immaturité est plus courte pour les plants cultivés à partir de boutures en comparaison avec les plants provenant de semences.

Des greffons à haut rendement provenant d'arbres mère sélectionnés peuvent également être greffés sur de vieilles souches d'arabica et de robusta pour améliorer une caféière. L'avantage de cette pratique est d'introduire rapidement, c'est qu'une nouvelle variété sans avoir à retirer et replanter les caféiers existants. Quelle que soit la technique utilisée, il est conseillé de planter des caféiers robusta provenant d'une variété d'arbres mères favorisant la pollinisation des fleurs et ultérieurement une nouaison améliorée, et réduisant les risques qu'une seule variété ne soit touchée par des parasites ou maladies particuliers.

Les agriculteurs devraient acheter des plants de robusta cultivés à partir de boutures, auprès d'une pépinière reconnue.

Les plants d'arabica peuvent être cultivés à partir de semences par l'agriculteur ou achetés "prêts à planter" auprès d'une pépinière reconnue. Dans certains pays (par exemple, au Kenya et en Ouganda), les pépinières ne peuvent être établies qu'après consultation avec des établissements mandatés pour le maintien des populations de café et la fourniture de matériel de plantation aux producteurs de plants.

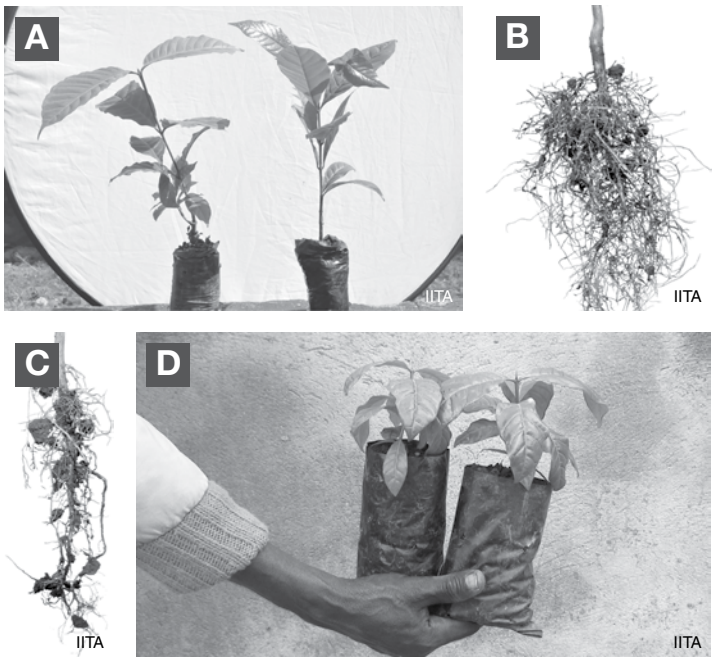



**Photo 6.** Matériel de plantation du café. (**A**) Un plant de Robusta issu d'une bouture (à gauche) et un plant d'Arabica issue d'une semence (à droite). Le plant de Robusta est plus vigoureux. (**B**) Racines d'un plant de Robusta cultivé par reproduction végétative. Les racines d'un plant de Robusta cultivé par reproduction végétative sont plus fibreux et s'entrelacent avec ceux de la banane plus que ceux d'Arabica. (**C**) Racines de plants d'Arabica cultivés à partir de semences. L'Arabica cultivé à partir de semences a une racine primaire et peut obtenir des nutriments d'une plus grande profondeur du sol. (**D**) La culture in vitro est réalisée en laboratoire pour une multiplication rapide de plants.

Pour produire des plants à partir de boutures, les producteurs établissent des jardins mères afin de fournir du matériel pour les boutures.

## Espacement

L'espacement des plants pour les bananiers et les caféiers doit être choisi de sorte que les deux cultures puissent continuer à produire à long terme. Si les bananiers sont trop rapprochés, ils ombrageront les caféiers et réduiront le rendement de ces derniers. Si les caféiers sont plantés trop près des bananiers, ils risquent d'ombrager les jeunes rejets des clones adjacents.

Il faut chercher à obtenir à peu près 700–800 clones/ha, 2000–2400 caféiers arabica/ha ou 1000–1200 caféiers robusta/ha (Tableau 7). La densité optimale dépendra du type du sol local, de la disponibilité de l'eau et des matières nutritives, de la taille des plantes, des prix des denrées et des objectifs de production.

L'espacement et la disposition des caféiers doivent être modifiés en fonction de la taille et des habitudes de croissance d'une variété particulière, de la topographie (c'est-à-dire culture sur terrain plat par ou en terrasses) et si le désherbage et d'autres pratiques sont effectués en utilisant des tracteurs. L'espacement est généralement plus large (plus faible population végétale) sur des sols plus fertiles avec de meilleures précipitations parce que les caféiers sont plus grands par rapport aux caféiers cultivés sur des sols pauvres avec de faibles précipitations.

Un plus petit espacement peut être adapté avec les variétés de petite taille et un espacement

plus important pour les variétés avec des branches plus longues et une plus grande taille. Le producteur de semences offre généralement des conseils appropriés sur l'espacement des caféiers.

Par exemple, au Kenya, l'espacement généralement recommandé pour l'arabica est 2 m sur 2 m pour permettre un espace suffisant entre les rangs pour le contrôle chimique des mauvaises herbes. Par contre, un espacement plus petit de 1,5 m entre les rangées est recommandé pour les variétés d'arabica Ruiru et Batian sur un terrain plat, produisant une population de plantes légèrement plus grandes.

Comme la position de la tige mère se déplace de 0,3 à 0,5 m environ par génération, des rangées distinctes de clones disparaissent après quelques années. À ce stade, il est important de vérifier si la population de bananiers reste entre 700 et 800 clones/ha en effectuant un recensement.

La population des clones dans une bananeraie peut être estimée en comptant le nombre de plantes mères dans le rayon (mesuré avec un morceau de corde) d'une plante mère centrale. Par exemple:

- Si le nombre de clones dans un rayon de 9m est 15, la population de clones est 15 × 40 = 600 clones/ha.
- Si le nombre de clones dans un rayon de 9m est 20, la population de clones est 20 × 40 = 800 clones/ha.

**Contrôles clés**

- Sélectionner des types de bananiers et caféiers qui ne sont pas fortement affectés par le système de cultures en association.
- Creuser des trous de plantation trois mois avant la saison des pluies; les remplir avec un mélange de fumier, d'engrais et de sol un mois avant la saison des pluies.
- Planter au début des pluies quand le sol est humide à une profondeur de 60 cm au moins.
- Planter des cultures annuelles courtes à une distance de 0,5 à 1 m des jeunes clones et des caféiers.
- Intercaler de grandes variétés de bananiers avec des variétés de caféiers courtes et compactes.
- Planter des rejets de bananiers sains et des variétés de plants de caféiers recommandés pour votre région.
- Chercher à obtenir environ 700–800 clones de bananiers/ha, 2000–2400 caféiers arabica/ha ou 1000–1200 caféiers robusta /ha (Tableau 7).

# 5. Gestion des systèmes banane-café

## Pratiques de gestion intégrée de la fertilité des sols pour les systèmes banane-café

La gestion intégrée de la fertilité des sols (GIFS) peut être définie comme suit:

> *Un ensemble de pratiques de gestion de la fertilité du sol, y compris l'utilisation intégrée des engrais, des intrants organiques et des germoplasmes améliorés, combinées avec les connaissances sur la façon d'adapter ces pratiques aux conditions locales, en vue d'optimiser l'utilisation agronomique efficace des nutriments appliqués et par conséquent l'accroissement du rendement des cultures. Tous les intrants doivent être gérés suivant des principes agronomiques et économiques rationnels.*

Plus simplement, GIFS signifie "*semences améliorées plus engrais plus fumier (ou matière organique) et une meilleure gestion des cultures et de meilleures pratiques culturales*". L'objectif est de combiner toutes les composantes agronomiques nécessaires pour une croissance et un rendement optimaux des cultures, y compris l'utilisation de matériels de plantation sains à haut rendement, de nutriments pour les plantes (qu'ils soient sous forme de matières organiques ou d'engrais minéraux) et d'autres amendements du sol.

La section précédente a traité de "semences améliorées". Dans cette section, nous abordons les étapes qui doivent être franchies afin d'assurer le meilleur rendement de banane et de café, en commençant par de simples pratiques de gestion agronomique.

### Gestion du feuillage

La gestion du feuillage consiste à établir un nombre correct de bananiers et de caféiers dans un champ et ensuite ajuster la surface foliaire des bananiers, des caféiers et l'ombrage temporaire et permanent par élagage, conduite et éclaircissement pour arriver à ce qui suit:

- Les bananiers fournissent la quantité adéquate d'ombrage aux caféiers.
- Les caféiers sont élagués pour que les rejets de bananiers reçoivent une lumière du soleil suffisante pour se développer convenablement.
- Les caféiers sont élagués pour que les tiges soient continuellement remplacées et qu'une lumière suffisante pénètre chaque caféier pour stimuler la floraison.
- Le feuillage des bananiers mûrs est bien au-dessus du feuillage des caféiers (par exemple, 1 m au-dessus) et fournit un ombrage dispersé.
- La concurrence entre les plantes est réduite, les attaques d'insectes et de maladies sont réduites et l'application de produits agrochimiques à l'aide de pulvérisateurs à dos est pratique.

### Gestion du feuillage des bananiers

Les rejets de bananiers de remplacement doivent pousser et dépasser le feuillage des caféiers. Par conséquent, les caféiers doivent être élagués pour veiller à ce que les nouveaux rejets reçoivent suffisamment de lumière.

Les rejets de bananiers étiolés sont un signe que les nouveaux rejets ont été excessivement ombragés par les caféiers pendant leurs six premiers mois de croissance. Par conséquent, la population des tiges de banane peut diminuer et le café devenir plus exposé à la lumière du soleil, ce qui peut mener au dépérissement envahissant du café.

Chaque clone pleinement développé devrait à tout moment contenir (voir photo 3, Figure 2):

- une plante mère en train de produire,
- une grande fille,
- une petite petite-fille.

Si le clone a trop de rejets, ceux-ci devraient être enlevés. Les rejets se nourrissent de glucides provenant de la tige mère et un nombre excessif de rejets réduit la quantité de glucides disponibles pour la croissance du régime. L'épamprage devrait être effectué très soigneusement pour éviter d'endommager les régimes.

Les feuilles séchées devraient être coupées des bananiers et utilisées pour le paillage de l'espace entre les rangées (Photo 7).

**Photo 7.** Couper les feuilles mortes des bananiers permet une bonne pénétration de la lumière pour les rejets en croissance et les caféiers.

## Gestion du feuillage des caféiers

Les caféiers robusta et arabica sont généralement cultivés comme plantes à tiges multiples pour augmenter la quantité de branches porteuses. Trois à quatre tiges devraient être établies sur chaque arbre par « arcure » (appelé quelquefois méthode *agobiada*) de jeunes caféiers (Photo 8).

Les caféiers matures produisent partiellement un ombrage suffisant pour eux-mêmes et requièrent moins d'ombrage que les jeunes caféiers. En général, l'arabica a besoin de plus d'élagage que le robusta.

Il existe différents systèmes d'élagage pour le caféier mais le principe de base primordial est que les fèves de café sont produites en plus grande quantité sur du "bois jeune". Par conséquent, chaque année, à partir de la deuxième ou de la troisième année de production, une tige est enlevée et un rejet est retenu qui deviendra une tige de remplacement. De cette façon, le caféier porte toujours trois à quatre tiges de moins de 4 ans.

Chaque année, tous les arbres devraient être élagués pour enlever les branches latérales jusqu'à une hauteur de 0,5 m. Ceci rend plus facile la tâche de ramassage des fèves qui tombent par terre pendant et entre les récoltes. Supprimer les branches qui touchent le sol empêche les insectes de s'en servir pour grimper aux arbres.

Pour les caféiers matures, la hauteur de la tige peut être gérée en restreignant chaque tige à 2 m du sol ou en enlevant les branches intérieures de chaque tige pour les encourager à se courber vers l'extérieur.

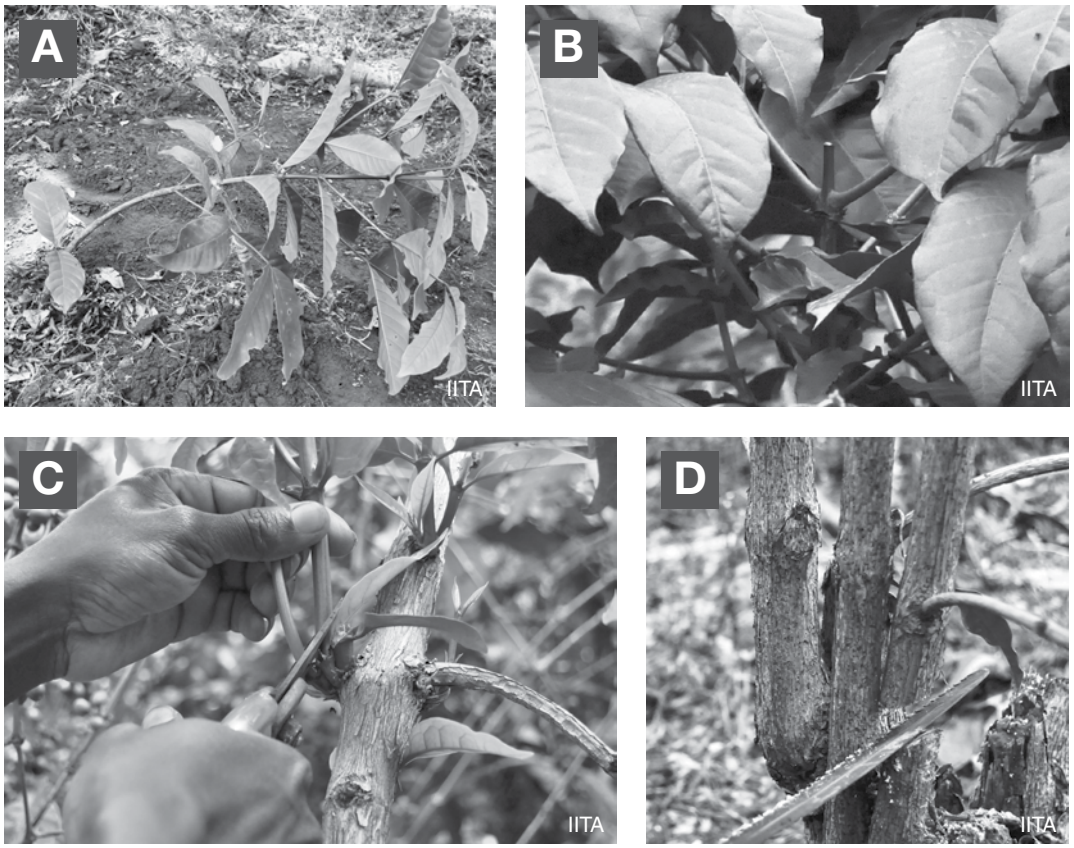



**Photo 8.** Gestion du feuillage des caféiers. (**A**) Une jeune plante de Robusta recourbée avec des chevilles pour encourager la croissance de tiges multiples. (**B**) Une tige de café Arabica restreinte pour contrôler la croissance en hauteur. La culture est principalement portée sur les branches secondaires et tertiaires. (**C**)Les rejets non désirés sont enlevés régulièrement tout au long de l'année. (**D**) Les caféiers vieillissent avec le temps et la production baisse, par conséquent les tiges principales sont coupées pour rajeunir l'arbre et améliorer sa production.

Les rejets non-désirés sont enlevés d'arabica et de robusta à trois à quatre mois d'intervalles tout au long de l'année.

Un problème commun se produit quand le rajeunissement des vieux caféiers s'avère nécessaire lorsque les opérations annuelles d'élagage n'ont pas été effectuées et les tiges sont vieilles et improductives. Dans de telles situations, les caféiers peuvent être coupés à la souche ou la meilleure tige est retenue et toutes les autres tiges sont enlevées. Trois à quatre rejets sont alors retenus pour se développer en tiges. Après un an, l'ancienne tige restante est supprimée et le caféier est effectivement rajeuni.

## Gestion des résidus

Dans les plantations matures, certains des nutriments absorbés par les plantes sont restitués au sol grâce à la chute des feuilles, l'émondage du café, les rejets non désirés et pseudo-troncs de banane abattus au moment des récoltes ainsi que les bulbes de bananier. Par ailleurs, il peut y avoir des produits d'émondage des arbres, des épluchures de bananes et de plantains consommés localement, les coques de café et la pulpe provenant d'une dépulpeuse.

En plus de fournir une couche protectrice de paillis, le maintien de ces matières végétales sur la plantation signifie que moins d'apports externes sont nécessaires pour remplacer les nutriments enlevés par les produits récoltés (fèves de café, régimes de banane) et pour augmenter les rendements des caféiers et des bananiers.

La quantité de nutriments contenus dans les rejets, pseudo-troncs, déchets et feuilles de bananiers, feuilles et coques de café dans une plantation produisant 10 t/ha/an de bananes fraîches et 0,5 t/ha/an de café vert, est d'environ 90 kg d'azote, 10 kg de phosphore et 190 kg de potassium par ha (Figure 15), soit l'équivalent d'environ 200 kg d'urée, 50 kg de superphosphate triple et 370 kg de chlorure de potassium.

Si les résidus de bananiers sont retirés de l'exploitation agricole et servent de fourrage pour le bétail, le fumier animal provenant de l'enclos du bétail peut être restitué au champ. Les nutriments libérés par la décomposition de la matière organique du sol ou la dégradation de la fraction minérale du sol ne sont qu'une petite partie (moins de 10%) de ce qui est recyclé chaque année avec les résidus de cultures et sont insuffisants pour répondre aux besoins des cultures en vue de bons rendements. Pour cette raison, des engrais minéraux sont nécessaires.

Toujours garder à l'esprit que:

- Retirer des parties de plantes des champs réduit le capital nutritif du système bananiers–caféiers.
- Restituer les résidus de récoltes au système, ou nourrir le bétail avec ces résidus, puis appliquer le fumier provenant de ces animaux au système recycle *mais n'ajoute pas* de nutriments au système (Photo 9).
- Appliquer des résidus de cultures qui ont été cultivées ailleurs que dans le champ *ajoute* des nutriments au système (photo 9).
- Faire paitre le bétail dans d'autres champs (par exemple, sur les pâturages des flancs de coteau) et utiliser le fumier de ce bétail sur la ferme *ajoute* des nutriments au système.

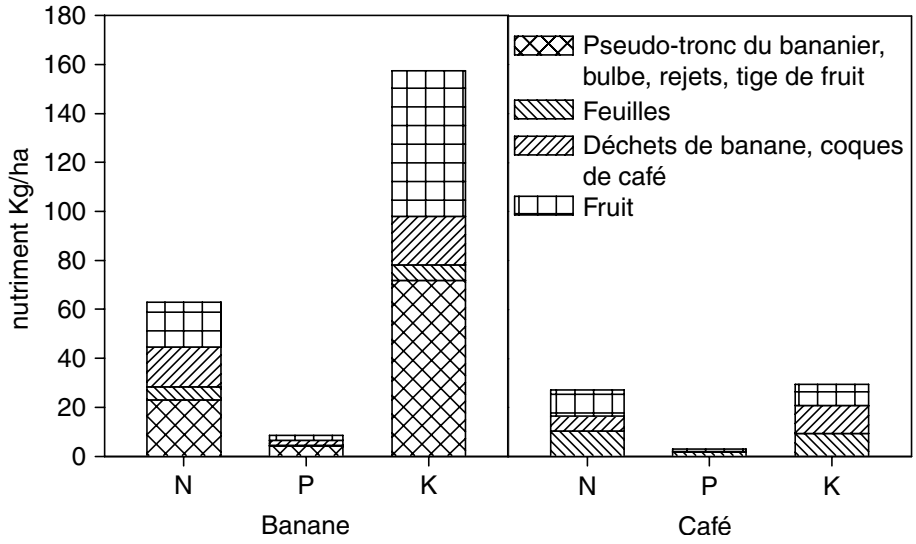



**Figure 15.** Élimination des nutriments dans les systèmes banane-café.

En plus de fournir des nutriments, l'application des résidus de récoltes au sol fournit également les avantages suivants:

- Conservation de l'humidité du sol.
- La couche de paillis contribue à réduire l'érosion des sols sur des terrains en pente.
- Suppression des mauvaises herbes et moins d'opérations de désherbage et par conséquent réduction des perturbations du sol et des dommages faits aux racines nourricières des bananiers et des caféiers qui se trouvent près de la surface du sol (Photo 10).
- Amélioration du développement des racines dans le sol de surface.
- Reconstitution de la matière organique du sol.

