

## Projet BANABIO



Année de publication 2019 (mis à jour le 06 Fév 2024)

### Carte d'identité du groupe



Structure de l'ingénieur réseau

**Evaluation de systèmes de culture innovants de BANABIO**

Nom de l'ingénieur réseau

**1**

Date d'entrée dans le réseau

**2**

Période

**2018-2022**

Multidisciplinary assessment of two organic banana production systems in Martinique.pdf

 [Poster Cultivo Banano3-01.jpg](#)

### Résumé du projet

L'agriculture biologique est un des niveaux les plus avancés de la transition agro-écologique. L'expérimentation de systèmes de culture de banane co-conçus avec les partenaires dans ce cadre de contraintes permettra d'évaluer leurs performances agronomiques, écologiques et économiques, et d'en étudier la faisabilité dans les conditions des Antilles. Un transfert sur des exploitations pionnières permettra dans un second temps leur évaluation en conditions réelles et leur appropriation par les producteurs de banane.

### Présentation du projet

#### Enjeux et objectifs

La filière banane dessert est une des principales filières agricoles de la Martinique, en terme de production (plus de 50% de la valeur de la production agricole), de surfaces (25% de la SAU) et d'emplois (environ 12 000 personnes dont 4000 emplois directs). Dans un contexte ultra marin insulaire, sa responsabilité écologique et économique est importante pour en faire un modèle d'agriculture durable. Au delà d'une **nette réduction des intrants phytosanitaires amorcée depuis 10 ans** par la filière, les contextes réglementaire et concurrentiel du marché mondial de la banane export sont aujourd'hui très favorables au développement d'une **production dans le cadre de contraintes de l'agriculture biologique (AB)**.

Cependant la Martinique est une **zone tropicale humide** où le développement de certains bioagresseurs (cercosporiose, nématodes phytophages, charançon, adventices) peut être important. De fait de fortes craintes existent au sein des organisations professionnelles à évoluer vers ce type de systèmes. Toutefois l'essor d'une filière AB repose souvent sur l'émergence de quelques initiatives qui permettent de démontrer que certains verrous techniques peuvent être levés, ce qui est le principal objectif de ce projet.

Pour cela, le projet BANABIO vise à évaluer de façon expérimentale des prototypes de systèmes de culture innovants de banane dessert relevant de l'agriculture biologique, destinés à la filière export, comme à la filière locale.

### Stratégies testées

Deux prototypes de systèmes de culture AB distincts sont évalués en station expérimentale et comparés à une référence conventionnelle :

- Un système "Bio-intensif" (BI) : un système AB où les intrants conventionnels sont remplacés par des intrants organiques et biologiques.
- Un système "Bio-Diversifié" (BD) : un système AB en rupture avec une diversité de cultures, et des intrants au maximum locaux.
- Un système "Conventionnel" de référence (CO) : ce qui se fait en moyenne dans les plantations de banane export en Martinique.

Ces systèmes ont été conçus à dire d'expert et/ou co-conçus suivant le type de système. La co-conception a notamment été privilégiée pour le système très en rupture (BD) à travers l'organisation d'un atelier de conception participative en Novembre 2018 réunissant différents partenaires agriculteurs, techniciens, responsables d'OP, institutionnels et chercheurs.



*Plan du  
dispositif  
expérimental  
et atelier de  
co-  
conception  
organisé en  
novembre  
2018*

La définition des systèmes AB a ainsi été basée à la fois sur de la substitution (intrants conventionnels par biologiques), de l'optimisation des pratiques (timing des traitements, précision des mesures prophylactiques...), et de la reconception pour le système BD.

Les leviers mobilisés visent notamment à maximiser les régulations écologiques pour le contrôle des bioagresseurs (jachère assainissante, favorisation des taux de prédation, introduction de barrières physiques...), mais aussi les restitutions au sein du système (recyclage des ressources azotées). Ces leviers sont pour certains déjà connus, mais de nouveaux verrous seront probablement mis en évidence. En parallèle, le projet visera donc à identifier et caractériser d'autres leviers techniques mobilisables en AB, via des suivis chez des planteurs pionniers, et la mise au point et/ou amélioration de nouveaux leviers clés.



*Photos de la  
parcelle  
expérimentale  
: premiers  
suivis de  
biodiversité  
des sols et  
journée  
technique de  
juillet 2019*

### Résultats attendus

La mise en oeuvre et l'évaluation de ces prototypes permettront de consolider les connaissances scientifiques et d'en générer de nouvelles sur le fonctionnement de la plante et son interaction avec le milieu dans ce contexte expérimental. Des verrous techniques et manques de connaissances pourront également être mis en évidence et permettront d'alimenter la réflexion sur l'opportunité de nouveaux travaux.

Une démarche d'évaluation multicritère permettra d'évaluer les performances des prototypes de systèmes de culture innovants. Ces performances seront suivies jusqu'en 2022 au moins, sur un ensemble de critères pertinents afin d'en faire une évaluation dynamique la plus exhaustive possible :

- Performances agronomiques : IFT, rendements, suivis des populations de bioagresseurs, fertilité minérale et organique du sol, marqueurs isotopiques de

l'azote.

- **Performances écologiques** : biodiversité des invertébrés, des populations d'arthropodes, taux de mycorhization, conditions micro-climatiques.
- **Performances technico-économiques** : temps de travaux, coûts de production.

Cette démarche permettra de définir les cadres d'application de ces systèmes et les **conditions de transfert** chez les agriculteurs (niveau d'investissement, besoin en main d'oeuvre, seuil de rentabilité, etc.).

Enfin, en associant différents partenaires (recherche, institut technique, agriculteurs), l'objectif est d'assurer le **transfert des connaissances** scientifiques et techniques permettant de favoriser et d'accompagner la **transition ou l'installation d'agriculteurs** respectant le cahier des charges AB.