**Photo 9.** Résidus de récolte. (**A**) Si les résidus de culture servent à nourrir le bétail, la restitution des nutriments au sol en appliquant du fumier peut réduire les coûts d'engrais. (**B**) Tant la banane que le café profitent de leur propre paillis et du paillis externe comme l'herbe.

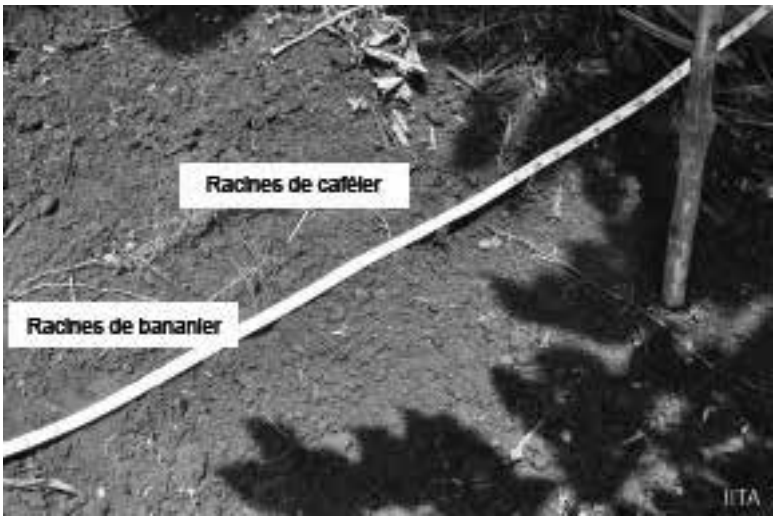



**Photo 10.** Les bananiers bénéficient de l'engrais appliqué aux caféiers et les caféiers bénéficient des nutriments appliqués aux bananiers car les racines des deux cultures s'entrecroisent.

## Recommandations relatives aux engrais

Toutes les plantes nécessitent un approvisionnement suffisant en éléments nutritifs pour pousser et produire un bon rendement, et le bananier et le caféier ne font pas exception. Par exemple, les jeunes plants exigent du phosphore pour l'implantation et la croissance des racines, et les plantes matures requièrent du potassium pour la floraison et le remplissage des fruits (Tableau 8).

Si l'apport de nutriments est insuffisant, la production diminue et le caféier pourrait être affecté par le dépérissement. Contrairement aux légumineuses, qui nécessitent du phosphore, et aux céréales, qui exigent de l'azote et du phosphore, la banane et le café ont besoin de grandes quantités de potassium ainsi que de phosphore et d'azote (Tableau 8 & 9).

Les carences en macronutriments comme l'azote, le phosphore, le potassium, le soufre, le magnésium et le calcium, et en micronutriments tels que le zinc, le bore ou le fer, entraînent l'apparition de symptômes de carence chez les bananiers (Photo 11) et les caféiers (Photo 12) qui peuvent être dépistés au champ.

**Tableau 8.** Rôle des principaux nutriments dans la banane et le café.

| | Toutes les plantes | Banane | Café |
|---|---|---|---|
| N | Croissance végétative. | Taille du régime, fréquence des récoltes. | Capacité de production, taille des fèves. |
| P | Développement des racines, réactions énergétiques, floraison et développement des semences et des fruits. | Taille du régime, quantité de sucre dans les fruits, solidité de la tige. | Développement du bois, floraison, maturation, taille du fruit, développement des rejets. |
| K | Translocation des produits de la photosynthèse, équilibre hydrique, résistance à la maladie. | Nombre de doigts par régime, remplissage des fruits, qualité des fruits. | Développement des fruits, formation du mucilage, qualité des fruits. |
| Ca | Croissance des bourgeons terminaux, formation des fleurs, développement des racines et des feuilles. | Rendement, qualité des fruits. | Maturité et qualité des fruits. |
| Mg | Photosynthèse, croissance végétale. | Nombre de mains par régime, qualité des fruits. | Couleur des fèves. |
| S | Formation des protéines végétales. | Taille du régime. | Couleur et arôme des fèves. |
| Bo | Croissance, métabolisme des glucides, croissance des nouvelles pousses et racines | | Floraison, pousse et développement des fruits. |
| Cu | Photosynthèse, développement des pigments qui influent sur la couleur. | Résistance aux maladies fongiques. | |
| Cl | Équilibre hydrique, équilibre ionique, photosynthèse. | | |
| Fe | Formation de chlorophylle.. | | Couleur et arôme des fèves. |
| Mn | Formation de chlorophylle. | Taille du régime. | |
| Mo | Métabolisme de l'azote. | | |
| Zn | Hauteur de la plante, taille des feuilles, initiation et formation des fleurs. | Développement des doigts. | |

**Tableau 9.** Quantité d'azote (N), de phosphore (P) et de potassium (K) contenue dans les différentes parties de la plante pour la production de 1 t de bananes et de 1 t de café (café vert).

| Parties de la plante | Azote | Phosphore | Potassium |
|---|---|---|---|
| | kg | | |
| **Banane** | | | |
| Pseudo-troncs, bulbes, rejets, tiges de fruit | 2,3 | 0,4 | 7,2 |
| Feuilles | 0,5 | 0,1 | 0,6 |
| Déchets | 1,6 | 0,2 | 2,0 |
| Fruits | 1,8 | 0,2 | 5,5 |
| Total | 6,2 | 0,9 | 15,3 |
| **Café** | | | |
| Feuilles, tiges | 20,6 | 3,4 | 18,6 |
| Café vert, parchemin, pulpe | 33,9 | 2,5 | 40,5 |
| Café vert | 21,5 | 1,7 | 17,5 |
| Total | 76,0 | 7,6 | 76,6 |

Il est possible de répondre aux besoins nutritionnels avec des intrants organiques (c'est-à-dire les résidus de cultures ou le fumier d'origine animale), les engrais ou une combinaison des deux. L'utilisation d'intrants organiques en combinaison avec les engrais peut augmenter l'efficacité de l'utilisation des engrais. En d'autres termes, lorsque les engrais sont appliqués en présence de résidus organiques, plus de nutriments contenus dans les engrais sont absorbés par les cultures.

Contrairement aux nutriments d'engrais, qui sont facilement disponibles pour les plantes, les intrants organiques ont besoin de temps pour se décomposer et libérer les éléments nutritifs et sont donc une source de nutriments à 'libération lente' pour les végétaux. Les résidus ayant un rapport C/N bas (par exemple, résidus de culture des légumineuses) se décomposent et libèrent leur contenu nutritif plus rapidement que les matériaux avec un rapport C/N élevé (par exemple, les pailles de céréales).

La concentration d'éléments nutritifs dans des ressources organiques est faible ce qui fait qu'une plus grande quantité de ressources organiques est nécessaire pour fournir une quantité donnée de nutriments par rapport aux engrais minéraux.

A titre d'exemple, le fumier de chèvre frais contient en moyenne 7 kg/t de P ou 16 kg/t de $P_2O_5$ (voir la Table de correspondance 1 pour le contenu nutritif des fumiers et des résidus de récolte, et la Table de correspondance 2 pour les facteurs de conversion nutritifs). Par comparaison, une tonne d'engrais de superphosphate triple (TSP) contient 200 kg de P ou 460 kg de $P_2O_5$. Si l'objectif est d'appliquer 50 kg/ha de $P_2O_5$, ceci pourrait se faire avec à peu près 3t de fumier de chèvre ou 109 kg de TSP.

Si l'agriculteur n'a pas de bétail et prévoit d'acheter du fumier d'origine animale, il serait utile de comparer le coût des éléments nutritifs des engrais et du fumier animal, puis sélectionner la source la moins coûteuse.

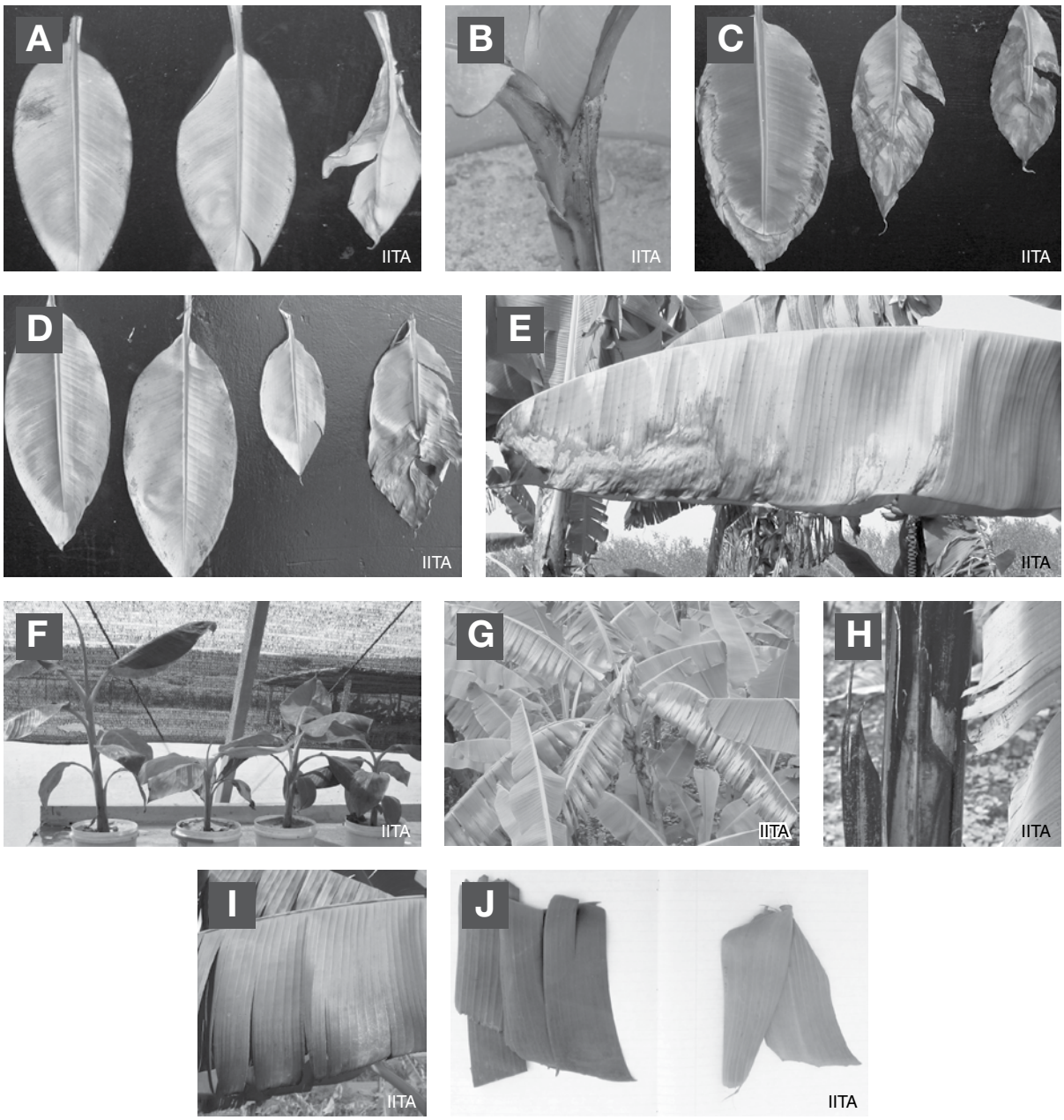



**Photo 11.** Carences nutritionnelles pour le bananier. (**A**) Carence en N, les feuilles deviennent vertes puis jaunissent. (**B**) La couleur des pétioles et gaines des feuilles tourne au rose en cas de carence en N pour la banane. (**C**) Carence en P, les bordures des feuilles deviennent brun roux. (**D**) Carence en K, les bordures et extrémités des feuilles deviennent jaunes à partir des extrémités, puis orange tout en roussissant aux bordures. (**E**) A mesure que le roux progresse sur les feuilles des plantes souffrant d'une carence en K, la nervure centrale se casse, incapable de soutenir la feuille et la moitié de la feuille près de l'extrémité pend. (**F**) Les plantes ayant reçu suffisamment de nutriments ont une croissance plus vigoureuse (par exemple, les plantes de l'extrême gauche) que les plantes présentant une carence en N (deuxième à partir de la gauche), en P (troisième à partir de la gauche) ou en K (extrême droite). (**G**) Carence en Mg, une bande jaune claire le long de la feuille. (**H**) Pour les plantes souffrant d'une carence en Mg, les gaines de feuille peuvent se séparer du pseudo-tronc. (**I**) Une couleur sombre le long de la bordure des feuilles a été observée en Afrique de l'Est pour les bananes des hauts plateaux plantées dans un sol d'un faible pH. (**J**) Sans micronutriments les feuilles sont jaunes (à droite) au lieu d'être vertes (à gauche).

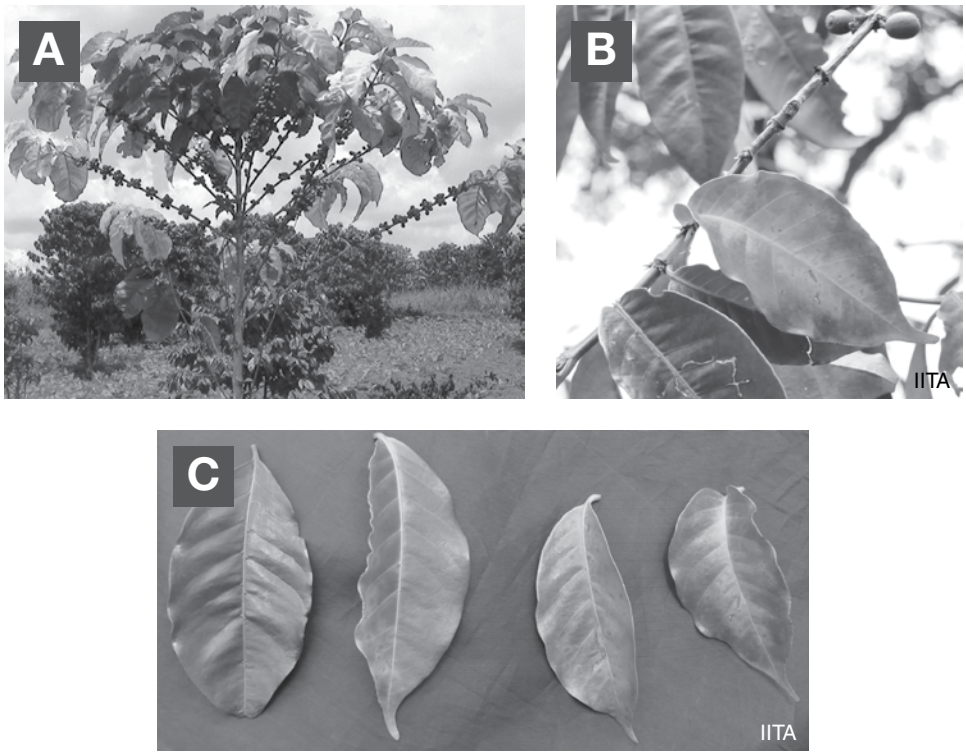



**Photo 12.** Carences nutritionnelles pour le caféier. (**A**) Jaunissement des feuilles causé par le retrait de l'azote des feuilles au profit des fruits en cours de maturité. Le symptôme est commun pendant la saison sèche. (**B**) Carence de P, les plus vieilles feuilles jaunissent, puis tournent au rouge-bronze (rouge-violet). (**C**) Feuille normale (à gauche) et progression de symptômes de carence en P.

## Les 4R + 1R pour l'usage efficace de l'engrais (R signifie *right* en anglais ou *bon* en français)

Il y a quatre « bons » qui aident l'agriculteur à tirer le maximum d'avantages des engrais:

- appliquer les bons types d'engrais,
- au bon taux,
- au bon moment,
- au bon endroit.

Les engrais étant des apports coûteux, il est important également d'établir des priorités pour les utiliser sur les cultures qui offriront le plus de retour sur apports d'engrais.

Nous allons maintenant examiner les quatre bons en détail.

### Le bon type d'engrais

- Si vous n'êtes pas sûr du type de nutriments dont vos récoltes ont besoin, inspecter les cultures pour identifier la présence de symptômes de carences nutritives (Photos 11 et 12). Vous pouvez également prélever des échantillons de sol et de feuilles pour analyse dans un laboratoire fiable (voir encadré pour les directives sur la façon de prélever des échantillons du sol et foliaires).

- Utiliser des engrais adaptés aux conditions du sol, contenant des nutriments sous des formes disponibles et ayant la combinaison correcte de nutriments nécessaires.

**Encadré:** Comment prélever des échantillons du sol et foliaires dans les systèmes banane-café

Comment prélever des échantillons du sol dans les systèmes banane-café

**1.** Choisir un modèle d'échantillonnage (par exemple, chaque 30 m sur 30 m) qui donnera à peu près 10 sous-échantillons par ha.

**2.** A chaque point d'échantillonnage, enlever les détritus de la surface du sol.

**3.** Utiliser une tarière Edleman pour prélever un échantillon du sol d'une profondeur de 0 à 30 cm.

**4.** Mélanger les sous-échantillons complètement pour obtenir un échantillon composite.

**5.** Placer les échantillons dans des sacs en plastique propres et étiquetés.

**6.** Envoyer les échantillons au laboratoire.

Comment prélever des échantillons foliaires

**Banane**

**1.** Un échantillon composite est préparé pour chaque champ.

**2.** Les champs avec systèmes associés banane–café comptent 700 à 800 bananiers par ha.

**3.** Choisir une grille d'échantillonnage (par exemple, chaque 5$^{e}$ plant dans chaque 5$^{e}$ rang sur de nouvelles plantations) pour obtenir environ 15 à 20 sous–échantillons par ha.

**4.** Les échantillons ne sont prélevés qu'à partir des plantes en floraison.

**5.** Choisir la 3$^{e}$ feuille complètement déployée.

**6.** Enlever une bande de tissu de 20cm de long sur 10cm de large des deux côtés de la nervure centrale au milieu de la feuille. Le côté long de la bande devrait être parallèle à la nervure centrale.

**7.** Placer les échantillons dans un sac en plastique propre et étiqueté.

**8.** Envoyer les échantillons au laboratoire.

**Café**

**1.** Un échantillon composite est préparé pour chaque champ.

**2.** Des champs de systèmes associés banane–café comptent environ 1000 caféiers robusta et 2000 à 2500 caféiers arabica par ha

**3.** Choisir une grille d'échantillonnage (par exemple, chaque 10$^{e}$ plant dans chaque 5$^{e}$ rangée sur de nouvelles plantations) pour obtenir environ 15 à 20 sous–échantillons par ha.

**4.** Choisir quatre branches porteuses latérales à mi–hauteur de l'arbre.

**5.** Choisir la 3$^{e}$ ou 4$^{e}$ paire de feuilles récemment matures à compter de l'extrémité des rameaux de chacune des quatre branches sélectionnées.

**6.** Placer les échantillons dans un sac en plastique propre et étiqueté.

**7.** Envoyer les échantillons au laboratoire.

Des engrais composés appropriés à un système banane-café mature devraient contenir plus de $K_2O$ que de N et $P_2O_5$ (c'est-à-dire environ 10% de N, 3% de $P_2O_5$ et 23% de $K_2O$).

Malheureusement, les engrais les plus courants qu'on trouve dans les magasins locaux contiennent 20-10-10 et 17-17-17 de N-$P_2O_5$-$K_2O$, qui clairement ne sont pas les plus convenables pour les systèmes banane-café. Il peut donc s'avérer nécessaire d'appliquer des engrais « simples » ou un engrais composé avec un engrais simple supplémentaire. Sinon, les agriculteurs peuvent acheter des engrais simples et préparer leurs propres mélanges juste avant l'application sur le terrain.

## Le bon taux d'engrais

Il est difficile de faire des recommandations relatives aux engrais sans informations sur la fertilité des sols et l'état nutritionnel des cultures:

- Les paramètres essentiels d'un test du sol sont le carbone organique du sol, l'azote total, le P disponible, les K et Mg échangeables et le pH du sol. L'idéal serait que des échantillons du sol soient prélevés sur chaque parcelle ou au moins sur un site représentatif et analysés par un laboratoire fiable. Les sols seraient ensuite classés en fonction de leur fertilité (Tableau 3).
- Les paramètres essentiels pour une analyse foliaire sont l'azote, le phosphore, le potassium et le magnésium. Les informations relatives aux micronutriments sont utiles mais pas essentielles car les carences nutritionnelles peuvent être détectées par l'inspection des récoltes.

Comparer les valeurs d'analyse du sol et des feuilles aux Tableaux 3 et 10 respectivement, pour déterminer si le site est ‹ de faible fertilité › ou ‹ de fertilité élevée ›. *Les gammes* suggérées pour les taux d'application d'engrais pour les jeunes caféiers et bananiers et les systèmes banane-café matures sur des sols ‹ de faible fertilité › et ‹ de fertilité élevée › sont reprises aux Tableaux 13 à 16. Notez que différentes recommandations sont fournies pour différents objectifs de rendement pour chaque catégorie de fertilité du sol.

Si l'agriculteur prévoit d'appliquer une grande quantité de ressources organiques (c'est-à-dire plus de 5 t/ha), faire une estimation des apports en nutriments fournis dans le Tableau de correspondance 1 et ajuster les taux d'engrais recommandés en conséquence.

**Exemple pratique hypothétique**: Des données d'analyse du sol et de feuilles de bananiers sont disponibles pour une exploitation banane–robusta établie dans le Sud-Ouest de l'Ouganda. Le rendement est de 20 t de bananes/ha et 1,5 t de café vert/ha, les deux produits étant vendus comme cultures de rente. L'agriculteur achète et applique 5 t/ha de fumier au système banane–café. Les résultats d'analyse du sol montrent que les sols manquent de tous les éléments nutritifs sauf le phosphore (Tableau 11). L'analyse des feuilles montre que les bananes sont déficientes en azote et en phosphore, mais le taux du potassium dans les feuilles dépasse la valeur critique (Tableau 11).

L'objectif de l'agriculteur est d'augmenter les rendements des bananiers et des caféiers. Comme on l'a déjà mentionné, le taux de fertilité du sol pour l'azote et le phosphore est faible. Par conséquent, pour un rendement cible de 30 t de bananes/ha/an et 2,5 t de café/ha/an, la recommandation est 230–280 kg de N/ha et 60 à 80 kg de $P_2O_5$/ha (Tableau 12) au cours de la première année.

**Tableau 10.** Concentrations essentielles et adéquates d'éléments nutritifs pour les feuilles de bananiers et de caféiers.

| Élément | Unités | Banane | | Café arabica | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Critique | Adéquate | Critique | Adéquate |
| N | % | >2,6 | 2,8–4,0 | >2,2 | 2,5–3,0 |
| P | % | >0,13 | 0,2–0,25 | >0,1 | 0,15–0,20 |
| K | % | >2,5 | 3,1–4,0 | >1,5 | 2,1–2,6 |
| Ca | % | >0,5 | 0,8–1,2 | >0,4 | 0,75–1,5 |
| Mg | % | >0,2 | 0,3–0,46 | >0,1 | 0,25–0,4 |
| Cu | mg/kg | | 7–20 | >10 | 16–20 |
| Zn | mg/kg | >14 | 21–35 | >10 | 15–30 |
| Mn | mg/kg | >10 | 100–2200 | >25 | 50–100 |
| Fe | mg/kg | | 70–200 | >40 | 70–200 |
| B | mg/kg | >10 | 20–80 | >25 | 40–100 |

**Tableau 11.** Données d'analyse du sol et des feuilles provenant d'une ferme du Sud-Ouest de l'Ouganda par rapport aux valeurs critiques des paramètres du sol et à la gamme adéquate pour les données d'analyse des feuilles.

| Paramètre | Unités | Valeur du site | Valeur critique | Gamme adéquate | Taux de fertilité du sol |
|---|---|---|---|---|---|
| P disponible | mg/kg | 3 | 15 | | Faible |
| K échangeable | cmol/kg | 0,4 | 0,3 | | Elevée |
| Carbone organique du sol** | % | 1,3 | 1,7 | | Faible |
| Azote total | % | 0,12 | 0,15 | | Faible |
| N des feuilles de banane | % | 2,3 | >2,6 | 2,8–4,0 | Faible |
| P des feuilles de banane | % | 0,10 | >0,13 | 0,2–0,25 | Faible |
| K des feuilles de banane | % | 3,3 | >2,5 | 3,1–4,0 | Elevée |

Le taux de potassium du sol est bon et la recommandation pour le potassium est de 230–270 kg de $K_2O$/ha. Les taux d'application des éléments nutritifs sont alors transformés en quantités d'engrais (Tableau 12). Dans ce cas, des engrais simples ont été utilisés, mais une combinaison d'engrais composés et d'engrais simples pourrait aussi être utilisée.

Les apports d'engrais pourraient être réduits d'environ 50kg de N, 90kg de $P_2O_5$ et 70kg de $K_2O$ pour que les nutriments de 5t/ha de fumier soient appliqués aux champs de bananiers–caféiers.

Le ratio de N-$P_2O_5$-$K_2O$ est équivalent à 10-3-23 et un composé avec un contenu nutritif similaire pourrait être utilisé au lieu d'engrais simples. Si l'agriculteur n'a pas les ressources nécessaires pour mettre en œuvre la recommandation dans sa totalité, l'agronome pourrait réduire le taux recommandé pour un montant considéré comme abordable par l'agriculteur tout en conservant le même ratio entre les nutriments.

## Exemple: Calcul des quantités d'engrais simples et composés

Les nutriments peuvent provenir d'engrais simples (c'est-à-dire qui offrent un seul nutriment) ou d'engrais composés (c'est-à-dire qui offrent plus d'un nutriment).

**Tableau 12.** Exemple pratique de recommandations relatives aux engrais pour un système banane–robusta au Sud-Ouest de l'Ouganda.

| | | Unités | N | $P_2O_5$ | $K_2O$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Taux recommandé | Première année | kg/ha | 230–280 | 60–80 | 230–270 |
| | Dès la deuxième année | Kg/ha | 140–160 | 35–45 | 140–170 |
| Matière fertilisante | | – | Urée | TSP | KCl |
| Concentration d'éléments nutritifs | | % | 46 | 46 | 60 |
| Quantité d'engrais | Première année | kg/ha | 500–610 | 130–175 | 380–450 |
| | Dès la deuxième année | Kg/ha | 300–350 | 75–100 | 230–280 |

TSP est le superphosphate triple, KCl est le chlorure de potassium également appelé muriate de potasse

**Tableau 13.** Taux d'application suggérés d'engrais pour les jeunes bananiers en Afrique sub-saharienne.

| Fertilité du sol | Année | N | $P_2O_5$ | $K_2O$ | MgO |
|---|---|---|---|---|---|
| | | g/plant | | | |
| Elevée | 1 | 60 | 20 | 200 | 20 |
| | 2 | 70 | 40 | 250 | 25 |
| Faible | 1 | 70 | 30 | 260 | 25 |
| | 2 | 90 | 80 | 300 | 35 |

**Tableau 14.** Taux d'application d'engrais suggérés pour les jeunes caféiers en Afrique sub-saharienne.

| Culture | Taux de fertilité du sol | Année | N | $P_2O_5$ | $K_2O$ | MgO |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | g/plant | | | |
| Café arabica | Elevée | 1 | 20 | 5 | 20 | 5 |
| | | 2 | 30 | 10 | 30 | 10 |
| | | 3 | 50 | 15 | 50 | 15 |
| | Faible | 1 | 30 | 10 | 30 | 10 |
| | | 2 | 50 | 15 | 50 | 15 |
| | | 3 | 90 | 25 | 90 | 25 |
| Café robusta | Elevée | 1 | 40 | 10 | 40 | 10 |
| | | 2 | 60 | 20 | 60 | 20 |
| | | 3 | 120 | 30 | 100 | 30 |
| | Faible | 1 | 60 | 20 | 60 | 20 |
| | | 2 | 100 | 30 | 100 | 30 |
| | | 3 | 180 | 50 | 180 | 50 |

**Tableau 15.** Taux d'application d'engrais suggérés pour les systèmes banane-café matures en Afrique sub-saharienne.

| | Carences | Culture | Accroissement du rendement (t/ha) | | N | $P_2O_5$ | $K_2O$ | MgO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Banane | Café | kg/ha | | | |
| Première année | N, P, K | Bananiers-arabica | 10 | 0,5 | 170–200 | 50–65 | 380–460 | 30–35 |
| | | Banane-robusta | 10 | 1 | 230–280 | 60–80 | 450–550 | 40–45 |
| | P | Banane-arabica | 10 | 0,5 | 170–200 | 50–65 | 190–230 | 30–35 |
| | | Banane-robusta | 10 | 1 | 230–280 | 60–80 | 230–270 | 40–45 |
| | K | Banane-arabica | 10 | 0,5 | 170–200 | 25–30 | 380–460 | 30–35 |
| | | Banane-robusta | 10 | 1 | 230–280 | 30–40 | 450–540 | 40–45 |
| Dès la deuxième année | N, P, K | Banane-arabica | 10 | 0,5 | 100–115 | 25–35 | 230–270 | 14–17 |
| | | Banane-robusta | 10 | 1 | 140–160 | 35–45 | 280–330 | 18–21 |
| | P | Banane-arabica | 10 | 0,5 | 100–110 | 25–35 | 110–140 | 14–17 |
| | | Banane-robusta | 10 | 1 | 140–160 | 35–45 | 140–170 | 18–21 |
| | K | Banane-arabica | 10 | 0,5 | 100–110 | 11–20 | 230–270 | 14–17 |
| | | Banane-robusta | 10 | 1 | 140–160 | 15–25 | 280–330 | 18–21 |

**Tableau 16.** Taux d'application suggérés d'engrais en vue d'une augmentation ciblée de rendements dans des systèmes de bananiers mûrs associés à de jeunes caféiers, et de caféiers mûrs (arabica ou robusta) associés à de jeunes bananiers. Les taux d'engrais pour les jeunes cultures restent tels que suggérés au Tableau 13 pour le bananier et au Tableau 14 pour le caféier.

| | Carences | Cultures matures | Accroissement du rendement (t/ha) | N | $P_2O_5$ | $K_2O$ | MgO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | kg/ha | | | |
| Première année | N, P, K | Banane | 10 | 100–125 | 35–50 | 305–370 | 25–30 |
| | | Café | 1 | 125–155 | 25–35 | 145–175 | 15–20 |
| | P | Banane | 10 | 100–125 | 35–50 | 155–185 | 25–30 |
| | | Café | 1 | 125–155 | 25–35 | 75–95 | 15–20 |
| | K | Banane | 10 | 100–125 | 20–25 | 305–370 | 25–30 |
| | | Café | 1 | 125–155 | 10–15 | 145–175 | 15–20 |
| Dès la deuxième année | N, P, K | Banane | 10 | 55–65 | 20–25 | 175–210 | 10–12 |
| | | Café | 1 | 80–100 | 15–20 | 100–125 | 8–9 |
| | P | Banane | 10 | 55–65 | 20–25 | 85–105 | 10–12 |
| | | Café | 1 | 80–100 | 15–20 | 50–60 | 8–9 |
| | K | Banane | 10 | 55–65 | 9–11 | 175–210 | 10–12 |
| | | Café | 1 | 80–100 | 8–10 | 100–125 | 8–9 |

Par exemple, si l'objectif est d'appliquer 232 kg/ha d'azote, 62 kg/ha de $P_2O_5$ et 226 kg/ha de $K_2O$:

Si on utilise des engrais simples, l'azote peut être fourni sous forme d'urée (46% N), le P sous forme de superphosphate triple (TSP) (46% $P_2O_5$), et le K sous forme de chlorure de potassium (KCl) (60% $K_2O$). La quantité d'engrais nécessaire serait:

$$\text{Quantité d'urée} = \frac{232 \times 100}{46} = 504 \text{ Kg/ha}$$

$$\text{Quantité de TSP} = \frac{62 \times 100}{46} = 135 \text{ Kg/ha}$$

$$\text{Quantité de KCL} = \frac{226 \times 100}{60} = 377 \text{ Kg/ha}$$

Si on utilise des engrais composés, un engrais contenant des nutriments dans les proportions proches de celles qui sont requises devrait être sélectionné. Par exemple, si les nutriments nécessaires ci-dessus devraient provenir d'un engrais composé, le NPK 18-4-12, contenant 18% de N, 4% de $P_2O_5$ et 12% de $K_2O$, qui est l'un des "engrais de café" recommandés au Kenya serait un bon choix. Le calcul serait comme suit:

$$\text{Quantité de NPK 18-4-12} = \frac{232 \times 100}{18} = 1289 \text{ Kg/ha}$$

Cela fournirait environ 232 kg d'azote, 51 kg de $P_2O_5$ et 154 kg de $K_2O$. Le déficit de 11 kg de $P_2O_5$ et 71 kg de $K_2O$ peut être comblé par l'application de 24 kg de TSP et 119 kg de KCl par ha.

En général, il faut tout d'abord déterminer les quantités d'éléments nutritifs nécessaires, puis vérifier lequel des engrais disponibles sur le marché peut fournir les nutriments dont vos cultures ont besoin et enfin sélectionner les engrais qui fournissent les nutriments nécessaires au coût le plus bas.

Une mesure calibrée devrait être utilisée pour appliquer de l'engrais avec précision sur chaque plant. Par exemple, une capsule de bouteille de soda contient 5 à 6g d'engrais. Des coupes calibrées peuvent aussi être faites à partir de récipients divers (poudre à lessiver). De telles mesures peuvent être étalonnées de façon approximative en comptant le nombre de capsules d'engrais nécessaires pour remplir le récipient.

Dans une plantation de bananiers matures récemment intercalés avec de jeunes caféiers, ou de caféiers mûrs récemment intercalés avec de jeunes bananiers, l'engrais peut être appliqué sur les deux cultures séparément lors des deux premières années de l'association (voir le Tableau 15 pour les recommandations proposées pour les cultures matures et les Tableaux 13 et 14 pour les jeunes cultures). Dans les systèmes matures associés banane–café, les engrais peuvent être appliqués aux deux cultures en une fois par un épandage en nappe des engrais sur la surface de sol.

## Le bon moment pour l'application

Appliquer l'engrais quand le sol est humide, pendant la saison des pluies.

Pour minimiser les pertes, l'application de l'engrais azoté devrait être fractionnée - par exemple au début, puis au milieu de la saison des pluies (environ 2 mois après la première application). D'habitude, il n'est pas nécessaire d'appliquer les engrais phosphatés et potassiques en applications fractionnées car ils sont libérés plus lentement.

**Photo 13.** L'engrais azoté appliqué dans une bande autour d'un caféier, puis recouvert de sol, est accessible aux racines de bananiers.

## L'emplacement juste de l'engrais

L'engrais devrait être appliqué à la surface du sol où se trouvent les racines nourricières (Photo 13). Enlever les résidus de culture de la surface où l'engrais doit être appliqué, appliquer l'engrais et remettre les résidus en place.

Pour les jeunes clones, creuser une bande à environ 30 cm du clone. Placer l'engrais dans la bande et la recouvrir de sol. Si la plante mère a un régime qui approche la maturité, appliquer l'engrais sur la fille et la petite-fille. Il ne faut pas appliquer l'engrais au sol avec une houe car il y a risque d'endommager les racines des cultures.

Pour les engrais azotés dans les jeunes caféiers, appliquer sous le feuillage, en étendant jusqu'à 20 cm au-delà de la ligne du couvert.

Dans les plantations matures où les feuillages de bananiers et de caféiers se chevauchent, appliquer en dessous et entre les clones et les caféiers. Ne pas appliquer de l'engrais trop près des clones (c'est-à-dire à moins de 30 cm du clone).

Tous les engrais devraient être épandus uniformément sur la zone cible - les engrais appliqués en masse peuvent brûler les racines.

## La bonne culture pour l'engrais

Les agriculteurs qui n'ont pas suffisamment de moyens pour acheter des engrais doivent choisir la culture qui donnera le meilleur rendement après l'application d'engrais. Les engrais peuvent être appliqués séparément sur chaque culture au cours de la phase initiale de croissance (Tableaux 12 et 13).

Toutefois, dans les associations banane–café, il n'est pas vraiment possible d'épandre les engrais sur l'une ou l'autre culture après que le système ait commencé à produire, les systèmes racinaires des deux cultures formant une toile continue de racines qui se chevauchent.
Par conséquent, comme pour le paillis et le fumier, pour un système banane-café, la meilleure approche est d'épandre les engrais sur la surface du sol.

**Tableau 17.** Effets d'application excessive d'éléments nutritifs sur les bananiers et les caféiers.

| | Bananiers | Caféiers |
|---|---|---|
| N | Les régimes sont plus petits, les fruits se fendent avant la maturité et la durée de leur vie verte après la récolte est réduite. | Croissance végétative excessive, mauvais rendements. |
| P | Peut causer une carence en Mg et en Zn. | Peut causer une carence en Zn ou en Fe. |
| K | Peut causer une carence en Ca et en Mg. | Peut causer une carence en Mg. |
| Mn | Réduit l'absorption de Ca, Mg et Zn, peut prédisposer au problème de mûrissement prématuré. | Roussissement des feuilles âgées. |
| Cl | Pas de remplissage de fruits. | Roussissement des feuilles âgées. |
| Cu | Racines rabougries. | Chlorose de Fe, racines rabougries. |
| Fe | Marges noires du limbe foliaire. | Carence en Mn. |
| Mn | Marges noires du limbe foliaire. | Chlorose des feuilles, taches brunes. |
| Zn | | Carence en Fe. |
| Al | | Chlorose des feuilles. |
| Na | Chlorose marginale et nécrose des feuilles. | |
| B | Blêmissement marginal des feuilles atteintes de nécrose. | Marge de feuille tachetée et chlorose près des marges de la feuille. Base violette de la nervure médiane de la feuille. |

Il faut noter que bien qu'en général l'application d'engrais rende les cultures plus saines, l'application de quantités excessives de nutriments peut fragiliser les plantes (Tableau 17). Il faut surveiller les cultures étroitement et demander conseil quand c'est nécessaire.

### Contrôles clés

Élaguer les bananiers et les caféiers afin de garantir que le feuillage du café reste en-dessous du feuillage des bananiers.

Remplacer les vieilles tiges de caféiers avec de nouveaux rejets pour que les tiges porteuses aient toujours moins de 4 ans.

Laisser les produits d'élagage sur le terrain et restituer le matériel végétal non comestible à la plantation.

Appliquer les engrais pour traiter les carences en éléments nutritifs et atteindre les rendements ciblés, comme recommandé.

Des engrais composés appropriés à un système banane-café mature devraient contenir plus de $K_2O$ que de N et $P_2O_5$ (c'est-à-dire à peu près 10% de N, 3% de $P_2O_5$ et 23% de $K_2O$).

# 6. Qu’est-ce qui peut mal tourner?

## Lutte contre les insectes et les maladies

Les insectes et les maladies peuvent endommager les racines, tiges et feuilles des plantes et ainsi affecter l’absorption de nutriments et d’eau à partir du sol, le mouvement au sein de la plante et la photosynthèse. Les insectes et les maladies peuvent également endommager les fruits directement.

### Insectes

Les insectes les plus nocifs pour les bananiers sont les charançons qui endommagent le bulbe, et les nématodes qui endommagent les racines (Photo 14).

Pour le café, certains des insectes les plus nuisibles sont les scolytes des fèves, les punaises antesia, les mineuses, les poux, les scolytes des tiges et les cochenilles, qui peuvent attaquer les parties aériennes de la plante ou les racines (Photo 15).

### Maladies

Deux nouvelles maladies représentent une menace majeure pour la production de bananes.

Le flétrissement bactérien du bananier (BXW) (Photo 16), qui est causé par une bactérie, s’est propagé dans la région orientale et centrale de l’Afrique. La maladie a été signalée en Éthiopie, en Ouganda, au Kenya, au Rwanda, en RDC et en Tanzanie.

La maladie du bunchy top du bananier (BBTD) (Photo 16), qui est causée par un virus, a été signalée dans le centre, le Sud et le Nord de l’Afrique.

Les autres maladies graves du bananier sont la fusariose du bananier (maladie de Panama), la bigarrure du bananier, la maladie de la mosaïque du bananier, la cercosporiose jaune et la cercosporiose noire (Photo 16).