## Productions du projet



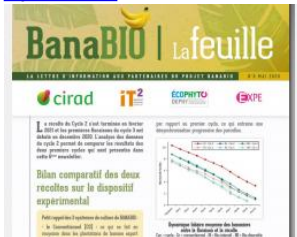
[Présentation BANABIO - Evaluation de systèmes de culture innovants de BANane BIOlogique](#)



[BANABIO - Lettre d'information n°8 mai 2023](#)



[Banabio - La lettre d'information n°7 Juin 2022](#)



[Banabio - Lettre d'information n°6 mai 2021](#)



[Banabio - La lettre d'information n°5 Oct 2020](#)



Banabio - La lettre d'information n°4 Mars 2020



Banabio - La lettre d'information n°3 Sept 2019



Banabio - Lettre d'information n°2 Mars 2019



Banabio - Lettre d'information n°1 Octobre 2018



Poster Banane bio BANABIO



Présentation webinaire DEPHY EXPE projet BANABIO - Renforcer la biodiversité fonctionnelle en systèmes agroécologiques

## Production scientifique

- Produire de la banane AB en zone tropicale humide : retour d'expérience sur le projet BANABIO. Coulis Mathieu. 2023. , Résumé, 1 p. Webinaire DEPHY EXPE Renforcer la biodiversité fonctionnelle en systèmes agroécologiques, 4 Mai 2023/4 Mai 2023.  
<https://www.youtube.com/watch?v=wtO5Rk0EHsk>
- Multidisciplinary assessment of two organic banana production systems in Martinique. Coulis Mathieu, Sauvadet Marie, Falk Anaïs, Prochasson Alice, Tsoukas Lucas, Gervais Laurent, Normand Loïc, Rosalie Elisabeth, Achard Raphaël, Monsoreau Loïc, Telle Nelly, Mauriol Christiane, Birba Olivier, Ornem Georges, Alier Maurice, Marville Eliane, Daribo Marie Odette, Sainte-Rose Jérôme Laurent, Dural David, Vincent Katharine, Vilna T., Hery M., Gibert Simon, De Lapeyre de Bellaire Luc, Guillermet Claire. 2023. In : Proceedings of the XII International Symposium on Banana: Celebrating Banana Organic Production. Ocimati W. (ed.), Lescot T. (ed.), Lehrer K. (ed.). ISHS. Louvain : ISHS, 35-45. (Acta Horticulturae, 1367) ISBN 978-94-6261-366-9 International Horticultural Congress (IHC 2022): International Symposium on Banana: Celebrating Banana Organic Production. 31, Angers, France, 14 Août 2022/20 Août 2022.  
<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2023.1367.4>
- Contamination du réseau trophique du sol par la chlordécone d'un agroécosystème bananier de Martinique. Coulis Mathieu, Senecal Gael, Devriendt-Renault Yoann, Parinet Julien, Guérin Thierry, Pak Lai-Ting. 2023. . Fort de France : s.n., Résumé, 2 p. Chlordécone, la recherche menée in situ – points forts, difficultés et perspectives, Fort-de-France, Martinique, 15 Novembre 2023/16 Novembre 2023.  
<https://agritrop.cirad.fr/607731/>
- Évaluation de la fourniture de services écosystémiques dans des systèmes bananiers innovants conduits en Agriculture Biologique. Costes Sarah. 2022. Angers : Agrocampus Ouest, 105 p. Mémoire de fin d'études : Horticulture. Protection des plantes et environnement (PPEH) : Agrocampus Ouest.  
<https://agritrop.cirad.fr/602586/>
- Impact de l'introduction de légumineuses ligneuses sur l'apport d'azote fixé d'origine symbiotique au sein des systèmes bananiers. Coulis Mathieu, Sauvadet Marie, Prochasson Alice, Julan Coralie, Vincent Bryan, Bâ Amadou, Galiana Antoine. 2022. In : Fixation biologique de l'azote et biofertilisation : des outils agro-écologiques pour le développement durable et la sécurité alimentaire dans le contexte du changement climatique. Dakar : ISRA, Résumé, 1 p. Congrès de l'Association Africaine pour la Fixation Biologique de l'Azote. 19, Dakar, Sénégal, 29 Novembre 2022/2 Décembre 2022.  
<https://agritrop.cirad.fr/606228/>
- Assessing legume tree and shrub impacts on nitrogen cycling in banana cropping systems. Galiana Antoine, Sauvadet Marie, Prochasson Alice, Coulis Mathieu. 2022. In : En transition vers un monde viable. Québec : Université de Laval-IUAF-ICRAF, Résumé, 1 p. Congrès mondial d'agroforesterie. 5, Québec, Canada, 17 Juillet 2022/20 Juillet 2022.  
<https://agritrop.cirad.fr/601932/>
- Diversité et partage des communautés mycorhiziennes au sein de bananeraies soumises à différentes pratiques agronomiques en Martinique. Julan Coralie, Vincent Bryan, Coulis Mathieu, Hannibal Laure, Bâ Amadou, Galiana Antoine. 2022. In : Fixation biologique de l'azote et biofertilisation : des outils agro-écologiques pour le développement durable et la sécurité alimentaire dans le contexte du changement climatique. Dakar : ISRA, Résumé, 1 p. Congrès de l'Association Africaine pour la Fixation Biologique de l'Azote. 19, Dakar, Sénégal, 29 Novembre 2022/2 Décembre 2022.  
<https://agritrop.cirad.fr/606229/>
- Dynamique spatiale et temporelle du glyphosate et de la chlordécone dans le sol (matrice minérale et compartiment biologique) d'un agrosystème bananier. Senecal Julie. 2022. Rouen : Université de Rouen Normandie, 31 p. Mémoire de master 2 : Gestion de l'environnement : Université de Rouen Normandie.  
<https://agritrop.cirad.fr/607730/>
- Isotopes Don't Lie, differentiating organic from conventional banana (Musa AAA, Cavendish subgroup) fruits using C and N stable isotopes. Tixier Philippe, Loeillet Denis, Coulis Mathieu, Lescot Thierry, De Lapeyre de Bellaire Luc. 2022. *Food Chemistry*, 394:133491 : 1-7.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.133491>

[Facebook](#)[Twitter](#)

## Partenaires du projet

---





**Mathieu COULIS**

Porteur de projet - CIRAD

✉ [mathieu.coulis@cirad.fr](mailto:mathieu.coulis@cirad.fr)

☎ 0596423054

[ACCUEIL](#) > [DEPHY](#) > CONCEVOIR SON SYSTÈME > PROJET BANABIO


## Site Expérimentale CIRAD de Rivière Lézarde - BANABIO

 [PARTAGER](#)

Année de publication 2019 (mis à jour le 06 Fév 2024)

### Carte d'identité du groupe



Structure de l'ingénieur réseau

**Station expérimentale CIRAD de Rivière Lézarde**

Nom de l'ingénieur réseau

**Projet BANABIO**

Date d'entrée dans le réseau

**2**


---

**Martinique** Localisation

BANABIO - Lettre d'information n°8 mai 2023

Poster Banane bio \_ BANABIO

Multidisciplinary assessment of two organic banana production systems in Martinique.pdf

### Caractéristiques du site

Le site qui accueille le dispositif BANABIO est composé d'une parcelle de 0,7 ha faisant partie du domaine expérimental du CIRAD de Rivière Lézarde, à Saint Joseph, dans le centre de la Martinique.