Pour le café, certaines des maladies courantes sont la scolyte des fèves du café (CBD, une maladie fongique qu’on retrouve principalement dans les zones à haute altitude, humides et froides), la rouille orangée des feuilles du caféier (CLR, fongique, basse altitude), la brûlure bactérienne du caféier (BBC) et la flétrissure du caféier (CWD, aussi connue comme fusariose ou *Tracheomycosis,* qui affecte tant le caféier arabica que le robusta) (exemples: voir la Photo 16). La flétrissure du café est progressivement devenue un obstacle majeur à la production du robusta en RDC, en Tanzanie et en Ouganda.

### Lutte antiparasitaire intégrée (LAI)

La meilleure lutte contre les insectes et les maladies passe par une méthode d’utilisation d’une combinaison de pratiques de gestion et de variétés résistantes, connue sous le nom de ‹ Lutte antiparasitaire intégrée › (LAI).

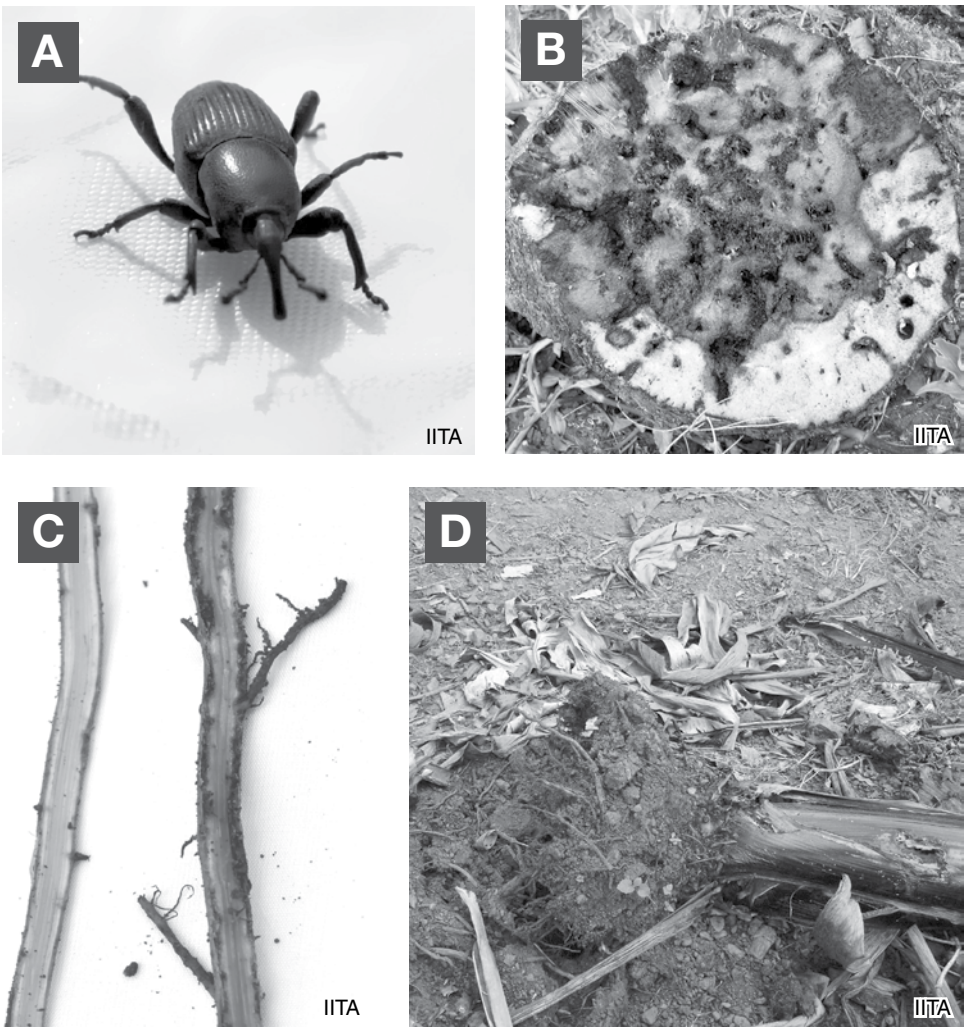



**Photo 14.** Insectes de bananiers. (**A**) Le charançon du bananier dont les larves ont percé le bulbe causant des dommages et affectant par la suite le mouvement des nutriments dans la plante. (**B**) Bulbe considérablement endommagé par les larves des charançons du bananier. (**C**) Les nématodes des racines endommagent les racines affectant l'absorption de l'eau et de nutriments (à gauche- une racine saine, à droite- une racine endommagée). (**D**) Des racines sérieusement endommagées par les nématodes peuvent faire basculer les plantes.

Au moment de la plantation, utiliser des matériels de plantation sans insecte et sans maladie, et résistants si possible. A titre d'exemple, il existe des variétés hybrides de bananiers (par exemple FHIA 17 et FHIA en Afrique de l'Est et PITA14, PITA17 en Afrique de l'Ouest) plus résistantes à la cercosporiose noire et qui produisent de plus grands régimes que les variétés traditionnelles.

Après l'implantation de la culture, la surveiller de près par des inspections régulières pour identifier la présence d'insectes et de maladies. Lorsque des insectes et des maladies sont détectés assez tôt, des mesures de contrôle ne se justifient que sur des zones restreintes et les dommages économiques sur la récolte sont limités.

Il faut également être à l'affût de maladies et d'insectes dans les champs voisins ou dans les environs.

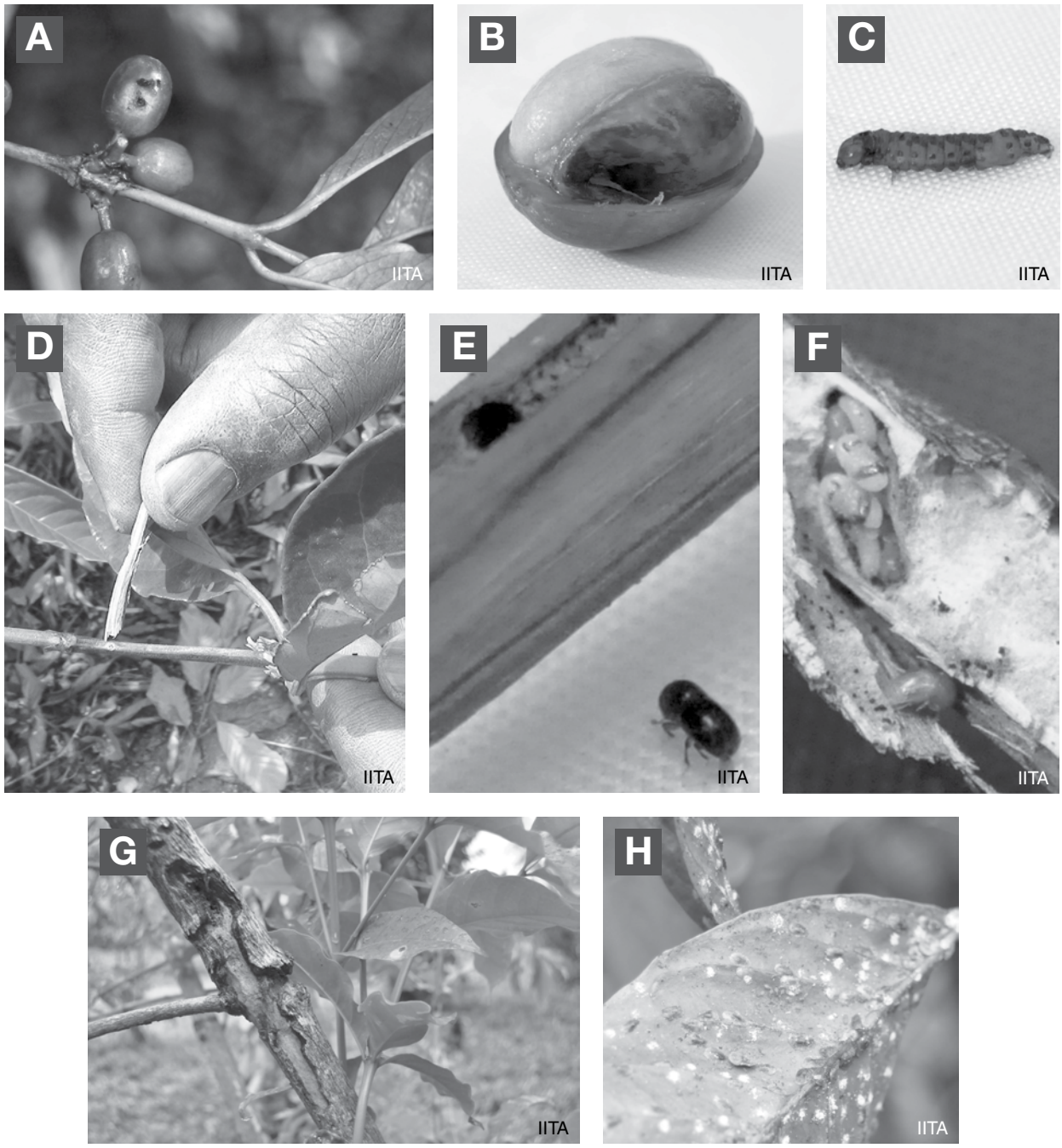



**Photo 15.** Insectes de caféiers. (**A**) Les scolytes femelles perforent les fèves et pondent leurs œufs à l'intérieur. Les œufs éclosent en larves à l'intérieur des fèves, et celles-ci se nourrissent des fèves causant des dégâts. (**B**) Une fève endommagée par une scolyte des fèves. (**C**) Une larve de scolyte des fèves. (**D**) Un petit trou creusé par une mineuse du café. (**E**) La mineuse est un petit insecte volant qui se propage rapidement et est difficile à contrôler. (**F**) La mineuse pond ses œufs dans une brindille, et les œufs éclosent en larves. La brindille infectée commence à sécher à partir de la partie endommagée vers l'extrémité. (**G**) Les scolytes des tiges peuvent causer le jaunissement des feuilles, et le séchage des jeunes plants. (**H**) Les poux sucent l'humidité des plantes et produisent un miellat. Le miellat favorise la croissance de la fumagine, ce qui réduit la zone photosynthétique sur les feuilles.

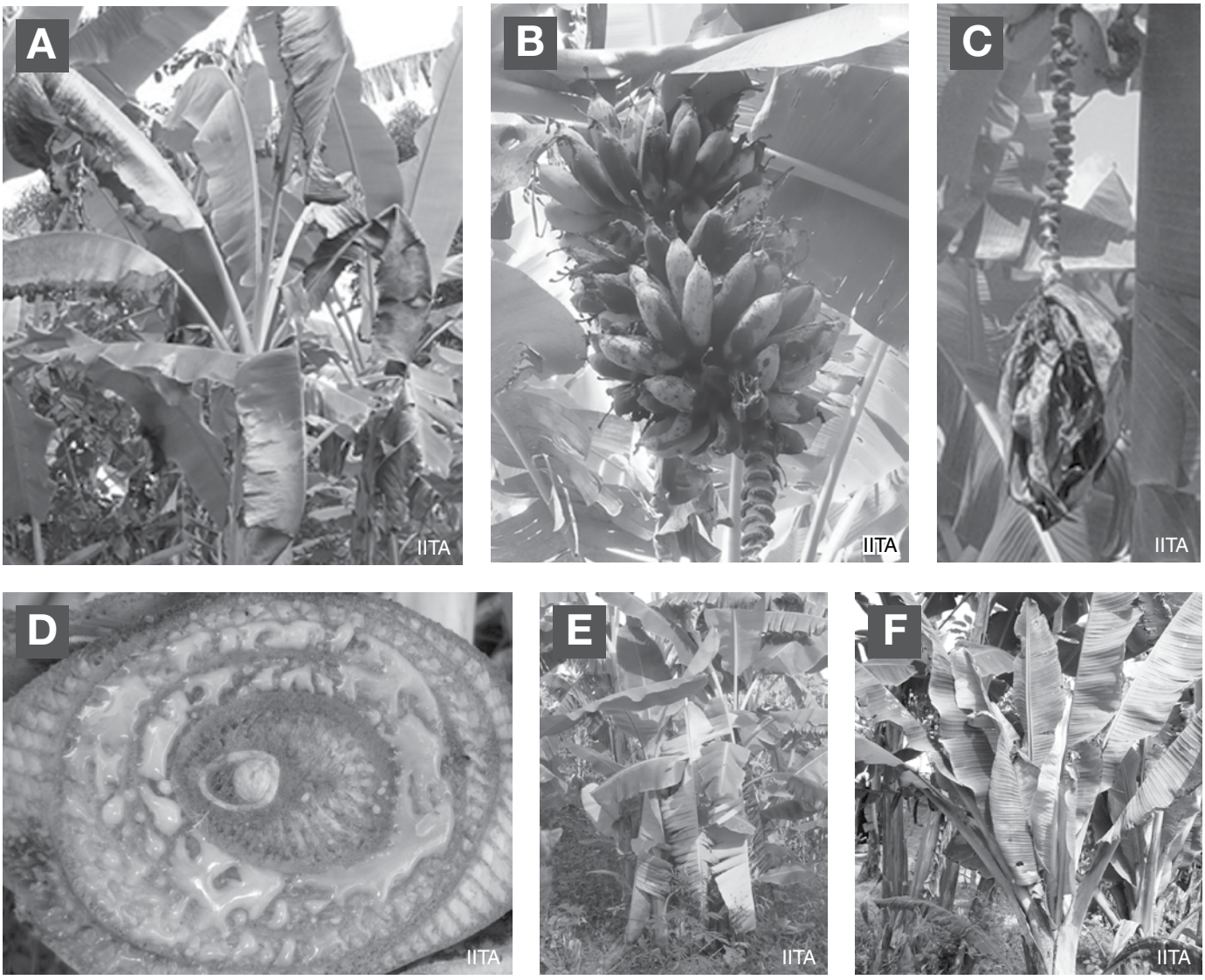



**Photo 16.** Maladies du bananier. (**A**) Le BXW attaque les bananes des hauts plateaux et les variétés exotiques, causant un jaunissement des feuilles. (**B**) Mûrissement prématuré des fruits à cause du BXW. (**C**) Flétrissement du bourgeon mâle en raison du BXW. (**D**) Bouillon jaune dans la tige en raison du BXW. (**E**) La fusariose attaque les bananiers exotiques causant le jaunissement des feuilles, et leur effondrement pour former une “jupe” autour du pseudo-tronc. (**F**) Feuillage en bouquet en raison du virus du bunchy top du bananier. Si la maladie est grave, les plantes ne produisent pas de fruit ou produisent des fruits avec des doigts déformés.

Lutter contre maladies et insectes en utilisant les méthodes recommandées (voir les annexes pour du matériel de vulgarisation facile à utiliser par les agriculteurs).

Certains insectes transmettent des maladies d’une plante à l’autre. Par exemple, la bigarrure du bananier est transmise par des cochenilles et la mosaïque du bananier peut être transmise par des pucerons. Par conséquent, la lutte contre les insectes peut souvent réduire la propagation des maladies.

Couper le bourgeon mâle du régime de bananes lorsque la floraison est terminée (Photo 18).

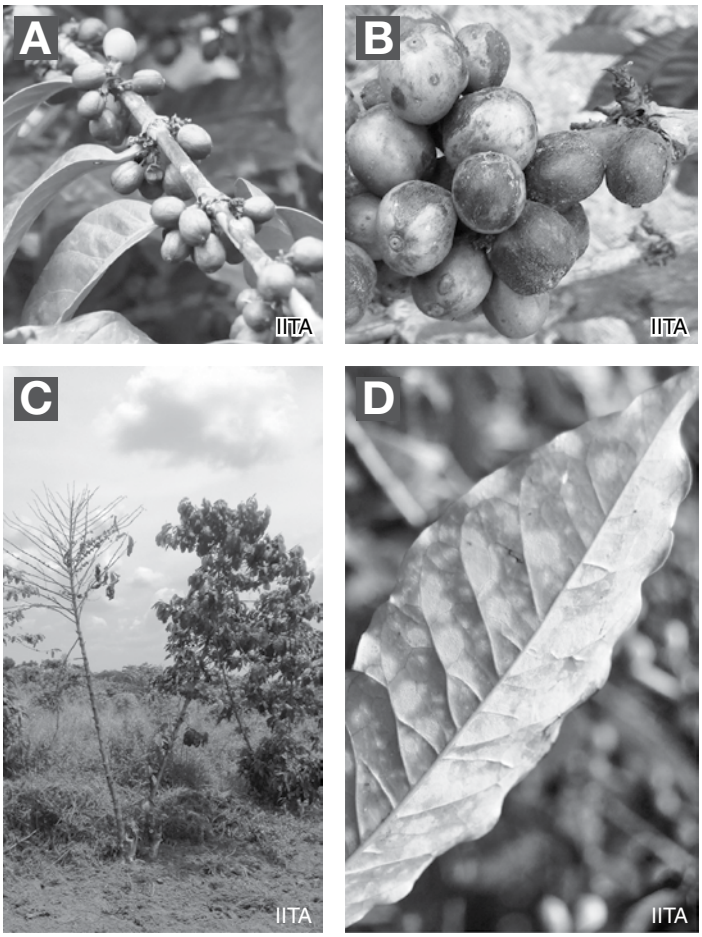



**Photo 17.** Maladies du café. (**A**) Les fèves infectées par la scolyte des fèves du café deviennent sombres et peuvent tomber. Le champignon vit dans l'écorce de l'arbre. La maladie attaque le plus souvent l'Arabica. (**B**) Taches rouges sur les fèves vertes et rouges mûres, causées par la "maladie des boursoufflures rouges" (Cercospora coffeicola ). La maladie peut causer la chute prématurée des fèves et la défeuillaison. La maladie attaque le plus souvent le Robusta. (**C**) Caféier à deux tiges infecté par la scolyte des fèves du café. La tige à gauche a séché en raison de la maladie tandis que celle de droite ne présente pas encore de symptômes de la maladie. (**D**) La rouille orangée des feuilles du caféier, qu'on observe plus généralement en basses altitudes (par exemple, elle affecte gravement l'Arabica des zones humides et chaudes en dessous de 1500 m), peut causer la perte de feuilles et provoquer la chute du rendement.

Ceci protège les fleurs contre des insectes qui transmettent des maladies telles que la maladie du bout de cigare (une maladie des fruits) et le BXW.

Si des produits chimiques sont utilisés, appliquer des insecticides et des fongicides recommandés (voir exemples d'insecticides Tableau 18 et de fongicides Tableau 19) pour le caféier et suivre les instructions d'usage indiquées sur le paquet. Utiliser les produits chimiques avec prudence (Photo 19 et encadré).

**Photo 18.** Couper le bourgeon mâle après la floraison permet de lutter contre la propagation de maladies comme le BXW.

**Tableau 18.** Exemples d'insecticides qui peuvent être utilisés pour lutter contre les insectes du café.

| Insecte | Produit chimique | Pratiques de gestion complémentaires |
|---|---|---|
| Scolyte des fèves du café | Endosulfan, Chlorpyrifos, Fenitrothion, Fenthion | Récolte en temps opportun des fèves rouges mûres, placer une bâche sur le sol pendant la récolte pour recueillir celles qui tombent, retirer et détruire les vieilles fèves sèches restées sur les arbres et sur le sol après la récolte |
| Scolyte des tiges | Fipronil | Bonne gestion des cultures, déraciner et détruire les caféiers infestés |
| Mineuse* | Imidacloprid | Élaguer et détruire les parties de plantes infectées, bien gérer le feuillage et maintenir les champs sans mauvaises herbes |

*La mineuse adulte peut voler. Par conséquent, le contrôle devrait se faire dans tous les champs de caféiers d'un secteur affecté pour éviter une ré-infestation à partir de champs avoisinants.

**Tableau 19.** Exemples de fongicides qui servent à lutter contre la scolyte des fèves du café (CBD), la rouille orangée des feuilles du caféier (CLR), la brûlure bactérienne du caféier (BBC) et la flétrissure du caféier (CWD)

| Maladie | Produits chimiques | Autres pratiques de gestion |
|---|---|---|
| CBD | Azoxystrobin + Chlorothalonil, Pyraclostrobin, Chlorothalonil Fluazinam | Pour la CDB, la CLR et la BBC, une bonne gestion du feuillage par un élagage et un épamprage réguliers, changement de cycle régulier, plantation de variétés résistantes si disponibles |
| CBD, CLR | Dithianon, chlorure de cuivre (cuivre vert) | |
| CBD, CLR, BBC | Oxyde cuivreux (cuivre rouge), hydroxyde de cuivre (cuivre bleu) | |
| CWD* | - | Pour la CWD, planter des matériaux sains, déraciner et brûler les plantes infectées, planter des variétés résistantes |

*L'agent pathogène vit dans le sol, difficile à contrôler avec des produits chimiques

## Nutrition et pression des insectes et des maladies

**Photo 19.** Les dégâts sur les feuilles causés par des herbicides peuvent être pris pour une carence en éléments nutritifs.

Bien que les résultats de la recherche sur la relation entre les nutriments et les risques des ravageurs ne soient pas toujours concluants, les plantes sont plus en mesure de résister aux attaques des ravageurs et des maladies lorsqu'elles reçoivent un approvisionnement suffisant en éléments nutritifs.

Les insectes et les maladies ont souvent été considérés comme les principaux obstacles à la production de bananes et de café, mais de plus en plus de preuves suggèrent que *les problèmes* causés par les insectes et les maladies sont largement *secondaires.*

L'obstacle *principal* à la production est le manque de nutriments qui rend les cultures faibles

**Encadré:** Lignes directrices pour une utilisation sans risques des produits chimiques agricoles

**1.** Lieu d'achat

- Acheter les produits chimiques auprès des commerçants autorisés/enregistrés
- Les pesticides devraient être accompagnés d'un prospectus d'information sur les indications d'usage et de manipulation corrects des produits chimiques
- Ne pas utiliser des produits chimiques interdits ou prohibés. En cas de doute, consulter votre agent agricole local, ou des acheteurs de vos produits

**2.** Choix du produit chimique

- Utiliser le produit chimique adapté à la culture et à l'insecte concerné. Suivre les informations relatives à l'insecte et à la culture indiquées dans le dépliant
- Utiliser des produits chimiques recommandés qui sont acceptés sur le marché. Vérifier auprès de votre vulgarisateur local ou acheteur de votre café

**3.** Choix du bon moment

- Suivre les lignes directrices. Vérifier le nombre de jours qu'il faut compter entre la vaporisation et la récolte

**4.** Quantité correcte

- Appliquer les quantités recommandées

**5.** Mélange correct

- Suivre les lignes directrices relatives aux compatibilités

**6.** Application correcte

- Suivre les lignes directrices sur la bonne méthode d'application

**7.** Manipulation correcte

- Porter des vêtements de protection couvrant le corps, la tête et le visage pour éviter tout contact avec la peau et les yeux, ou l'inhalation. Ne pas faire face au vent lors de la pulvérisation
- Conserver le matériel de contrôle des déversements prêts pour usage en cas de nécessité
- Laver les produits chimiques qui entrent en contact avec le corps avec de l'eau et du savon
- Se laver les mains avec de l'eau et du savon avant de manger, de fumer ou d'aller aux toilettes
- Se laver et changer de vêtements après la pulvérisation
- Laver les récipients utilisés pour mélanger et pulvériser les produits chimiques
- Consulter le médecin si on tombe malade après la pulvérisation. Donner au médecin le nom du produit chimique et sa brochure à lire

**8.** Éliminer les produits chimiques et les récipients

- Éliminer tout excès de produits chimiques dilués selon les instructions du fabriquant
- Ne pas laisser trainer des récipients vides
- Suivre les instructions du fabricant relatives à l'élimination des produits

**9.** Stockage et durée de stockage

- Stocker les pesticides loin des produits alimentaires humains et animaux, loin des enfants, sous clé, avec des signes d'avertissement
- Conserver les produits chimiques dans leurs récipients d'origine
- Stocker conformément aux délais recommandés par le fabricant. Ne pas utiliser après la date de péremption

**10.** Registres

- Tenir un registre des produits chimiques utilisés, quand et où ils ont été utilisés

et susceptibles d'être endommagées. Dans le cas du bananier, les dommages causés par les charançons et les nématodes peuvent être très visibles sur les plantes faibles, mais ne seraient pas la cause principale d'une mauvaise croissance. En outre, il est important de maintenir un feuillage bien ventilé par un bon élagage des caféiers et des bananiers.

Dans le cas du café, la rouille orangée des feuilles est moins répandue sur les plantes cultivées sur des sols modérément acides avec des apports d'engrais adéquats par rapport aux cultures des sols plus acides et sans apport suffisant d'engrais.

### Gestion générale

Garder les champs sans mauvaises herbes afin de réduire la concurrence. On peut lutter contre les mauvaises herbes par le paillage, l'arrachage ou la pulvérisation d'herbicides (Tableau 20).

Le système bananiers–caféier fonctionne bien dans des sols à drainage adéquat (c'est-à-dire des sols qui permettent le mouvement de l'air et de l'eau). S'assurer que des drains suffisants (0,5–1 m de profondeur) ont été installés pour drainer les sols et éviter que l'eau ne stagne au champ après d'importantes précipitations.

Utiliser des chevilles ou des ficelles pour supporter les pseudo-troncs qui portent des régimes et les empêcher de tomber avant que les fruits ne soient prêts pour la récolte (Photo 20).

Dans les grandes plantations, les régimes de bananes sont entourés de sacs pour éviter des dommages causés par les animaux avant la récolte. Les petits exploitants ne couvrent pas leurs produits parce qu'ils ciblent le marché local. Cependant quand on produit pour l'exportation, il faut aussi couvrir les régimes de bananes de sacs afin de se conformer aux exigences de qualité requises.

Sur des plantations matures, les racines de robusta peuvent former une masse épaisse près des bananiers et gêner la croissance des racines des bananiers, provoquant une concurrence féroce entre les deux cultures. Si le clone est trop épais, perturber le sol autour du bananier pour endommager quelques unes des racines du caféier. Par exemple, en Ouganda, il a été constaté

**Tableau 20.** Exemples d'herbicides qui peuvent servir à lutter contre les mauvaises herbes dans des systèmes banane-café.

| Produit chimique | Types de mauvaises herbes | Temps d'application |
|---|---|---|
| Glyphosate | Non sélective, lutte contre les herbes et plantes latifoliées | Appliqué aux mauvaises herbes après qu'elles émergent |
| Sulfosate | Non sélective, lutte contre les herbes et plantes latifoliées | Appliqué aux mauvaises herbes après qu'elles émergent |
| Glufosinate-ammonium | Non sélective, lutte contre les herbes et plantes latifoliées | Peut être appliqué au sol pour empêcher l'apparition de mauvaises herbes, et également aux mauvaises herbes après qu'elles soient apparues |

*Éviter que l'herbicide dévie sur les bananiers et les caféiers

qu'ameublir le sol autour des clones à l'aide d'une houe fourchue permet de contrôler la croissance des racines du caféier.

**Photo 20.** Les pseudo-troncs qui portent des régimes peuvent être retenus avec des chevilles pour les empêcher de tomber.

## Récolte

Une quantité substantielle du produit peut être perdue si la récolte n'est pas faite correctement. Pour s'assurer que les pertes au moment de la récolte sont minimes, récolter au bon moment, utiliser les bonnes méthodes et conduire la récolte soigneusement.

Les bananes ne peuvent pas être stockées pendant de longues périodes car, après la récolte, le mûrissement est rapide. La plupart des clones produiront des régimes presque en même temps lors de la première récolte après la plantation des rejets. Au cours des années ultérieures, à mesure que les bananes "filles" remplaceront les "mères", les régimes seront récoltés tout au long de l'année avec une saison haute de récolte suite à la floraison due à la saison des pluies.

Le café, d'autre part, est récolté pendant des périodes de poussée foliaire et les fèves sont soit vendues à une usine de traitement soit séchées sur une bâche et stockées pour la vente à une date ultérieure.

Récolter le café une fois par semaine pour éviter les pertes de fèves rouges trop mûres. Les bananes sont récoltées vertes mais seulement lorsque les doigts sont bien remplis. Si les régimes sont destinés à la vente, contrôler le champ chaque semaine, afin de déterminer la quantité de récolte qui sera prête de manière à ce que la récolte et la collecte de la récolte soient organisées en temps utile.

Pour minimiser les pertes pendant la récolte des bananes:

- Récolter quand les doigts sont pleins mais encore verts.
- Couper le pédoncule (c'est-à-dire la tige qui connecte le régime au pseudo-tronc) avec précaution au-dessus de la dernière main. Si le régime est coupé au-dessus de la partie recourbée du pédoncule, le crochet peut servir de poignée pour soulever le régime. Si ce n'est pas nécessaire, laisser autant de tige que possible au champ pour réduire la perte des nutriments et le poids du produit à transporter.
- Descendre le régime coupé au sol avec précaution, éviter les meurtrissures après la récolte et stocker dans un endroit frais.

Pour minimiser les pertes pendant la récolte du café:

- Ne récolter que les fèves mûres et rouges. Laisser les fèves vertes sur l'arbuste pour mûrir.
- Éviter que les fèves ne tombent sur le sol par une cueillette soigneuse et en effectuant une récolte tous les sept jours. La récolte est beaucoup plus facile lorsque les caféiers sont correctement élagués.

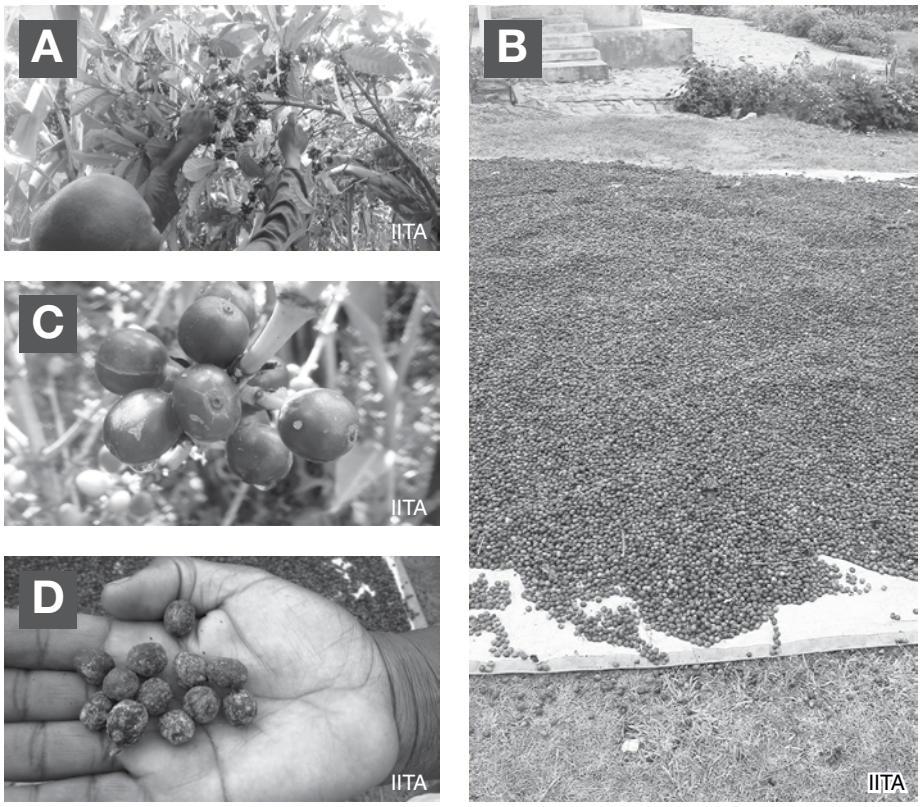



**Photo 21.** Récolte et séchage du café. (**A**) Récolter les fèves rouges mûres avec précaution et les placer dans un récipient sec. (**B**) Pour le traitement à sec, sécher les fèves au soleil sur une surface propre (par exemple, une bâche) avant la livraison au point de collecte. (**C**) Lorsque la récolte se fait en saison des pluies (par exemple, dans certaines parties de l'Ouganda), le séchage peut s'avérer difficile. Les fèves récoltées à des jours différents devraient être séchées séparément pour éviter de se réhumidifier .(**D**) Les fèves moisissent et perdent de la qualité si elles sont contaminées par le sol ou ne sont pas convenablement séchées.

- Si les fèves du café doivent être vendues sèches, sécher les fèves mûres juste après la récolte. Effectuer le séchage pendant 3 à 5 semaines sur une bâche en toile de bonne qualité, retourner le café à mesure qu'il sèche et stocker les fèves sèches dans un environnement sec et frais. Si la pluie tombe quand le café a été étendu pour sécher, le couvrir d'une bâche ou le transférer à l'abri pour éviter qu'il ne se mouille. Les fèves moisissent si elles ne sont pas convenablement séchées. La moisissure altère le goût du café, décolore les fèves ou même en empoisonne l'intérieur et par conséquent abaisse sa qualité
- Si le café est vendu à une dépulpeuse, veiller à ce que la qualité des fèves réponde aux critères exigés (c'est-à-dire les limites relatives à la quantité de terre et au nombre de fèves vertes).

**Contrôles clés**

Utiliser un matériel de plantation sans insecte et sans maladie, et résistant si possible.

Surveiller étroitement les cultures pour détecter la présence d'insectes et de maladies en effectuant des inspections régulières: lorsque des insectes et des maladies sont détectés tôt, des mesures de lutte ne se justifient que sur des zones restreintes et les dommages économiques sur la récolte sont limités.

Il faut être à l'affût de maladies et d'insectes dans les champs voisins ou dans les environs.

En cas d'utilisation de produits chimiques, appliquer des insecticides et des fongicides recommandés pour le café et toujours suivre les instructions indiquées sur le paquet.

Protéger les champs contre les mauvaises herbes par le paillage, l'arrachage ou la pulvérisation d'herbicides recommandés afin de réduire la concurrence.

Dans les plantations de robusta, si le clone est trop épais, perturber le sol autour du bananier pour endommager quelques unes des racines du caféier.

Récolter les régimes de bananes quand les doigts sont pleins mais encore verts, et les fèves de café quand elles sont mûres et rouges.

Manipuler les régimes de banane et les fèves de café selon les exigences du marché.

# 7. Analyse économique

Avant d'introduire de nouvelles pratiques agricoles, il est important d'avoir une idée des avantages escomptés. Une fois la technologie introduite, les avantages réels obtenus peuvent alors être calculés. Les avantages peuvent être en termes d'accroissement du rendement, de réduction des investissements (par exemple en temps et en main-d'œuvre) et d'augmentation de rentabilité.

Les avantages probables d'une nouvelle technologie sont calculés sur la base de données estimatives, tandis que les avantages réels sont basés sur des données réelles recueillies dès l'introduction des nouvelles pratiques agricoles.

Ci-dessous quelques calculs simples qui peuvent fournir des informations utiles sur les coûts et avantages probables, et qui n'exigent qu'une quantité minimale de données.

### Avantages agronomiques

L'*efficacité agronomique* ( EA ) de l'engrais, qui est l'effet d'une unité des nutriments appliqués sur le rendement, peut être calculée comme suit:

$$EA = \frac{(Y_{engrais} - Y_{sans\ engrais})}{\text{Quantité de nutriment appliqué}}$$

où $Y_{engrais}$ est le rendement d'une culture fertilisée, $Y_{sans\ engrais}$ le rendement d'une culture sans engrais, et où le rendement et la quantité de nutriments sont en kg/ha.

Par exemple, si $Y_{engrais}$ était 2217 kg/ha et $Y_{sans\ engrais}$ était 1249 kg/ha pour le café en monoculture, et 200 kg d'urée ont été appliqués pour fournir de l'azote (l'urée a 46% d'azote), alors

$$\text{Quantité d'azote appliquée} = \frac{200 \times 46}{100} = 92$$

Et

$$EA = \frac{(2217 - 1249)}{92} = 10{,}5$$

Donc, pour chaque kg de N appliqué, 10,5 kg supplémentaires de café ont été produits.

### Avantages économiques

Le retour sur investissement en engrais peut être estimé en calculant la quantité de rendement nécessaire pour acheter un kilogramme d'engrais. C'est ce qu'on appelle le *ratio prix intrant/extrant* et se calcule comme suit:

$$input/output\ price\ ratio = \frac{P_{fert}}{P_{yield}}$$

$P_{engrais}$ est le prix d'un kg d'engrais et $P_{rendement}$ est le prix d'un kg de rendement.

Par exemple, si $P_{engrais}$ était de 1,2 $US et $P_{rendement}$ était de 0,07 $US pour les bananes, alors

$$\text{ratio prix intrant/extrant} = \frac{P_{engrais}}{P_{rendement}}$$

Pour estimer le retour sur investissements en engrais, la valeur de rendement supplémentaire avec l'engrais peut être comparée au coût de l'engrais. Le *ratio valeur/coût (RVC)*, aussi connu sous le nom d'*avantage coût ratio*, est calculé comme suit:

$$\text{prix intrant/extrant} = \frac{1{,}2}{0{,}07} = 17{,}1$$

Les rendements et la quantité d'engrais peuvent être en kg/ha et le prix par kg.

Dans le système de cultures en associations, le retour sur l'argent investi dans l'engrais peut se calculer comme suit:

$$RVC = \frac{\overbrace{[\,(Y_{\text{engrais}} - Y_{\text{sans engrais}}) \times P_{\text{rendement}}\,]}^{\text{Bananiers}} + \overbrace{[\,(Y_{\text{engrais}} - Y_{\text{sans engrais}}) \times P_{\text{rendement}}\,]}^{\text{Caféiers}}}{\text{Quantité d' engrais appliqué} \times P_{\text{engrais}}}$$

En règle générale, un ratio valeur/coût supérieur à 2 est nécessaire pour qu'un investissement soit économiquement attrayant pour les agriculteurs.

Si des informations supplémentaires, par exemple sur les coûts de la main-d'œuvre, le désherbage, l'élagage, l'épamprage et la lutte contre les insectes sont disponibles, des calculs plus détaillés peuvent être effectués. (Voir le tableau 21 ci-dessous, pour un exemple sur l'utilisation de l'engrais en mono-cultures et en associations).

## Programmes de certification

Les programmes de certification et de vérification pour le café peuvent aider à améliorer la qualité et par conséquent le prix des produits vendus. Déterminez si de tels programmes existent dans votre région et inscrivez-vous. S'il n'en existe aucun, explorez avec les agriculteurs voisins la possibilité d'adhérer à un tel programme. Les programmes de certification du café qu'on trouve actuellement en Afrique sub-saharienne sont 'Fairtrade', 'Rain forest alliance' et 'UTZ certified'.

Choisissez un programme de certification qui contribue à l'accroissement de la productivité et de la viabilité!

## Intégration dans le système d'exploitation agricole

Même si les agriculteurs peuvent obtenir un meilleur rendement en cultivant les bananiers et le caféier ensemble, le système peut avoir des répercussions sur d'autres activités menées sur la ferme. Plusieurs questions devraient être prises en considération lors de l'adaptation du système intercalaire au système d'exploitation agricole:

## Utilisation efficace des nutriments

Très peu d'agriculteurs appliquent des engrais minéraux sur les bananiers, malgré des preuves irréfutables que des applications modérées peuvent doubler les rendements. Par contraste, les agriculteurs reconnaissent le besoin d'engrais pour les caféiers. Quand associés avec le café,

**Tableau 21.** Avantages économiques de l'utilisation des engrais dans des mono-cultures de café et des systèmes de cultures en association banane-café robusta.

| | Mono-culture | | Association | |
|---|---|---|---|---|
| | Sans engrais | Avec engrais | Sans engrais | Avec engrais |
| Prix du café ($/kg) | 1,03 | 1,03 | 1,03 | 1,03 |
| Prix des bananes ($/kg) | | | 0,07 | 0,07 |
| Rendement du café (kg/ha/an) | 1249 | 2217 | 1088 | 2197 |
| Rendement des bananes (kg/ha/an) | | | 9271 | 11071 |
| **Coût de l'engrais** | | | | |
| Achat ($/ha) | | 243 | | 193 |
| Transport ($/ha) | | 4 | | 3 |
| Main d'œuvre pour l'application ($/ha) | | 3 | | 3 |
| **Calculs:** | | | | |
| Valeur du café | 1249 × 1,03 = 1286 | 2217 × 1,03 = 2284 | 1088 × 1,03 = 1120 | 2197 × 1,03 = 2262 |
| Valeur des bananes | | | 9271 × 0,07 = 649 | 11071 × 0,07 = 775 |
| Valeur totale du système | 1286 | 2284 | 1120 + 649 = 1769 | 2262 + 775 = 3037 |
| Coût total d'utilisation d'engrais | | 243 + 4 + 3 = 250 | | 193 + 3 + 3 = 199 |
| Modification de la valeur du(des) rendement(s) avec utilisation d'engrais | 2283 - 1286 = 998 | | 3037 - 1769 = 1268 | |
| Ratio valeur/coût (RVC) pour l'usage d'engrais | 998 ÷ 250 = 4,0 | | 1268 ÷ 199 = 6,4 | |

les bananiers peuvent récupérer des nutriments d'engrais qui ne sont pas consommés par les caféiers. L'utilisation efficace des nutriments appliqués qui en résulte contribue à la fois à un revenu provenant du café et à une production améliorée de bananes.