Il correspond à l'ancienne collection d'ananas du CIRAD qui y a été implantée durant plus de 20 ans avant d'être progressivement déplacée en 2018.



#### Contexte pédoclimatique ▲

Climat	Sol
Température minimale (1981-2010) : 22,7 °C	Sol de type brun rouille à halloysite pH : 5,3 Taux de matière organique assez faible : 2,5%
Température maximale (1981-2010) : 29,2 °C	
Hauteur de précipitations (1981-2010) : 2406 mm	
	Des zones hétérogènes avaient été identifiées (compaction plus forte, présence de pierres) et les blocs repartis au mieux en fonction

#### Contexte biotique ▲

Niveaux de pression : Maladies	Niveaux de pression : Ravageurs	Niveaux de pression : Adventices
<p>La seule maladie d'importance présente sur bananier dans cette zone est la cercosporiose noire (<i>M. fijiensis</i>).</p> <p>Son niveau de pression dans la zone est moyen à fort.</p>	<p>graphique ravageurs</p>	

Le climat tropical humide de la Martinique favorise une pression importante et permanente des ravageurs fongiques tels que la cercosporiose noire, ainsi que le développement d'une flore adventice diversifiée.

**Contexte socio-économique ▲**

La filière banane dessert est une des principales filières agricoles de la Martinique, en terme de production (plus de 50% de la valeur de la production agricole), de surfaces (25% de la SAU) et d'emplois (environ 12 000 personnes dont 4000 emplois directs). Dans un contexte ultra marin insulaire, sa responsabilité écologique et économique est importante pour en faire un modèle d'agriculture durable.

Des progrès importants ont été réalisés depuis 10 ans, permettant une nette réduction des quantités d'intrants nécessaires à sa culture à travers une évolution vers des systèmes écologiquement intensifs. La filière AB aux Antilles commence à se structurer, même si en banane export elle se limite à de rares initiatives individuelles. Le développement d'une filière banane AB est pourtant un enjeu à la fois sociétal, et économique, pour permettre aux producteurs antillais de se distinguer en proposant des produits de plus grande qualité sur des marchés segmentés, plus rémunérateurs, leur permettant de faire face à une concurrence internationale de plus en plus importante.

**Contexte environnemental ▲**

Le site expérimental est situé dans une zone traditionnelle de production bananière, en bordure immédiate de la Rivière Lézarde.

**Systemes testés et dispositif expérimental**

## Système Bio-diversifié (- 100% IFT)

- Années début-fin expérimentation : 2018-2022
- Espèces : Bananier, Cacaoyer, Pois doux, Indigotier, Pois d'angole
- Agriculture Biologique
- Débouché commercial : Export + local
- 0.17 ha
- Leviers majeurs :
  - Diversification
  - Régulations biologiques
  - Prophylaxie
  - Biocontrôle
  - Gestion mécanique
  - Recyclage de la fertilité



## Système Bio-intensif (- 100 % IFT)

- Années début-fin expérimentation : 2018-2022
- Espèces : Bananier
- Agriculture Biologique
- Débouché commercial : Export
- 0.17 ha
- Leviers majeurs :
  - Prophylaxie
  - Biocontrôle
  - Régulations biologiques
  - Gestion mécanique



## Système de référence

- Années début-fin expérimentation : 2018-2022
- Espèces : Bananier
- Conventionnel
- Débouché commercial : Export
- 0.17 ha



## Dispositif expérimental

*Description du dispositif expérimental*

3 systèmes de culture sont comparés, à raison de 3 répétition de chaque système.

Au total 9 sous parcelles sont donc réparties de façon aléatoire sur la parcelle.

Les traits jaunes pointillés indiquent des panneaux anti-dérives qui ont été installés afin de limiter le risque de dérive de traitement fongicide de la modalité Référence conventionnelle (CO) vers modalités les Bio-intensif (BI) et Bio-diversifié (BD).

## Suivi expérimental ▲

Catégorie	Variables
Plante	
Croissance	Emission et surface foliaires, hauteur, circonférence des bananiers et autres espèces
Nutrition minérale	Teneur en chlorophylle foliaire et analyses foliaires
Rendement	Nombre de fruits et poids du régime, taux de récolte, durée du cycle et production des autres cultures
Potentiel de conservation	Durée de vie verte et intensité des maladies de conservation
Bio-agresseurs	Dynamique et sévérité cercosporiose, piégeage charançons et analyses nématodes
Milieu	
Biodiversité	Identification et quantification de la macrofaune du sol (pièges Barber et Quadrats) et des vers de terre (tests bêche)
Qualité des sols	Analyses de sol et Infiltrométrie

Activité microbienne	Analyses PLFA (Méthode par analyse des acides gras phospholipidiques )
Mycorhization	Fréquence, intensité de la colonisation et abondance arbusculaire
Restitutions organiques	Biomasses des couverts et biomasses des tailles des espèces associées
Performances	
Techniques	Nombre d'unité de fertilisants, nombre de traitements cercosporiose et nombre de passages mécanisés
Economiques	Coûts de production, rentabilité, besoin en équipement/matériel et gestion de la main d'œuvre
Sociales	Régularité de distribution de la charge de travail, pénibilité et technicité/complexité du système
Environnementales	Consommation de ressources, émissions N2O et CO2 et IFT total

#### Aménagements agroécologiques et éléments paysagers ▲

Une haie d'arbres est présente sur la bordure Nord Ouest de la parcelle. Sa taille ponctuelle pourra servir à la réalisation d'un compost avec du BRF (Bois Raméal Fragmenté) sur le système Bio-Diversifié.

#### La parole de l'expérimentateur :

Il est clair que travailler avec la biodiversité est plus compliqué que de travailler dans des systèmes ultra-simplifiés mais nous sommes convaincu que c'est la bonne voie pour changer nos systèmes de production. C'est cette motivation qui nous pousse chaque jour à expérimenter de nouvelles pratiques pour développer l'agriculture de demain !

## Productions du site expérimental

---

### Contact



**Claire-Marie ROHE**

Pilote d'expérimentation - CIRAD

✉ [claire-marie.rohe@cirad.fr](mailto:claire-marie.rohe@cirad.fr)

☎ 05 96 42 30 73

[ACCUEIL](#) > [DEPHY](#) > CONCEVOIR SON SYSTÈME > PROJET BANABIO

## Système Bio-Diversifié (BD) - Station Expérimentale CIRAD de Rivière Lézarde - BANABIO

Diversification et allongement de la rotation

Fertilité et vie des sols

Lutte biologique par introduction

 **PARTAGER**

Année de publication 2019 (mis à jour le 28 Mar 2024)

### Carte d'identité du groupe



Structure de l'ingénieur réseau

**Agriculture biologique**

Nom de l'ingénieur réseau

**BANABIO**

Date d'entrée dans le réseau

**Station Expérimentale CIRAD de Rivière Lézarde****-100% IFT hors  
biocontrôle**

Objectif de réduction visé

[Multidisciplinary assessment of two organic banana production systems in Martinique.pdf](#)[Poster Banane bio \\_ BANABIO](#)[BANABIO - Lettre d'information n°8 mai 2023](#)[Présentation webinaire DEPHY EXPE projet BANABIO - Renforcer la biodiversité fonctionnelle en systèmes agroécologiques](#)

### Présentation du système BD

## Conception du système BD

Le système Bio-diversifié a été conçu en partie à travers l'organisation d'un atelier de co-conception, regroupant divers acteurs des filières bio et banane (producteurs, techniciens, institutionnels) qui a permis de faire émerger les grandes lignes.

L'objectif est d'abandonner la monoculture de banane pour s'orienter vers un système diversifié, avec l'introduction d'espèces arborées et arbustives, de production ou uniquement de service, permettant d'accéder à une meilleure autonomie et résilience de ce système de culture destiné autant à des producteurs export qu'à de la production locale à plus petite échelle.

Les espèces associées ont été sélectionnées suivant les services recherchés :

- **Pois doux** : légumineuse locale à croissance rapide permettant l'occupation de la strate haute, au dessus des bananiers, avec des services de fixation azotée, de restitution de MO (Matière Organique) fraîche par taille, et favorisant la régulation de ravageurs ;
- **Indigotiers** : légumineuse locale à port arbustif (contrôlé par une taille adaptée) permettant l'occupation de l'espace sous les bananiers, avec des services de fixation azotée, et de restitution de MO fraîche par taille ;
- **Cacaoyers** : fonction de production à haute valeur ajoutée. Les pois d'angole installés en début de cycle puis éliminés ont permis la fourniture d'un mulch favorable avant l'implantation des cacaoyers.

### Mots clés :

*Agriculture Biologique - Diversification - Agroforesterie - Restitutions - Autonomie*

## Caractéristiques du système BD

**Précédent culturel** : Jachère améliorée (crotalaire + pueraria)

**Gestion de l'irrigation** : Aspersions sous frondaison

**Fertilisation** : Composé d'un mélange d'engrais organo-minéraux du commerce et de produits locaux issus du compostage de fumier d'animaux (AB) et de Bois Raméal Fragmenté (BRF).

**Gestion du sol/des adventices** : Travail du sol partiel (1 rang sur 2) et gestion mécanique du couvert par débroussaillage

**Débouché commercial** : Export (banane) et local (cacao)

## Objectifs ▲

Agronomiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rendement : Réduction limitée par rapport au système conventionnel de référence</li> <li>• Qualité : Compatible avec les standards export</li> </ul>
Environnementaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IFT = 0 (hors biocontrôle)</li> </ul>
Maîtrise des bioagresseurs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maîtrise des adventices : Maintenir un niveau d'enherbement tolérable pour limiter la compétition avec le bananier</li> <li>• Maîtrise des maladies : Limiter les dommages de cercosporiose à un niveau compatible avec le niveau de rendement et de qualité des fruits souhaité</li> <li>• Maîtrise ravageurs : Limiter la recolonisation de la parcelle par les charançons et les nématodes</li> </ul>
Socio-économiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coûts de production : Les coûts de production plus élevés (intrants et main d'oeuvre) doivent être compensés par une meilleure valorisation de la production en AB, et la vente des produits issus de la diversification (cacao)</li> </ul>

### Le mot de l'expérimentateur

Plusieurs pratiques agroécologiques avaient été étudiées individuellement avant le début du projet. Ce fut un vrai défi d'appliquer l'ensemble de ces pratiques sur un même système pour se convertir à l'AB (zéro phyto) dans une zone de production tropicale humide où la pression des ravageurs est très importante ! Même si cela n'a pas été facile tous les jours, les résultats sont au rendez-vous et montrent que, même si la baisse de rendement est réelle, il est possible d'atteindre des hauts rendements tout en produisant une banane AB en zone tropicale humide.

## Stratégies mises en œuvre :

### Gestion des adventices ▲

Un semi de plante de service légumineuse (*Crotalaria juncea*) est effectué en jachère et peut être renouvelé au début de l'implantation des bananiers. Ensuite, le couvert végétal spontané est géré par des fauches régulières. Les fauches sont réalisées lorsque le couvert végétal atteint la hauteur genou, de manière à ne pas gêner les interventions dans les parcelles et à limiter la compétition avec le bananier.