## Main d'œuvre

Contrairement aux cultures annuelles, le système intercalaire banane-café exige du travail tout au long de l'année. Il requiert donc plus de travail et peut rivaliser avec d'autres activités. Il est important de planifier les activités sur l'exploitation afin que la main-d'œuvre disponible soit utilisée efficacement.

## Bétail et nutriments

Les associations banane-café réussissent bien dans des régions qui sont également adaptées pour le bétail. Souvent, les exploitations sont petites et les agriculteurs ne sont pas en mesure de cultiver suffisamment de fourrages pour le bétail. Dans de tels cas, les résidus de culture des bananiers peuvent servir à nourrir le bétail plutôt que d'être maintenus au champ comme paillis. Quand les résidus de bananiers servent à nourrir le bétail, la plupart des nutriments contenus

dans les résidus peuvent être restitués au système banane–café sous forme de fumier animal. Les herbes grossières qui ne sont pas adaptées pour nourrir le bétail ou de vieux chaumes peuvent être utilisés comme une source alternative de paillis.

### Risque

Avant d'introduire le système banane-café, n'oubliez pas que, contrairement aux systèmes de cultures annuelles, le système banane-café est permanent. Une fois établi, il n'est pas facile de le remplacer par un autre système de culture.

Confrontés à de mauvais rendements de café, certains agriculteurs laissent leurs caféiers pousser à l'état sauvage, pour le réhabiliter ensuite quand les prix s'améliorent. Cependant dans les systèmes banane-café, il est sans doute préférable de couper les caféiers pour les rajeunir quand les prix du café sont mauvais.

### Synergie

Le système peut être introduit sans nécessairement affecter la production de cultures annuelles au cours de la première année. Lorsque les bananiers et les caféiers sont jeunes, les agriculteurs peuvent continuer à planter d'autres cultures dans le champ comme avant. Le système banane-café peut également profiter des cultures annuelles.

Par exemple, si les caféiers sont plantés dans un champ de tomates, le cuivre vaporisé sur les tomates contrôle également les maladies sur les jeunes caféiers. Si la récolte annuelle est une légumineuse qui fixe l'azote, les bananiers et les caféiers peuvent bénéficier de la fertilité améliorée du sol.

### Contrôles clés

Tenez un registre à utiliser dans le calcul des profits et des coûts.

Un ratio valeur/coût supérieur à 2 est nécessaire pour qu'un investissement soit économiquement attrayant pour les agriculteurs.

Choisissez un programme de certification qui contribue à l'accroissement de la productivité et sa viabilité!

Avant d'introduire le système banane-café, n'oubliez pas que, contrairement aux systèmes de cultures annuelles, le système banane-café est permanent. Une fois établi, il n'est pas facile de le remplacer par un autre système de culture.

Quand les prix du café sont mauvais, il est sans doute préférable de couper les caféiers pour les rajeunir.

Lorsque les bananiers et les caféiers sont jeunes, les agriculteurs peuvent continuer à planter d'autres cultures dans le champ comme avant. Le système banane-café peut également profiter des cultures annuelles.

# 8. Conclusions

Dans ce guide, nous avons abordé les caractéristiques, usages, avantages et désavantages, ainsi que les conditions édaphiques et climatiques des systèmes de cultures intercalaires bananiers–caféiers en Afrique. L'écart de rendement est un moyen utile d'étudier les possibilités d'amélioration du rendement pour un site particulier. Nous avons examiné les pratiques de terrain pour l'établissement de systèmes banane-café soit comme nouvelles plantations ou en introduisant les bananiers dans un champ de caféiers ou vice-versa.

Nous avons analysé l'usage de la gestion intégrée de la fertilité des sols pour améliorer la productivité des systèmes banane-café en se focalisant sur l'utilisation appropriée de germoplasmes de haute qualité, sur un bon espacement des plantes pour atteindre l'équilibre entre le feuillage des bananiers et des caféiers, sur l'utilisation des résidus de récoltes et sur la lutte contre les insectes et les maladies.

Nous avons ensuite envisagé les méthodes permettant d'évaluer les aspects économiques de l'introduction de systèmes banane-café et comment ils peuvent être intégrés dans un système agricole. Nous espérons que les vulgarisateurs et les autres agents trouveront ce guide utile dans leur travail pour améliorer la productivité des systèmes banane-café en Afrique.

# 9. Tables de Recherche

**Table de recherche 1.** Teneur en nutriments et en eau du fumier et des résidus couramment disponibles en Afrique subsaharienne.

| Matériel | N | P | K | Ca | Teneur en eau |
|---|---|---|---|---|---|
| | kg/t matériel | | | | % |
| Matières fécales humaines | 10 | 2 | 3 | | |
| Excréments de vache | 3 | 1 | 1 | | |
| Excréments de porc | 5 | 2 | 4 | | |
| Fumier frais de vache | 4–6 | 1–2 | 4–6 | 2–4 | 60 |
| Fumier composté de vache | 15 | 12 | 21 | 20 | 35 |
| Fumier de ferme | 10 | 8 | 12 | 8 | 50 |
| Fumier de chèvre | 8 | 7 | 15 | 8 | 50 |
| Fumier de mouton | 10 | 7 | 15 | 17 | 80 |
| Fumier de porc | 7–10 | 2–3 | 5–7 | 12 | 80 |
| Fumier de volaille | 14–16 | 2,5–8 | 7–8 | 23 | 55 |
| Compost | 6 | 2 | 23 | 11 | 40 |
| Boue d'épuration | 16 | 8 | 2 | 16 | 50 |
| Gâteau de filtre de canne à sucre | 3 | 2 | 0,6 | 5 | 75–80 |
| Gâteau de graine de ricin | 45 | 7 | 11 | 18 | 10 |

**Table de recherche 2.** Facteurs de conversion de nutriments.

| De | Multiplier par | Pour Obtenir/De | Multiplier par | Pour obtenir |
|---|---|---|---|---|
| $NO_3$ | 0,226 | N | 4,426 | $NO_3$ |
| $NH_3$ | 0,823 | N | 1,216 | $NH_3$ |
| $NH_4$ | 0,777 | N | 1,288 | $NH_4$ |
| $P_2O_5$ | 0,436 | P | 2,292 | $P_2O_5$ |
| $K_2O$ | 0,830 | K | 1,205 | $K_2O$ |
| $SO_2$ | 0,500 | S | 1,998 | $SO_2$ |
| $SO_4$ | 0,334 | S | 2,996 | $SO_4$ |
| $SiO_2$ | 0,468 | Si | 2,139 | $SiO_2$ |
| MgO | 0,603 | Mg | 1,658 | MgO |
| CaO | 0,715 | Ca | 1,399 | CaO |
| $CaCO_3$ | 0,560 | CaO | 1,785 | $CaCO_3$ |

## 10. Bibliographie

Les principaux ouvrages de référence utilisés dans ce guide sont répertoriés ci-dessous. Une brève explication de la pertinence de ces ouvrages apparait en italique.

Beer, J., (1988) Litter production and nutrient cycling in coffee (*Coffea arabica*) or cacao (*Theobroma cacao*) plantations with shade trees. Agroforestry Systems 7, 103–114.

Beer, J., Muschler, R., Kass, D., Somarriba, E. (1998) Shade management in coffee and cacao plantations. Agroforestry Systems 38, 139–164.

*Ces références explorent les avantages et les inconvénients de l'ombrage sur le rendement du café, et le rôle de la fertilité des sols.*

Bouwmeester, H., Rieffel, P. (2010) Banana production area, IITA - Banana production area project.

*Source de la Figure 1.*

CIALCA, 2008 Final Report Phase I - CIALCA: January 2006 – December 2008, in CIALCA Progress Reports 05. http://www.cialca.org/files/files/CIALCA-I_final_technical_report.pdf

*Source de la Figure 10.*

CIALCA, Culture in vitro du bananier.

CIALCA, Macropropagation des bananiers. Matériaux de vulgarisation pour la banane.

CIALCA, Bananiers- problèmes de fertilité des sols 1/2. Matériaux de vulgarisation pour la banane.

CIALCA, Bananiers- problèmes de fertilité des sols 2/2. Matériaux de vulgarisation pour la banane.

CIALCA, Zéro labour et paillage des bananiers. Matériaux de vulgarisation pour la banane.

CIALCA, Dégâts des nématodes sur bananiers. Matériaux de vulgarisation pour la banane.

CIALCA, Charançons du bananier *Cosmopolites sordidus*. Matériaux de vulgarisation pour la banane.

CIALCA, Flétrissement bactérien du bananier (BXW) Fiche d'information. Matériaux de vulgarisation pour la banane.

CIALCA, Banana bunchy top disease. Matériaux de vulgarisation pour la banane.

CIALCA, La fusariose du bananier (Maladie de Panama). Matériaux de vulgarisation pour la banane.

CIALCA, Banana streak disease et la mosaïque du bananier. Matériaux de vulgarisation pour la banane.

CIALCA, Maladies fongiques du fruit de la banane. Matériaux de vulgarisation pour la banane.

CIALCA, Banana leaf spot diseases: Cercosporiose jaune (*Mycosphaerella musicola*) et cercosporiose noire (*Mycosphaerella fijiensis*). Matériaux de vulgarisation pour la banane.

*Le matériel de vulgarisation de la banane élaboré par le Consortium pour l'amélioration des moyens de subsistance basés sur l'agriculture en Afrique centrale (CIALCA) fournit des informations utiles sur la gestion du système.* www.cialca.org/index331b.html?option=com_content&view=article&id=82&Itemid=96

DaMatta, F.M., Ronchi, C.P., Maestri, M., Barros, R.S. (2007) Ecophysiology of coffee growth and production. Brazilian Journal of Plant Physiology 19, 485–510.

*Source d'informations sur le calendrier des étapes physiologiques critiques du café présenté au Tableau 2.*

Eledu, C.A., Karamura, E.B., and. Tushemereirwe, W.K (2004). Distribution agro-écologique des systèmes de banane dans la région des Grands Lacs. African Crop Science Journal 12, 33–42.

*Cette référence décrit les principales zones bananières dans la région des grands lacs d'Afrique orientale et centrale.*

Fairhurst, T. (ed) (2012) Handbook for Integrated Soil Fertility Management. Consortium africain pour la santé des sols, Nairobi

*Introduction aux principes et aux pratiques de gestion intégrée de la fertilité des sols.*

Harding, P. (1992) Coffee [*Coffea arabica* L. (arabica coffee); *Coffea canephora Pierre ex Froehner* (robusta coffee*); Coffea liberica Bull ex Hiern*. (Liberica coffee); *Coffea excels Chev*. (Excelsa coffee)]. In Wichmann, W. (Ed), World Fertilizer Use Manual. Association internationale des engrais, Paris.

*Source de données sur les éléments nutritifs du café. Les données ont été utilisées dans la Figure 15.*

Jahnke, H.E. (1982) Livestock production systems and livestock development in tropical Africa, Kieler Wissenschafsverlag Vauk, Kiel, Allemagne.

*Source des caractéristiques des zones incluse dans le Tableau 1.*

Kelly, V. (2006) Factors Affecting Demand for Fertilizer in Sub-Saharan Africa. Agriculture and Rural Development Discussion Paper 23, Washington, DC. Banque mondiale. Retrieved August 2012 from http://siteresources.worldbank.org/INTARD/Resources/ARD_DP23_FINAL.pdf.

*Cette référence fournit des informations utiles sur l'analyse économique de données.*

Magambo, M.J.S. (2000). Clonal robusta coffee farming. Uganda National Farmers' Association farmer guide series, Uganda. Uganda National Farmers' association, Ouganda.

*Cette référence contient des informations utiles sur la production du café robusta.*

Martin-Prevel, P. (1992) Banana. In W. Wichmann (Ed.), World fertilizer use manual, International Fertilizer Association, Paris.

*Source de données sur les nutriments dans la partie plante du bananier. Les données ont été utilisées dans la Figure 15.*

Minai, J.N., Nyaga, M.K., Mburu, J.N., Nzue, J., Wanja, E. (Eds) (2009). The Coffee Atlas. Coffee Research Foundation, Ruiru, Kenya.

*L'atlas fournit des informations sur les carences en nutriments, les insectes et les maladies du café.*

Minai, J.N. (2011) Coffee Production Recommendations, the Coffee Research Foundation, Ruiru, Kenya.

*C'est une bonne source d'informations sur les recommandations relatives aux engrais et à la gestion du café.*

Newley, P., Akehurst, A., Campbel, B. (2008). Banana Growing Guide: Cavendish Bananas. Published by N.S.W. Department of Primary Industries. State of New South Wales.

*Le guide est une bonne source d'informations sur la gestion de la banane.*

Okalebo, J.R., Gathua, K.W., Woomer, P.L. (2002) Laboratory methods of soil and plant analysis: a working manual. 2nd edition.

*Cette référence est la source de données pour les nutriments foliaires pour le café arabica et la banane présentées au Tableau 10.*

Robinson, J.C., Sauco, V.G. (2010) *Bananas and plantains*. 2nd ed, CABI.

*Un ouvrage utile sur les principes scientifiques de la production de la banane et comment celles-ci se rapportent aux pratiques.*

Tushemereirwe, W.K., Kashaija, I.N., Tinzara, W., Nankinga, C., New, S. (Eds.) (2001). Banana production manual: a guide to successful banana production in Uganda. National Agricultural Research Organisation, Ouganda.

*Cette référence contient des informations utiles sur la production de la banane.*

Twyford, I.T. (1967) Banana nutrition: A review of principles and practice. Journal of Science and Food Agriculture 18, 177–183.

Twyford, I.T.,Walmsley, D. (1974) The mineral composition of the robusta banana plant IV: The application of fertilizers for high yields. Plant and Soil 41, 493–508.

*Ces deux références examinent les conditions relatives aux nutriments pour la banane.*

Van Asten, P.J.A., Wairegi, L.W.I., Mukasa, D., Uringi, N.O. (2011) Agronomic and economic benefits of coffee–banana inter–cropping in Uganda's smallholder farming systems. Agricultural Systems 104, 326–334.

*Source des données utilisées dans les Figures 6 et 7.*

Van Asten, P.J.A. Wanyama, I., Mukasa, D., Nansamba, R., Kisaakye, J., Sserubiri, I., Bongers, G., Jassogne, L. (2012) Mapping and evaluating improved inter–crop and soil management options for Ugandan coffee farmers. Technical Report.

*Source de la Figure 11: carte des carences nutritives en Ouganda.*

Wairegi, L.W.I., van Asten, P.J.A., Tenywa, M.M., Bekunda, M.A. (2010) Abiotic constraints override biotic constraints in East African highland banana systems. Field Crops Research 117, 146–153.

*Source de la Figure 8 et de données utilisées pour la Figure 12.*

## 11. Glossaire

**Arqué**: Les jeunes plantes sont penchées, une ficelle est liée à la tige courbée, puis attachée à un piquet planté dans le sol pour maintenir la tige en place.

**Précipitations bimodales**: Précipitations qui viennent en deux saisons dans une année.

**Régime**: Fruit du bananier.

**Restriction**: La pointe de la tige est coupée.

**Engrais composé**: Un engrais qui contient plus d'un nutriment.

**Bulbe**: Une tige souterraine, verticale et courte.

**Pollinisation croisée**: Le pollen d'une fleur féconde une autre fleur.

**Boutures**: Des sections à segment unique sont coupées des rejets. Les rejets sont récoltés de la plante mère.

**Enlever les rejets**: Retirer des brindilles qui poussent de la tige principale du caféier, et les petites pousses à la base d'une tige de banane.

**Dépérissement**: Les feuilles tombent, les branches meurent. Pour le café, dû au fait d'avoir plus de fèves que la plante ne peut supporter.

**Ligne du couvert**: La ligne autour du caféier où la grande partie de la pluie qui tombe sur l'arbre est déversée.

**Étiolés**: Plantes faibles et jaunâtres en raison du manque de lumière.

**Récolte secondaire**: Lorsque le café est récolté deux fois par an, l'une des récoltes tend à être plus petite et est appelée récolte secondaire.

**Nouaison:** Changement de fleurs en fruits.

**Greffage**: Un rejet est coupé d'une plante, placé dans une fente faite sur un porte-greffe, et l'union est liée pour faciliter l'adhésion.

**Hybrides**: Résultats du croisement de deux variétés différentes.

**Récolte principale**: La plus grande récolte du café récolté deux fois par an.

**Clone**: Une famille de bananiers avec des bulbes interconnectés. Devrait de préférence être une seule plante mère, une fille et une petite-fille.

**Mono-cultures**: Culture unique.

**Monocotylédones**: Plantes dont les graines ont un seul cotylédon. Les plantes ont des feuilles avec nervures parallèles.

**Plante mère**: La plus ancienne plante dans un clone. Peut être en fleur ou porter un régime de banane. Pour le café, la plante à partir de laquelle le matériel pour la propagation est obtenu (par exemple les bons rejets pour les boutures, les semences).

**Phénologie**: Pour le bananier et le caféier, les étapes de croissance, de la plantation à la maturité.

**Élagage**: Couper des branches sélectionnées.

**Pseudo-tige**: Une fausse tige composée de gaines de feuilles roulées.

**Auto-pollinisation**: fleur qui s'autoféconde.

**Engrais simple**: Un engrais qui contient un seul nutriment.

**Raboutage**: Dans le cas du caféier, couper la grande partie de la tige et laisser une petite partie au-dessus de la surface du sol.

**Rejets**: Brindilles poussant vers le haut, de la tige principale du caféier.

**Rejets baïonnettes**: Les rejets les plus proches de la plante mère. Ils ont de petites feuilles en forme d'épée.

**Racine principale:** D'ordinaire une seule racine qui pousse en profondeur, qui donne naissance à de petites racines.

**Surgreffage**: Des boutures améliorées de café sont greffées sur de vieux arbustes.

**Envahissant**: Un caféier porte plus de fruit qu'il ne peut supporter de façon pérenne.

**Surpeuplement**: Présence d'un trop grand nombre de plantes dans une zone donnée. Les plantes se font concurrence pour les éléments nutritifs, l'eau et la lumière.

**Multiplié par voie végétative:** Produit à partir de boutures et non de semences.

**Gourmands**: Les rejet généralement attachés à la plante mère. Les rejets ont de grandes feuilles larges.

**Indemne de mauvaises herbes**: Sans mauvaises herbes.

## 12. Sigles et abréviations

| | |
|---|---|
| Al | Aluminium |
| ASHC | Consortium africain pour la santé des sols |
| B | Bore |
| BBC | Brûlure bactérienne du café |
| BBTD | Maladie du bunchy top du bananier |
| BXW | Flétrissement bactérien du bananier |
| C | Centigrade |
| C/N | Rapport carbone-azote |
| Ca | Calcium |
| CBD | Scolyte des fèves du café |
| Cl | Chlore |
| CLR | Rouille orangée de feuilles du caféier |
| Cm | Centimètre |
| Cu | Cuivre |
| CWD | Scolyte des fèves du café |
| DAP | Phosphate de diammonium |
| RDC | République démocratique du Congo |
| FAO | Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture |
| Fe | Fer |
| G | Gramme |
| Ha | hectare |
| IITA | Institut international d'agriculture tropicale |
| GIFS | Gestion intégrée de la fertilité des sols |
| K | Potassium |
| $K_2O$ | Oxyde de potassium |
| KCl | Chlorure de potassium |
| Kg | Kilogramme |

| | |
|---|---|
| LER | Proportion équivalente de terre |
| M | Mètre |
| Mg | Magnésium |
| MgO | Oxyde de magnésium |
| Mm | Millimètre |
| Mn | Manganèse |
| N | Azote |
| Na | Sodium |
| ONG | Organisation non gouvernementale |
| P | Phosphore |
| $P_2O_5$ | Acide phosphorique |
| SSA | Afrique sub-saharienne |
| Si | Silice |
| T | Tonne |
| TSP | Superphosphate triple |
| RVC | Ratio valeur/coût |
| WUR | Université de Wageningen |
| Zn | Zinc |

# Annexes: matériel de vulgarisation relatif aux insectes et aux maladies du bananier

Ces matériaux de vulgarisation faciles à utiliser pour les agriculteurs ont été produits par le CIALCA - le Consortium pour l'amélioration des moyens de subsistance basés sur l'agriculture en Afrique centrale (cialca.org). Ils sont ici reproduits avec l'aimable autorisation du consortium.