Leviers	Principes d'action	Enseignements
Plante de service	Un semi de plantes de service permet de limiter le développement des adventices et de fixer l'azote atmosphérique (légumineuse)	Les plantes de services sont efficaces en jachère et durant les premiers mois de la bananeraie mais leur maintien sous une bananeraie n'est pas possible à cause du manque de lumière. Un couvert spontané prend le relais au bout de 3 à 6 mois
Fauche du couvert spontané	Un enherbement est maintenu dans la bananeraie et est régulièrement fauché pour limiter la compétition et rendre la circulation possible dans la bananeraie. La débroussailleuse à dos a été utilisée dans le cas du projet BANABIO mais il est possible de mécaniser si la topographie le permet	Le couvert protège le sol et apporte des restitutions mais il demande une fauche régulière. Comme ce sont des graminées qui sont sélectionnées par la fauche, il n'y a pas de fixation de l'azote atmosphérique.
Détournage manuel	En plus de la fauche il est important d'effectuer un détournage manuel des plans de banane pour éviter que des lianes montent sur les bananiers.	Le détournage permet également une meilleure application de l'engrais. Pour cette opération fastidieuse, un nouvel outil a été utilisé en Martinique : il s'agit d'une faucille japonaise. Grâce à son manche la personne qui réalise l'opération a moins besoin de se baisser.
Ombage des arbres	Le développement de la canopée des arbres capte plus efficacement la lumière et limite le développement des adventices	En contrepartie les arbres sont également en compétition pour la lumière avec les bananiers, il est donc important de les tailler pour limiter leur surface foliaire

### Gestion des ravageurs ▲

La gestion agroécologiques des ravageurs telluriques de la banane (nématode et charançon) repose sur le couple jachère & vitroplan. Cette stratégie qui consiste à créer un vide sanitaire par la jachère (ces deux ravageurs sont très spécialisés, ils n'arrivent donc pas à se maintenir sur la parcelle sans leur hôte le bananier) ; et à replanter un matériel végétal sain (le vitroplan) exempt de ces deux ravageurs. Appliqué de manière rigoureuse ce mode de gestion permet de réduire drastiquement voir arrêter totalement l'utilisation des produits phytosanitaires (insecticides et nématicides). Cependant plus la durée de vie de la bananeraie augmente plus le risque de recontamination augmente. Il faut être vigilant face aux recontaminations qui peuvent avoir lieu par l'eau pour le nématode et par invasion à partir des parcelles voisines pour le charançon.

Leviers	Principes d'action	Enseignements
Jachère avec plante de service et utilisation de vitroplant	La jachère semée avec des plantes de services permet de s'assurer qu'aucune plante hôte des nématodes n'est présente durant la période de jachère. De plus elle peut constituer un apport d'azote lorsque des légumineuses sont semées.	Cette technique éprouvée a déjà montrée son efficacité, sa mise en œuvre rigoureuse couplée à l'usage de vitroplant permet de réduire drastiquement l'usage de nématicide en conventionnel et ouvre la voie à l'AB.
Pièges à phéromone	L'utilisation de pièges à phéromones permet de suivre la population de charançon et de piéger les individus mobiles pour réduire la population.	Cette technique est efficace si sa mise œuvre est rigoureuse. Les parcelles ne sont jamais débarrassées des charançons mais un piégeage assidu permet de réduire significativement les dégâts causés par ce ravageur.
Lutte biologique par conservation	Prédation des larves et des adultes par des auxiliaires de culture. La présence d'arbre et, de manière générale, d'une plus grande diversité végétale va favoriser la présence d'auxiliaires	La régulation par lutte biologique n'a pas été quantifiée dans ce projet mais des travaux scientifiques ont déjà démontrés une prédation des œufs accrue dans les bananeraies agroécologiques

### Gestion des maladies ▲

Le contexte climatique favorable au développement de la cercosporiose noire sur le site expérimental a mené à une pression importante de la maladie tout au long

de l'expérimentation, notamment en saison des pluies. Le contrôle de la maladie est donc passé par une application rigoureuse des différents leviers disponibles, notamment par un effeuillage sanitaire régulier, réalisé de manière chirurgicale et exhaustive, et par une application rapide des traitements suite à la prise de décision sur avertissement biologique.

Leviers	Principes d'action	Enseignements
Effeuillement sanitaire	L'effeuillage sanitaire contre la cercosporiose noire, qui consiste à couper les parties nécrosées de la feuille, permet d'interrompre le « signal de stress » émis vers le régime, qui entraîne une maturation précoce des fruits, et réduit l'inoculum (ascospores) de la maladie dans les parcelles	Cette méthode est efficace mais nécessite d'être réalisée à une fréquence hebdomadaire, de manière exhaustive (ne pas oublier de nécroses) et chirurgicale, afin de limiter l'impact sur la capacité photosynthétique du bananier
Soins aux fruits au champ	Les soins aux fruits ont été réalisés au champ. La règle de décision a consisté à réaliser une ablation plus sévère (6 mains conservées) si le nombre de feuille à la floraison est plus faible de manière à optimiser le remplissage des fruits	Cette règle de décision a permis de garantir un bon remplissage des fruits malgré le fait que la surface foliaire est fortement réduite par l'incidence de la cercosporiose noire
Lutte raisonnée par avertissement biologique	La lutte par avertissement biologique consiste à suivre différents paramètres épidémiologiques liés à la cercosporiose noire (observations au champ des symptômes de la maladie) ainsi que certaines variables climatiques favorables à son développement (pluviométrie, évaporation...), afin d'adapter le type de traitement contre la maladie et de minimiser leur fréquence d'utilisation	Cette méthode a nécessité un suivi épidémiologique rigoureux (fréquence hebdomadaire). En ne traitant seulement si nécessaire, cela a permis de maîtriser le nombre de traitement
Produits de biocontrôle + huile minérale	Agit de manière préventive et non curative sur le développement de la cercosporiose noire	En raison de la pression importante de la maladie sur le site, notamment en saison des pluies, et pour compenser l'absence de produits curatifs en AB, la réalisation des traitements a été effectuée de façon rigoureuse en se basant sur l'avertissement biologique

### Maitrise des bioagresseurs

	Adventices			Nématodes			Charançon			Cercosporiose noire		
	Ref.	BI	BD	Ref.	BI	BD	Ref.	BI	BD	Ref.	BI	BD
2019	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2020	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2021	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2022	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2023	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

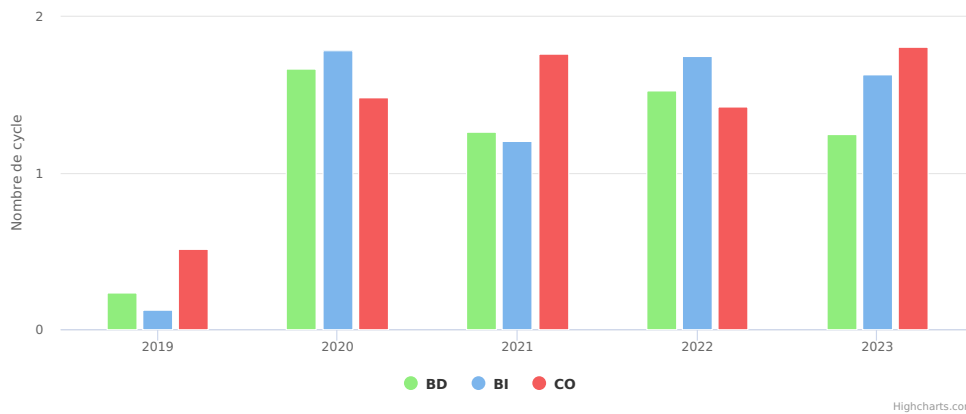
### Performances du système

#### Rendements des bananiers

Les deux indicateurs majeurs qui composent le rendement en bananeraie sont le poids du régime et le nombre de cycle par an.

Le graphique ci-dessous montre que le nombre de cycles par an de la modalité BD est généralement plus faible que sur les deux autres modalités. Le nombre de cycle en 2019 est plus faible, la plantation ayant eu lieu en avril. La modalité CO est celle qui a produit le plus rapidement car dans les neufs premiers mois, la moitié des bananiers ont produit.

Nombre de cycle par an en fonction de la modalité



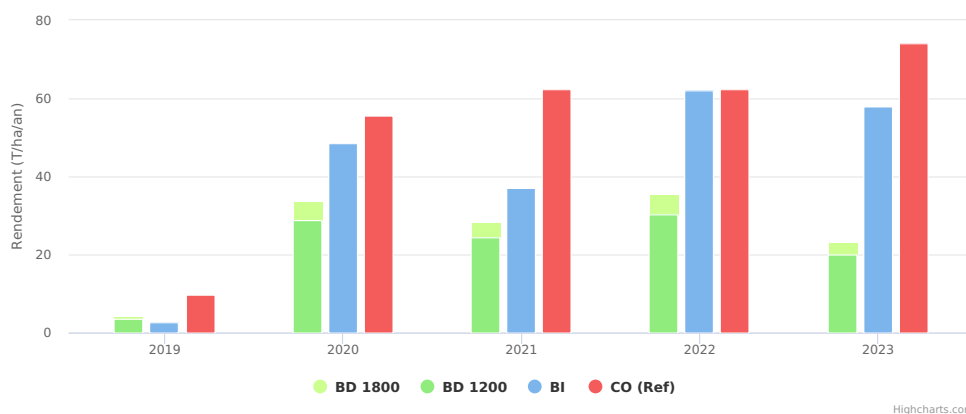
Sur ce deuxième graphique, la différences entre les modalités est plus marquée et régulière : les régimes de la modalité CO (Ref) sont les plus lourds, suivis des régimes de BI puis des régimes de BD. En 2023, on observe une chute des poids des régimes sur BD, qui est probablement liée au développement des arbres qui peuvent engendrer de la concurrence sur les ressources en eau, en lumière et en nutriments. Il est également intéressant de noter qu'en 2019, les bananiers du système de culture CO (Ref) ont été productifs rapidement (cf premier graphique) mais les régimes étaient plus légers.

Poids moyen d'un régime par an et par modalité



Sur le graphique ci-dessous, le rendement annuel a ensuite été calculé pour atteindre une densité de plantation de 1800 pieds/ha, avec 10% de pertes au champ puis 10% de pertes au hangar. Sur BD, le rendement est calculé sur une base de 1200 pieds/ha, la projection sur 1800 pieds/ha est également spécifiée. Ces pourcentages prennent en compte les pertes avant floraison (chute du pied-mère, variants...), après la floraison (chute) et ensuite les écarts de tri (problème de qualité, de calibre...).

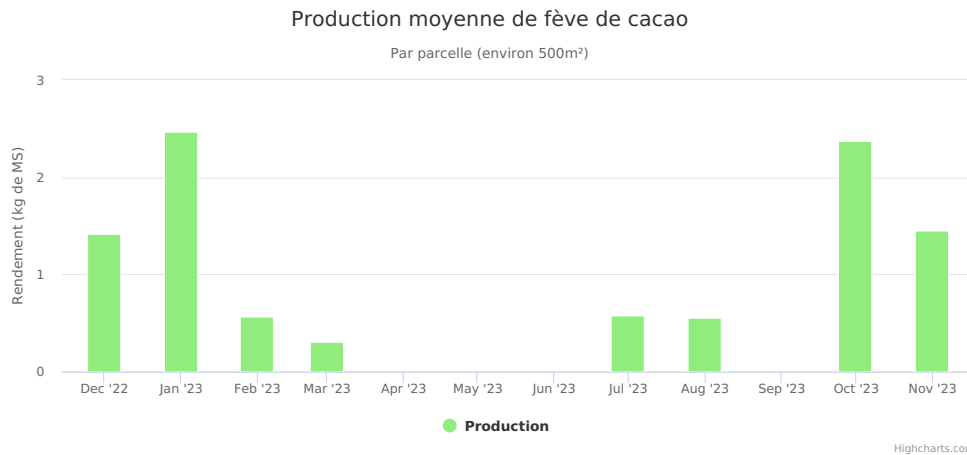
Rendements annuels



En moyenne, sur les 5 années, le système de culture de référence a produit **27%** de plus que le système Bio-Intensif et **146%** de plus que le système Bio-Diversifié.

### Rendements des cacaoyers

Les cacaoyers sont récoltés toutes les trois semaines. Les cabosses sont comptées, puis les fèves sont séchées, afin d'obtenir un rendement en matière sèche, qui permet de se rapprocher du rendement post-fermentation.



Le premier pic de récolte a eu lieu au début de l'année 2023, avec une vingtaine d'arbres producteurs. Un deuxième pic a commencé fin 2023, avec d'avantages d'arbres producteurs, ce qui permet d'espérer une récolte plus fructueuse.