**1. Culture in vitro du bananier**

http://www.cialca.org/files/files/extension_materials/tissue-culture_french.pdf

# CULTURE IN VITRO DU BANANIER

## Obtenir des milliers de PLANTULES SAINES

La culture in vitro est un moyen de produire rapidement (en 4 à 6 mois) des milliers de nouvelles plantules de bananiers qui sont:

- saines = sans maladie et sans insecte
- uniformes
- plus vigoureuses que des rejets traditionnels
- facilement transportables, donc facilement commercialisables.

Les paysans peuvent se procurer ces vitroplants pour 1$ ou moins directement au laboratoire, ou auprès de pépinières de leur voisinage.

## Démarrer au LABORATOIRE, endurcir LOCALEMENT

laboratoire

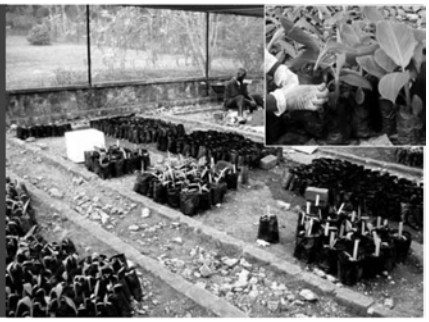
Les vitroplants sont produits dans un environnement stérile dans des laboratoires spécialisés.

1. Des morceaux de bananier sont prélevés d'une plante mère saine et amenés au laboratoire, où ils sont désinfectés, puis
2. multipliés sur un milieu de multiplication (4 semaines), puis
3. enracinés sur un milieu d'enracinement (4 semaines).

Ensuite, les petites plantules sont transférées dans une pépinière pour être endurcies en deux étapes:

1. en petits pots dans une chambre humide (3-6 semaines)

2. dans des sachets de plantation, à l'ombre (<2 mois)



Ces deux étapes peuvent être réalisées par l'entreprise de culture in vitro, par un pépiniériste privé indépendant ou par les paysans via des pépinières communautaires.

**IMPORTANT POUR LES PAYSANS !**

Les plantules issues de la culture in vitro comme de la macro propagation sont plus fragiles que les rejets. Elles ont besoin de plus de soins, en particulier pendant l'installation : arrosage, fertilisation, bonne gestion culturale.

"Sans les soins supplémentaires, les bénéfices seront perdus."

CIALCA improving livelihoods

www.cialca.org

IITA

www.iita.org

Pour plus d'information, allez sur nos sites web. Questions ? Thomas DUBOIS (IITA): t.dubois@cgiar.org

## 2. Macropropagation des bananiers

http://www.cialca.org/files/files/extension_materials/macro-propagation_french.pdf

# MACROPROPAGATION DES BANANIERS

Le bananier ne produit pas facilement du matériel de plantation. La culture in vitro est un moyen de produire rapidement des nouvelles plantules saines, nécessitant un laboratoire, de l'électricité et des compétences techniques. La macropropagation est un autre moyen rentable pouvant se faire localement.

## Prendre conscience de la SANTÉ des plants

Pourquoi la macropropagation ?

- Elle permet de multiplier rapidement des plantules pour distribuer une nouvelle variété ou remplacer les bananiers d'un champ infecté de maladies.
- Elle donne des plantules relativement saines si le rejet d'origine provient d'une plante mère saine et si la contamination est minimisée durant le procédé.
- Elle peut être effectuée localement à faible coût et avec une petite formation : un privé ou une organisation paysanne peut lancer cette activité.
- Elle peut faire prendre conscience des principes de bonne santé des plants de bananier.

**Attention:** même s'il ne présente pas de symptôme au départ, un rejet issu d'une plante mère malade donnera des plantules infestées à l'arrivée. Ne jamais prendre un tel rejet, ni pour la macropropagation, ni pour replanter.

Un rejet sain au départ donne 8 à 25 plantules saines en 12 à 18 semaines

## Multiplier des plantules localement

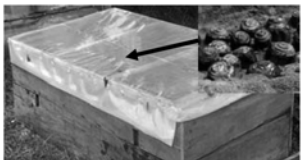
1. sélection de rejets baïonnette issus d'une plante mère saine

- 1ère étape: sélectionner des rejets 'baïonnette' sains pour ne pas multiplier les maladies.
- Etapes suivantes: désinfecter les bulbes et couper les bourgeons pour donner de nombreuses nouvelles pousses saines.
- Les nouvelles pousses doivent être enracinées dans un sol stérile dans une chambre humide.

2. bulbes 'parés'

3. stérilisation

4. bourgeon au bout du 'V'



5. chambre haute humidité

6. plantules

7.détachement

8. mise en pot

CIALCA improving livelihoods

www.cialca.org

Les seuls moyens nécessaires:

- Un bidon pour stériliser les bulbes et le sol + matière organique
- Une chambre rustique de propagation + sciure, plastique, ombre: Ex: une petite unité (2 x 1 x 0,75 m) peut contenir 80 bulbes et produire 1000 plantules enracinées en 3 à 5 mois.

IITA

www.iita.org

Pour plus d'information, allez sur nos sites web. Questions ? Jim Lorenzen (IITA): j.lorenzen@cgiar.org

### 3. Bananiers: Problèmes de fertilité des sols (1/2)

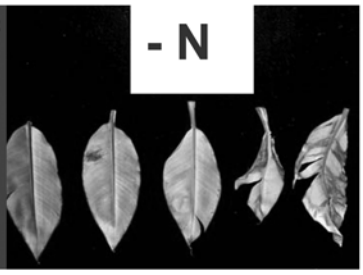
http://www.cialca.org/files/files/extension_materials/fertilite_nutrients1_french.pdf

## BANANIERS : PROBLÈMES DE FERTILITÉ DES SOLS (1/2)

Des sols pauvres provoquent des manques en éléments nutritifs. On les trouve partout et souvent, en particulier en l'absence de toute fertilisation. Les manques les plus courants concernent l'Azote (N), le Phosphore (P), le Potassium (K) et le Magnésium (Mg). Si seulement un de ces éléments est insuffisant, les rendements seront bas. Inutile d'apporter tout autre élément que celui qui manque.

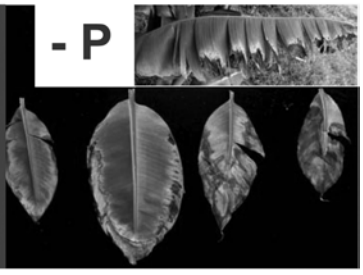
Plus d'apports d'éléments nutritifs près de la maison donnent de meilleurs rendements que plus loin

carence en N : les feuilles deviennent vert clair, des tâches jaunes apparaissent. La nervure médiane rosit.




L'azote est vital pour la production de chlorophylle (feuilles vertes), ADN et protéines.

carence en P : les bords des feuilles brunissent, desséchés. Peu de jaunissement.

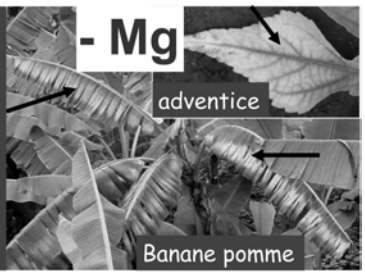



Le phosphore est important pour la croissance racinaire, et la formation des fleurs et graines.

carence en K : les bords et bouts des feuilles jaunissent, puis brunissent desséchés.

Le potassium est vital pour des cellules fortes, la transpiration et le remplissage des fruits.

carence en Mg: une décoloration entre les nervures crée une bande jaune le long de la feuille.




Le magnésium est vital pour la production de chlorophylle et dans les réactions enzymatiques.

### Le bananier doit avoir une alimentation équilibrée !

| Prélèvement (en kg/ha) | N | P | K | Mg |
|---|---|---|---|---|
| 1. Prélèvement moyen par régime avec un rendement de 50 T/ha | 104 | 10 | **285** | 13 |
| 2. Prélèvement moyen par la plante entière (rendement 50T/ha) | 309 | 37 | **1018** | 55 |

Les bananiers sont d'énormes consommateurs de potassium (K).

CIALCA improving livelihoods www.cialca.org

Laisser les résidus de culture dans le champ après récolte est très important pour minimiser les pertes de fertilité du sol. Mettre 2cm de paillage sur 1 ha peut apporter 300 kg de K.

IITA www.iita.org

## 4. Bananiers: Problèmes de fertilité des sols (2/2)

http://www.cialca.org/files/files/extension_materials/fertilite_nutrients2_french.pdf

# BANANIERS: PROBLÈMES DE FERTILITÉ DES SOLS (2/2)

Que faire ?

## Ajouter de la MATIÈRE ORGANIQUE

Paillage, fumier, compost et urine contiennent tous des éléments nutritifs tels que N, P, K, Mg et autres éléments utiles (en particulier Calcium, Soufre, Bore, Zinc, Molybdène, Cuivre).

- Le paillage peut être fait de résidus de bananiers ou de toute autre plante (adventices, herbes, tournesol sauvage, enveloppes des grains de café,…). Il contient beaucoup de K et autres cations.
- Les cendres de végétaux sont aussi très riches en Potassium (K).
- Le fumier de volailles est particulièrement riche en Azote (N).
- Pour les bananiers, mettre le fumier frais. C'est la meilleure source organique de Phosphore (P).
- Le compost est bon mais, pour les bananiers, pas mieux que le paillage et demande plus de travail.

L'urine animale et humaine est un fertilisant NPK complet, particulièrement riche en N (1 litre d'urine contient 3 à 7 g N). Tous les éléments nutritifs y sont immédiatement assimilables par la plante. Stocker l'urine dans un récipient fermé*, diluer et verser jusqu'à 10 litres d'urine par souche par an, en deux fois ou plus. Le mieux est de pailler* sur l'urine. *pour éviter les pertes d'N gazeux et les odeurs

## Compléter avec des ENGRAIS chimiques

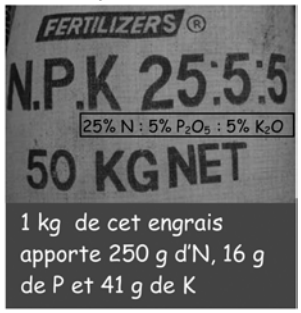
Si vous voulez augmenter votre rendement de 10 T/ha/an, votre espacement entre plants étant de 2,5 m, ajoutez des éléments nutritifs 2 fois/an comme suit:

- 60 g K par souche
- 30 g N par souche
- 5 g P par souche
- 3 g Mg par souche

Dissoudre de préférence l'engrais dans une bouteille d'eau et le verser à 30 – 50 cm autour de la souche, en début de saison des pluies.

| Exemples d'engrais | % N | % $P_2O_5$ (1) | % $K_2O$ (2) |
|---|---|---|---|
| NPK | Varie | Varie | Varie |
| Chlorure de Potassium (KCl) | 0 | 0 | 60 |
| Nitrate de Potassium | 13 | 0 | 46 |
| Urée | 46 | 0 | 0 |
| Diammonium Phosphate (DAP) | 18 | 46 | 0 |
| Triple Super Phosphate (TSP) | 0 | 46 | 0 |

Les sulfates et oxydes de magnésium, la dolomie, la magnésie et les calcaires magnésiens peuvent être utilisés pour apporter du magnésium.

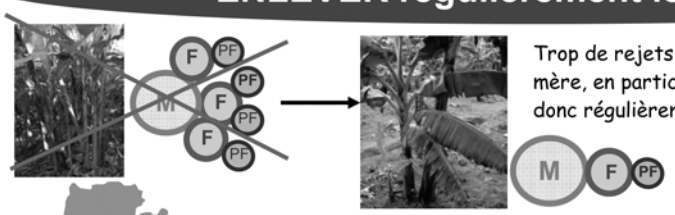



1 kg de cet engrais apporte 250 g d'N, 16 g de P et 41 g de K

Lisez l'étiquette du sac pour savoir combien de chaque élément votre engrais apporte !

(1): $P_2O_5$ contient 32% P
(2): $K_2O$ contient 83% K

## ENLEVER régulièrement les REJETS




Trop de rejets prélèvent les ressources de la plante mère, en particulier éléments nutritifs et eau. Enlevez donc régulièrement les rejets pour ne laisser que:

- 1 mère (M)
- 1 fille (F)
- 1 petite-fille (PF)




CIALCA improving livelihoods
www.cialca.org

Pour plus d'information, allez sur nos sites web.
Questions ? Piet van Asten (IITA): p.vanasten@cgiar.org

IITA
www.iita.org

## 5. Zéro labour et paillage des bananiers

http://www.cialca.org/files/files/extension_materials/zerotillage_french.pdf

# ZÉRO LABOUR ET PAILLAGE DES BANANIERS

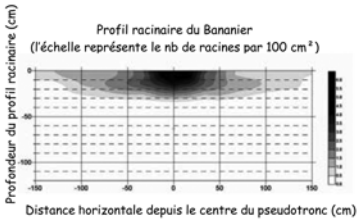
## PAILLAGE : plus d'ÉLÉMENTS NUTRITIFS et d'EAU

Paillage avec résidus de bananier, herbes, adventices séchées: 2 cm est déjà super !

Le paillage permet de :

- Apporter des éléments nutritifs, en particulier K et autres cations. Exemple: 2 cm de paillage par ha peut apporter 300 kg de Potassium (K).
- Conserver l'eau: éviter l'évaporation et améliorer les taux d'infiltration. Les bananiers demandent beaucoup d'eau (1500 mm/an): si la pluviométrie n'est que de 1000 mm/an, le rendement diminue de 50%. Donc, en particulier en cas de faible pluviométrie, il est très important d'augmenter la disponibilité en eau.
- Eviter l'érosion: ne perdez pas la riche couche arable, dans laquelle se nourrissent les racines de bananiers.
- Supprimer les adventices: un paillage dense (≥2 cm) les détruit quasi toutes.

## ZÉRO LABOUR : NE PAS PERTURBER les racines !




En général, la plupart des racines du bananier sont superficielles (≤ 30 cm de profondeur), mais elles s'étendent loin du pseudotronc (jusqu'à 1,50m) : en pratiquant le zéro labour, vous n'abîmez pas les racines et vous augmentez ainsi la capacité des bananiers à prélever les éléments nutritifs et l'eau du sol.

Paillage et zéro labour marchent ensemble: en augmentant la matière organique du sol et en minimisant les perturbations du sol, vous améliorez sa structure et la bonne santé des racines. Ainsi, vous améliorez l'assimilation des éléments nutritifs et de l'eau.
En particulier, si vous cultivez des haricots entre les bananiers, essayez de planter les haricots sans labour et avec paillage (en faisant des petits trous avec un bâton): les rendements des bananiers et des haricots seront les gagnants !

CIALCA improving livelihoods
www.cialca.org

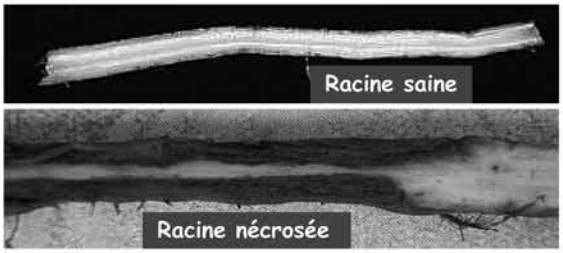
Pour plus d'information, allez sur nos sites web.
Questions ? Piet van Asten (IITA): p.vanasten@cgiar.org

IITA
www.iita.org

## 6. Dégâts des nématodes sur le bananier

http://www.cialca.org/files/files/extension_materials/sheet_degatsnematode_french.pdf

# DÉGÂTS DES NÉMATODES SUR BANANIER




Les Nématodes, microscopiques, se nourrissent des racines de bananier jusqu'à les détruire, réduisant l'alimentation en eau et nutriments. Quand les dégâts subis par les racines sont importants, le bananier tombe déraciné. De nouveaux champs sont infestés par l'utilisation de rejets infectés. Quasiment tous les rejets ont des nématodes dans leurs racines.

## Que faire ?

## TOUJOURS NETTOYER ses rejets

Enlever toutes les racines* et peler la surface du bulbe

*détruire racines et épluchures = sécher et brûler

Tremper les rejets nettoyés dans de l'eau bouillante pendant 30 secondes*

* compter lentement de 1 à 30, pas plus : tuez les nématodes, pas vos rejets... A faire peu avant plantation

## PAILLER ses bananiers régulièrement

Les dégâts des nématodes sur des bananiers régulièrement paillés sont plus faibles.

Yangambi Km5, FHIA 17, FHIA 23 sont des variétés relativement tolérantes aux nématodes. Quand les dégâts des nématodes sont importants, si possible, planter une culture non hôte en rotation* avant de replanter la banane, ou planter des bananiers dans un nouveau champ, avec des rejets nettoyés ou des vitroplants. Fertiliser dans le trou de plantation puis pailler.

* au moins pendant 2 ans, par exemple avec manioc ou patate douce

Tournesol sauvage = excellent paillage

CIALCA
improving livelihoods
www.cialca.org

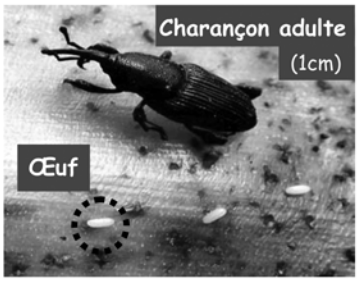
Pour plus d'information, allez sur nos sites web.
Questions ? Danny Coyne (IITA): d.coyne@cgiar.org

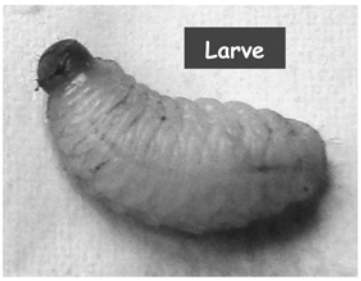
IITA
www.iita.org

**7. Le charançon du bananier** *Cosmopolites sordidus.*

http://www.cialca.org/files/files/extension_materials/sheet_weevil_french.pdf

## LE CHARANÇON DU BANANIER *Cosmopolites Sordidus*



- Un charançon adulte est un insecte noir avec un rostre très développé et des ailes dures.
- Le charançon adulte femelle pond des œufs sur le pseudotronc près du collet.
- Les œufs éclosent, donnant des larves qui creusent des tunnels dans le bourgeon.

Le stade larvaire est le plus destructeur. Il conduit à:

- la cassure du pseudotronc juste au dessus du sol par vent léger. Cette cassure survient souvent sur les bananiers en fleur.
- une croissance retardée, une production de rejets réduite et la mort des rejets.
- une perte de rendement qui peut dépasser 40%.

### Que faire ?

### PIÉGER les charançons

Fendre le pseudotronc en deux et couper des morceaux de 25 cm de long. Placer ces morceaux (=les pièges) côté plat sur le sol, au pied des bananiers. Les charançons sont attirés et viennent se cacher sous le piège. Ramasser et tuer les charançons tous les 2-3 jours.

### NETTOYER son champ après récolte

Les charançons se multiplient dans les vieux bulbes et pseudotroncs après récolte. Afin d'éviter cette multiplication, après récolte, couper le bananier à la base puis hacher et éparpiller les résidus.

Pesticides 1. Sont très efficaces mais relativement chers (≥10 USD par litre)
2. Exemple d'utilisation courante de pesticides:

(i) **Dursban** (matière active Chlorpyrifos) : pesticide de contact liquide pulvérisé autour du bananier.
(ii) **Furadan** (matière active Carbofuran) : pesticide systémique en granulé dispersé autour du bananier.
Appliquer Dursban ou Furadan 2 à 4 fois par an, selon le degré d'infestation.