### Indice de Fréquence de Traitement (IFT)

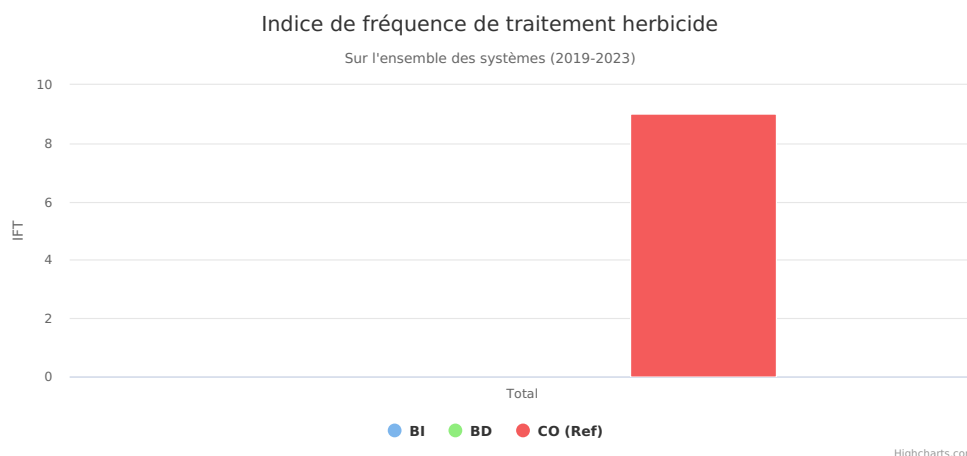
#### 1) Insecticides et nématicides

Les avancées scientifiques des dernières années ont déjà permis de trouver des alternatives aux produits phytosanitaires pour lutter contre les ravageurs telluriques (nématodes et charançons). Pour les nématodes, la mise en place de jachère et l'utilisation de matériel végétal sain à la plantation (vitroplants) permettent d'assainir la parcelle et d'éviter la contamination durant la plantation. Des populations peuvent cependant se développer pendant les cycles de production, via l'apport d'individus par l'eau d'irrigation ou le passage des personnes travaillant sur la parcelle. Ces contaminations ne peuvent pas être évitées, mais sont minimales et un monitoring par l'analyse de racines est mis en place pour surveiller l'évolution des populations éventuelles. Sur les trois modalités, il n'y a pas eu de développement de populations observées. Pour les charançons, des pièges à phéromones sont mis en place et permettent une régulation des populations.

Sur les trois parcelles, il n'y a donc eu aucun traitement nématicide ou insecticide.

#### 2) Herbicides

Afin de respecter le cahier des charges de l'agriculture biologique, il n'y a pas d'utilisation d'herbicide sur les parcelles BI et BD. L'enherbement est géré mécaniquement, à la débrousailluse. Sur CO, un traitement est effectué par semestre. En 2019, seul un traitement a été effectué, la plantation ayant eu lieu en avril.

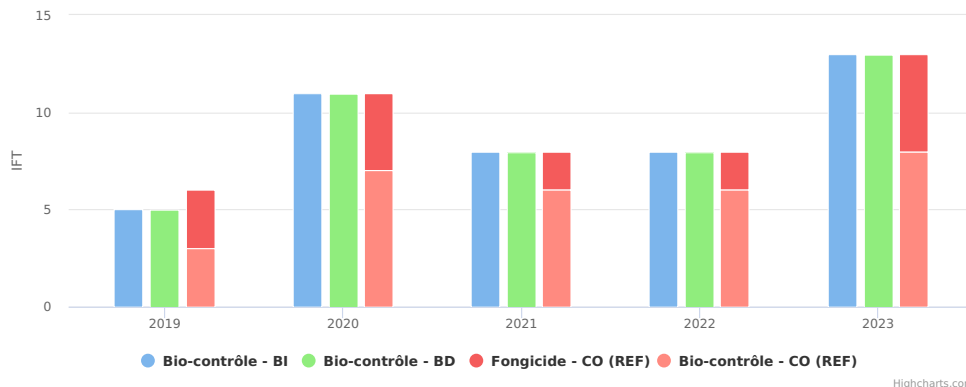


### 3) Fongicides

Afin de respecter le cahier des charges de l'agriculture biologique, il n'y a pas d'utilisation de fongicides sur les parcelles BI et BD. La cercosporiose noire, principale maladie fongique du bananier est gérée mécaniquement et avec l'utilisation de produits de biocontrôles, à base de *Bacillus subtilis* souche QST 713 et d'huile paraffinique. Les molécules actives des fongicides utilisés sont le difénoconazole, la trifloxystrobine et le fluopyram. Afin de réduire le nombre de pulvérisations, un effeuillage est effectué toutes les semaines. Cette opération consiste à couper les feuilles nécrosées afin de ralentir la propagation de la maladie aux feuilles saines. De plus, un monitoring hebdomadaire de l'état d'évolution de la maladie sur les parcelles permet de déclencher les traitements au moment le plus opportun.

#### Indice de fréquence de traitement fongicide et biocontrôle

Sur l'ensemble des systèmes (2019-2023)



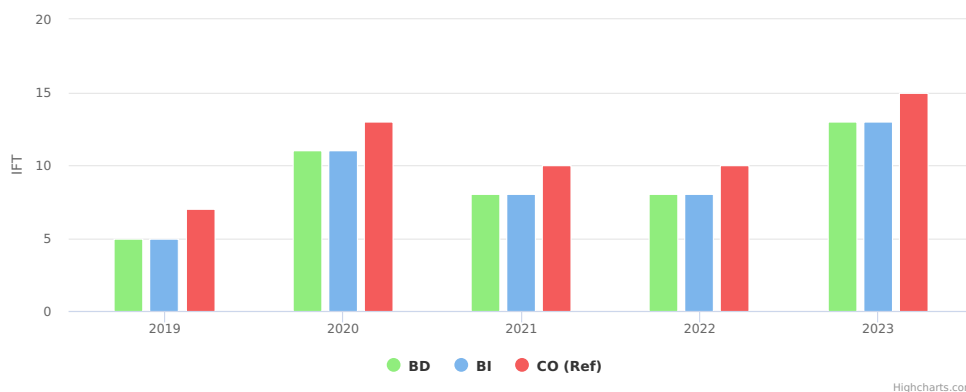
En 2019, l'IFT est plus faible, conséquence de la date de plantation (avril). Le contexte, notamment sanitaire en 2021 et en 2022 a également impacté le nombre de passages.

### 4) IFT global

Les systèmes de culture BI et BD permettent donc de produire tout en réduisant la fréquence des traitements et surtout l'utilisation de produits phytosanitaires autres que les produits de biocontrôle.