***Note**: Utiliser les pesticides seulement en saison des pluies.*

CIALCA improving livelihoods
www.cialca.org

Pour plus d'information, allez sur nos sites web.
Questions ? Piet van Asten (IITA): p.vanasten@cgiar.org

IITA
www.iita.org

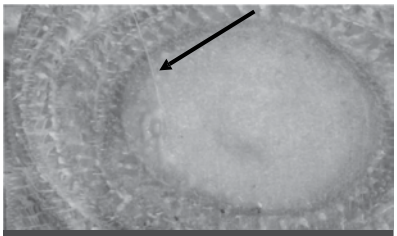
## 8. Le BXW ou flétrissement bactérien du bananier

http://www.cialca.org/files/files/extension_materials/bxw_french.pdf

# LE BXW OU FLETRISSEMENT BACTERIEN DU BANANIER

Jaunissement prématuré des feuilles avec flétrissement

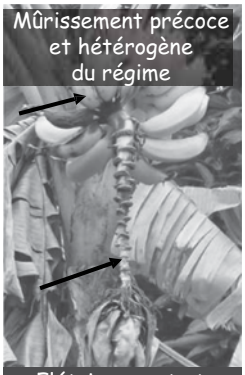
Une abeille sur une fleur mâle qui peut transporter et transmettre le BXW



Suintement jaune au niveau du pseudotronc coupé

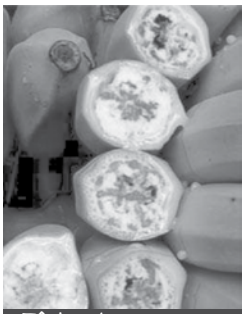
Le BXW est une maladie bactérienne qui attaque toutes les variétés de bananiers. Comment se transmet-il?

- Par les insectes, comme des abeilles sans dard, se couvrent de bactéries quand ils butinent les organes mâles de la fleur d'une plante atteinte du BXM. Ces bactéries sont ensuite transportées sur des plantes saines par l'insecte, les infectant a leur tour.
- Par les outils, comme des couteaux et des houes, utilisées pour couper une plante malade. Plus tard, lorsque ils sont utilisés sur des plantes saines, ils les infectent.
- Par les rejets infectés lorsqu'ils sont plantés dans de nouveaux champs.



Mûrissement précoce et hétérogène du régime

Flétrissement et pourriture du bourgeon mâle



Tâches brunes au niveau de la pulpe du fruit

## Que faire?

### CASSEZ le bourgeon mâle

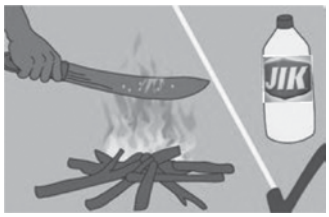
Enlevez le bourgeon mâle à l'aide d'un bâton fourchu de la sortie de la dernière main. Ne le coupez pas.

### DETRUISEZ les plantes malades et leurs rejets

Déracinez les plantes malades et leurs rejets: entassez ou enterrez-les dans une partie de la parcelle sans bananiers.

Ou, vous pouvez utiliser l'herbicide 2,4-D sur les plantes malades. Ne transportez jamais de rejets issus d'une parcelle infectée.

### Utilisez des REJETS SAINS et STERILISEZ VOS OUTILS




Plantez des rejets provenant des parcelles non affectées.
Si possible, plantez des plantules issues de culture in vitro.
**Stérilisez vos outils avec le feu ou eau de Javel.**

Signalez tout nouveau cas du BXW.

CIALCA improving livelihoods
www.cialca.org

IITA
www.iita.org

Pour plus d'informations, visitez nos sites internet et http://platforms.inibap.org/xanthomonaswilt/
Questions? Guy Blomme (Bioversity): g.blomme@cgiar.org ou Fen Beed (IITA): f.beed@cgiar.org

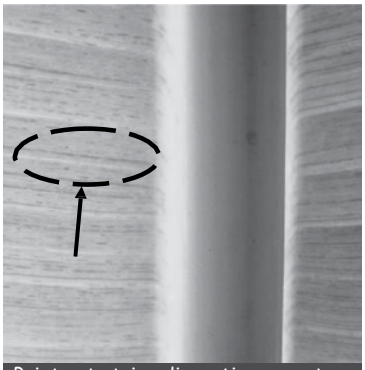
## 9. Maladie du bunchy top du bananier

http://www.cialca.org/files/files/extension_materials/BBTV_french.pdf

# LE BUNCHY TOP DU BANANIER

Sur les plantes fortement infectées, les feuilles raides et étroites sont très touffues

Points et stries discontinues vert foncéau niveau du pétiole

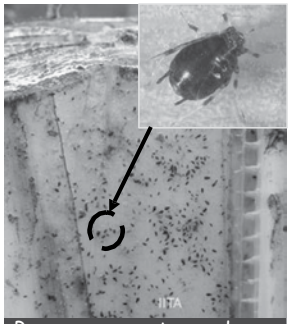


Points et stries discontinues vert foncé sur les nervures des feuilles

Jaunissement ou blanchiment (chlorose) des bords des feuilles apparaissent en jaune ou blanchis

Le bunchy top est causé par le virus du BBTD. Les plantes atteintes d'une infection avancée ne présentent pas nécessairement les symptômes du "bunchy top". Mais les rejets provenant de ces plantes présentent des symptômes distinctifs: jaunissement du bord des feuilles et des stries foncées sur les feuilles et les pseudo-troncs.

Le BBTV se transmet par les pucerons et par le matériel de plantation issu des plantes malades.



Pucerons = porteurs du virus

## Que faire?

### DETRUISEZ toutes les plantes malades et leurs rejets

Déracinez et enterrez immédiatement les plantes malades et leurs rejets.
Ne transportez aucun matériel de plantation issu des champs infectés.

### INSPECTEZ toutes vos plantes

Examinez soigneusement les bananiers de vos champs, en particulier ceux se trouvant à moins de 5 mètres des plantes malades.
Il est possible qu'ils soient infectés sans présenter immédiatement des symptômes.

### N'UTILISEZ QUE du matériel de plantation SAIN

N'utilisez jamais des rejets issus des plantes ou des champs malades, même s'ils apparaissent sains.
Utilisez des rejets provenant des champs non affectés. Si possible, utilisez des vitro plants certifiés.

CIALCA improving livelihoods
www.cialca.org

Le bunchy top est-il nouveau dans votre région? Signalez-le immédiatement aux autorités agricoles ou au service de vulgarisation pour éradiquer les plantes malades. Ne propagez pas du matériel issu des champs affectés.

IITA
www.iita.org

Pour plus d'informations, visitez nos sites internet. Questions ? Lava Kumar (IITA): L.kumar@cgiar.org

## 10. La fusariose du bananier (Maladie de Panama)

# LA FUSARIOSE DU BANANIER (Maladie de Panama)

Les symptômes externes

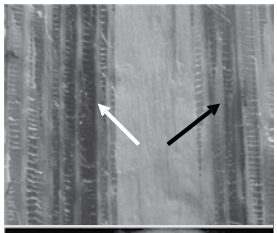
- Jaunissement des plus vieilles feuilles (se propage a partir du bord des feuilles)
- Puis les plus vieilles feuilles se cassent au niveau du pétiole: donne l'apparence d'une jupe autour du bananier.|
- Les jeunes plans touchés restent petits et malingres.

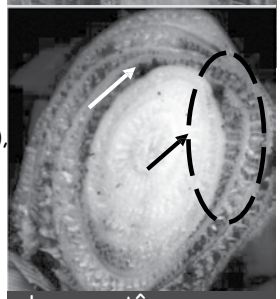
La fusariose tue les bananiers.
Elle est causée par unchampignon vivant dans le sol, Fusarium oxysporum f.sp cubense (Foc). Elle se transmet principalement via les rejets infectés, qui apparaissent sains au depart, mais développent la maladie plus tard.
Les plantes atteintes ne fructifient pas.
Elle entraîne des pertes parfais des plantations entières des cultivars affectés, tels que:

- la banane plantain (Gonja),
- la banane à bière exotique (Kisubi, Kayinja),
- Kamaramasenge (Sukali Ndizi, banane, Calole),
- Bogoya (Gros Michel).

Les cultivars du groupe Cavendish sont résistants aux races de Foc qu'on trouve actuellement en Afrique.

Ce champignon peut survivre dans le sol pendant plus de 30 ans et réinfecter les bananiers sensibles plantés: aujourd'hui il n'existe aucun remède contre la maladie...





Les symptômes internes décoloration typique des tissus vasculaires (au niveau des racines, du bulbe, du pseudotronc, du pédoncule):
passant du rouge pale au rouge foncé

## Que faire?

## DETRUISEZ les plantes malades et leurs rejets

Déracinez et détruisez les plantes malades. Déracinez aussi leurs rejets, même s'ils ne présentent aucun symptôme car il est fort probable qu'ils soient aussi infectés. Ne dispersez pas les résidus des bananiers malades. Ne transportez pas des rejets issus des zones infectées vers des champs non infectées, même s'ils apparaissent sains. Les mesures visant à empêcher la propagation de la maladie dans de nouvelles zones sont l'un des moyens les plus efficaces de lutte. Faites attention: La furariose se transmet par la terre collée aux outils, aux chaussures, aux plantes.

## Plantez des variétés RESISTANTES

L'utilisation de variétés résistantes est la méthode la plus rentable et durable de lutter contre la fusariose dans votre champ. Les variétés résistantes sont les suivantes: Cavendish, FHIA 17, FHIA 23, le bananier d'altitude et le bananier à bière, et les hybrides IITA/INRA.

Si vous voulez planter des cultivars sensibles, plantez-les dans un champ sain avec un bon drainage, en utilisant des rejets sains issus d'un zone sans symptômes et de préférence des vitro plants certifiés sains.

CIALCA Improving livelihoods
www.cialca.org

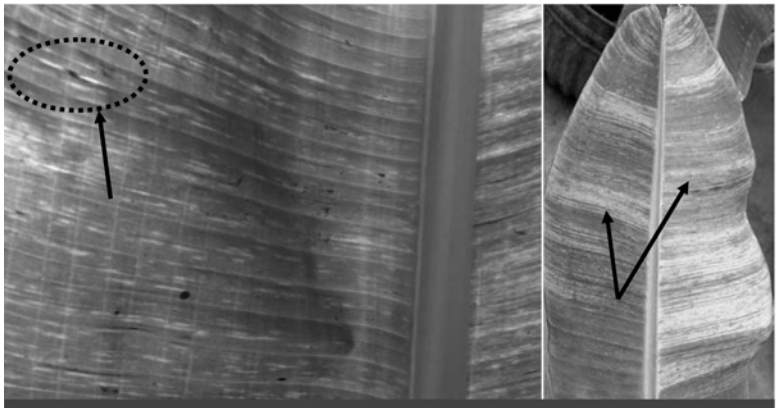
Pour plus d'informations, visitez nos sites internet.
Questions ? Fen Beed (IITA): f.beed@cgiar.org
Guy Blomme (Bioversity): g.blomme@cgiar.org

IITA
www.iita.org

**11. La mosaïque en tirets et la mosaïque en plages**

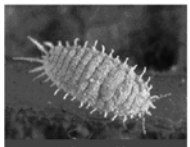
http://www.cialca.org/files/files/extension_materials/BSV-CMV_french.pdf

## Deux maladies virales du Bananier
## LA MOSAÏQUE EN TIRETS & LA MOSAÏQUE EN PLAGES



Stries 'jaune doré' (décolorées) sur feuilles, qui peuvent virer marron foncé et nécrosées

Stries décolorées sur pseudotronc



cochenille = vecteur du BSV

La mosaïque en tirets du bananier est due au virus Banana Streak Virus (BSV).
La mosaïque en plages est due au Virus de la Mosaïque du Concombre (CMV).
Les symptômes causés par ces deux virus sont semblables:

- Des stries jaune doré, pouvant être continues, discontinues ou en fuseau.
- Les symptômes disparaissent et réapparaissent périodiquement.
- Ils n'apparaissent pas toujours sur toutes les feuilles des plants infectés.
- Une attaque importante conduit à la nécrose de la feuille non déployée et du cylindre central.

puceron = vecteur du CMV

Ces deux maladies réduisent la croissance de la plante et le poids du régime, mais ne causent généralement pas de pertes économiques importantes, surtout si la culture est bien conduite.
En général, en Afrique, BSV cause plus de dégâts que CMV.

BSV est transmis par des cochenilles. CMV est transmis par des pucerons.
Les deux sont propagés en plantant du matériel végétal issu de plants infectés.

## Que faire ?

### PAILLER régulièrement

Les bananiers tolèrent mieux les attaques de BSV et CMV si la culture est bien gérée, en particulier à travers des paillages et désherbages réguliers (les mauvaises herbes pouvant servir de paillage). Dans ces conditions, les pertes de rendement sont réduites à moins de 20%.

### Planter SEULEMENT du matériel SAIN

Après récolte, déraciner les plants infectés et leurs rejets.
Ne pas sélectionner des rejets issus de bananiers infectés, même s'ils peuvent sembler sains.
Si possible, utiliser des vitroplants certifiés pour une nouvelle culture.

CIALCA improving livelihoods
www.cialca.org

Pour plus d'information, allez sur nos sites web.
Questions ? Lava Kumar (IITA): L.kumar@cgiar.org

IITA
www.iita.org

## 12. Les maladies fongiques du fruit de la banane

http://www.cialca.org/files/files/extension_materials/fruit_fungal_diseases_french.pdf

# LES MALADIES FONGIQUES DU FRUIT DE LA BANANE

### Maladie du bout de cigare

Les tissus nécrotiques sur les extrémités des fruits se couvrent du mycélium des champignons et ressemblent au gris cendré d'une fin de cigare (voir photos ci-dessus et ci-dessous)

Deux champignons sont responsables du pourrissement des extrémités des fruits.
La pourriture se propage lentement et touche rarement plus que les 2 premiers cm de l'extrémité des fruits.
La pulpe de fruits est soumise à une pourriture sèche. Elle se produit principalement pendant la saison des pluies.

### La maladie de pelure du fruit

Les premières petites taches noires apparaissent sur la peau (à gauche). Les lésions grandissent en forme de losange pour s'étendre éventuellement à l'ensemble des fruits et le faire pourrir (à droite).

Cette maladie est présente en Afrique centrale depuis plus de 50 ans. Une augmentation des attaques a été récemment remarquée dans les zones de haute altitude (>1700). Les insectes sont probablement responsables des premiers dommages sur la peau des fruits, en créant des possibilités pour des infections par des champignons (par exemple, Colletotrichum musa).
Les symptômes sont plus sévères au cours de la saison des pluies et les fruits gravement touchés deviennent impropres à la consommation, mais de petites lésions n'abiment pas la pulpe de fruits.

## Que faire?

**Gardez vos bananiers aussi propres que possible**
Les feuilles mourantes ou mortes, la dernière feuille et des bractées doivent être supprimées des bananiers, à intervalles réguliers pendant la saison des pluies afin de réduire les niveaux d'inoculum.

**Rassembler et, de préférence, enterrer les parties supprimées de la plante infectée hors de la plantation de bananiers**

CIALCA improving livelihoods
www.cialca.org

Pour plus d'information, visiter nos sites internet.
Questions ? Guy Blomme (Bioversity): g.blomme@cgiar.org
Fen Beed (IITA): f.beed@cgiar.org

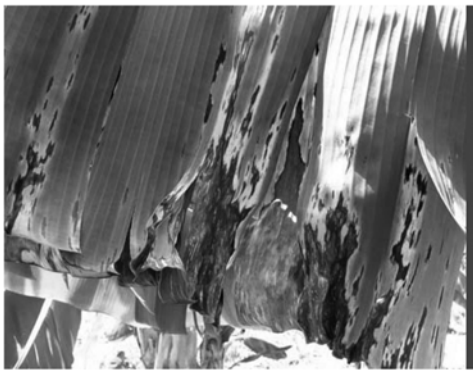
Bioversity International

**13. Les maladies des feuilles de bananier Cercosporiose jaune** (*Mycosphaerella musicola*) **et cercosporiose noire** (*Mycosphaerella fijiensis*)

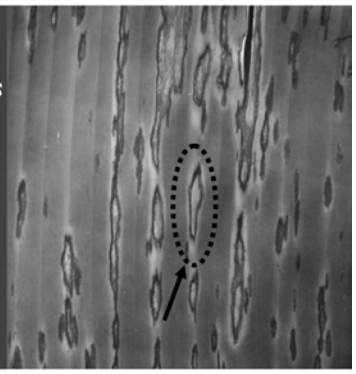
http://www.cialca.org/files/files/extension_materials/sheet_leafspots_french.pdf

## LES MALADIES DES FEUILLES DE BANANIER

***Cercosporiose jaune (Mycosphaerella musicola) et Cercosporiose noire (Mycosphaerella fijiensis)***



Les symptômes de la Cercosporiose noire et jaune sont semblables : des stries de 1-2mm de long ou des points, gris au centre. En général, la Cercosporiose jaune commence par des stries jaunes, tandis que la Cercosporiose noire démarre par des noires.



Les maladies des feuilles de bananier:

- sont dues à des champignons aériens,
- sont propagées très rapidement en conditions humides et douces.

Il existe beaucoup de maladies des feuilles mais les Cercosporioses noire et jaune sont celles qui causent le plus de dégâts. La Cercosporiose noire est davantage répandue dans les basses terres, tandis que la Cercosporiose jaune est plus répandue dans les hautes terres.

**Effets sur la production**

- Les maladies des feuilles font mourir les feuilles de bananier, réduisent le poids des régimes et la qualité des fruits.
- Elles provoquent aussi le mûrissement prématuré des fruits.
- Les régimes affectés par le mûrissement au champ contiennent des mouches du fruit qui réduisent davantage leur valeur commerciale.

### Que faire ?

### ENLEVER LES FEUILLES MALADES

Essayer d'identifier très tôt les symptômes – quand la maladie est présente:

1. Enlever les feuilles malades (et les brûler si possible)
2. Favoriser les plantations de bananes en conditions peu humides: réduire la densité de plantations afin de faciliter la circulation de l'air, éviter les parcelles trop humides, désherber régulièrement

### PLANTER DES VARIÉTÉS RÉSISTANTES

Yangambi Km 5, Mysore, Pelipita, Saba, Kayinja, variétés FHIA (01, 03, 17, 21, 23, 25) et NSH sont résistantes. Les variétés de type Cavendish sont sensibles.

L'application régulière de fongicide est adaptée aux grandes plantations (émulsion huileuse systémique) afin de maîtriser les maladies foliaires (par exemple benomyl).

CIALCA improving livelihoods
www.cialca.org

Pour plus d'information, allez sur nos sites web.
Questions ? Fen Beed (IITA): f.beed@cgiar.org
Guy Blomme (Bioversity): g.blomme@cgiar.org

IITA
www.iita.org

## Le Consortium africain pour la santé des sols (ASHC) – améliorer la fertilité des sols, améliorer la production alimentaire, améliorer les moyens de subsistance

ASHC travaille avec des initiatives lancées en Afrique sub-saharienne pour encourager l'adoption des pratiques de gestion intégrée de la fertilité des sols (GIFS). Pour ce faire, il soutient principalement la production d'informations et de matériel pratique afin d'améliorer la compréhension des approches GIFS.

ASHC agit à travers des équipes multidisciplinaires composées de scientifiques et d'experts des systèmes de culture; de spécialistes de la communication, d'auteurs et réviseurs techniques; d'économistes; de spécialistes en suivi et évaluation et en genre. Cette approche aide ASHC à faciliter la production de ressources documentaires innovantes et pratiques.

**ASHC définit la GIFS comme suit:** un ensemble de pratiques de gestion de la fertilité du sol qui passent impérativement par l'utilisation des engrais, des intrants organiques et de germoplasme amélioré, combinée avec les connaissances des méthodes d'adaptation de ces pratiques aux conditions locales, pour l'optimisation de l'efficacité agronomique des nutriments appliqués et l'accroissement de la productivité des cultures. La gestion de tous les intrants doit se fonder sur des principes agronomiques et économiques rationnels.

**Le manuel de gestion de la fertilité des sols est une publication du Consortium africain pour la santé des sols (ASHC), sous la coordination de CABI.**

IITA Research to Nourish Africa

WAGENINGEN UNIVERSITY

TCCL

Ce guide a été publié pour la première fois en 2014 par ASHC
CABI, P.O. Box 633-00621 Nairobi, Kenya
Tél: +254 (0) 20-2271000/ 20 Fax: +254 (0) 20-712 2150 Email: Africa@cabi.org
**Website: www.cabi.org/ashc**