#### Indice de fréquence de traitement

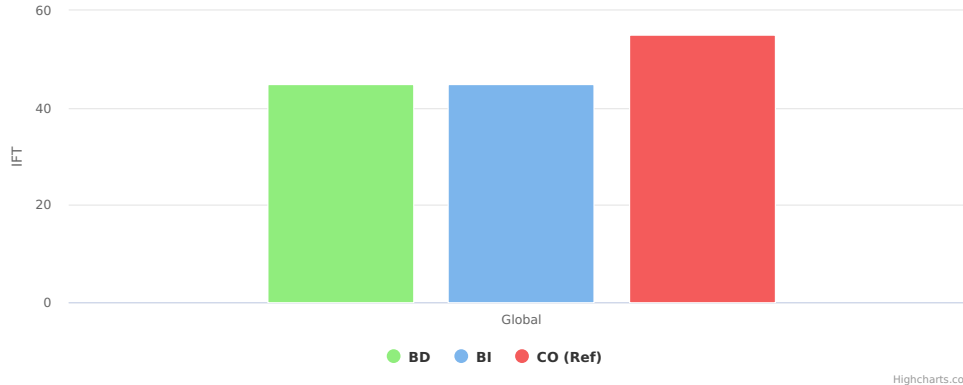
Global



Sur l'ensemble du système (2019-2023), on observe donc une réduction de l'IFT de 18% sur l'ensemble du système de culture.

### Indice de fréquence de traitement

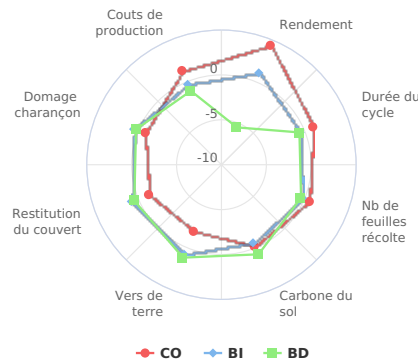
Sur l'ensemble du système de culture (2019-2023)



### Evaluation multicritère

#### Evaluation multicritère des systèmes BI et BD

comparaison à la référence conventionnelle (CO)



Highcharts.com

#### Zoom sur les vers de terre ▲

Created with Highcharts 10.2.1g/m<sup>2</sup>Biomasse de vers de terreMoyenne des 3 parcelles étudiées pour chaque système (n=3)BDBICOJan '19Jul '19Jan '20Jul '20Jan '21Jul '21Jan '22Jul '2201020304050Highcharts.com

Figure 4 : Biomasse moyenne de vers de terre mesurées à 7 dates différentes durant le projet. Chaque point représente la moyenne des 3 parcelles étudiées pour chaque système et chaque parcelle a été échantillonnée 3 fois, ce qui donne un nombre total de répétition par système et par date de n=

La biomasse moyenne de vers de terre était plus élevée dans les systèmes AB comparativement au système de référence conventionnel. En moyenne sur l'ensemble des 7 dates d'échantillonnage, le système BD avait une biomasse de vers de terre 4 fois plus élevée que le système conventionnel. Ces différences sont attribuées au moindre travail du sol effectué en début de vie des systèmes AB et, par la suite, aux apports de matière organiques plus importants provenant des engrais organiques et de la taille des arbres.

#### Transfert en exploitations agricoles ▲

Un lien fort avec la filière cacao de Martinique, avec le partenaire Valcaco, est également entretenu. Par exemple, lorsque les récoltes de cabosses sont importantes, celles-ci sont données à un producteur afin qu'elles soient valorisées au sein de la filière.

Au cours des 5 années du projet, des agriculteurs sont régulièrement venus visiter l'essai BANABIO. Ces visites ont donné lieu à de nombreux échanges et interactions.

Une newsletters est éditée tous les 6 à 8 mois et envoyée aux agriculteurs et aux institutionnels (les newsletter peuvent être téléchargées en bas de page)

Tous les ans une classe de BTS vient visiter l'essai pendant une matinée et les résultats de cette expérimentation sont diffusés à ces étudiants, qui deviendront les producteurs de demain !

---

## Pistes d'amélioration, enseignements et perspectives

### *Amélioration*

Le type de plantation (rangs simples ou doubles...) pourrait être adapté en fonction du mode de gestion de l'enherbement utilisé par l'agriculteur.

La densité des arbres et leur localisation dans la parcelle pourrait également être modifiées afin de réduire la compétition pour les ressources (eau, lumière, nutriments)

### *Enseignements*

Le principal enseignement porte sur la gestion des arbres. En effet, les pois doux avaient été choisis notamment pour leur croissance rapide, qui permettait d'avoir des impacts sous faible délai. Cependant, malgré leurs fortes restitutions en matière organique, ceux-ci sont rentrés en concurrence avec les bananiers pour les ressources, impactant fortement le développement des bananiers et donc les rendements. Malgré une coupe de 60% des pois doux mi 2023, la concurrence restait forte. La densité de plantation des arbres, le schéma de plantation et même peut-être l'essence d'arbre choisie est à rediscuter.

### *Perspectives*

Des recherches supplémentaires pourraient être effectuées afin de mieux comprendre les raisons des pertes de rendements, en étudiant par exemple les impacts des différents types de fertilisations (minérale ou organique).

L'étude des services écosystémiques rendus par les arbres, le couvert végétal et la biodiversité du sol pourrait également être approfondie.





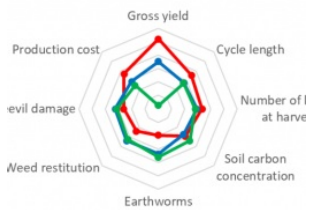
[Banabio - La lettre d'information n°3 Sept 2019](#)



[Banabio - Lettre d'information n°2 Mars 2019](#)



[Banabio - Lettre d'information n°1 Octobre 2018](#)



<http://pprod.ecophytopic.fr/dephy/concevoir-son-systeme/projet-banabio>

### Production scientifique

- Produire de la banane AB en zone tropicale humide : retour d'expérience sur le projet BANABIO. Coulis Mathieu. 2023. , Résumé, 1 p. Webinaire DEPHY EXPE Renforcer la biodiversité fonctionnelle en systèmes agroécologiques, 4 Mai 2023/4 Mai 2023. <https://www.youtube.com/watch?v=wtO5Rk0EHsk>
- Multidisciplinary assessment of two organic banana production systems in Martinique. Coulis Mathieu, Sauvadet Marie, Falk Anaïs, Prochasson Alice, Tsoukas Lucas, Gervais Laurent, Normand Loïc, Rosalie Elisabeth, Achard Raphaël, Monsoreau Loïc, Telle Nelly, Mauriol Christiane, Birba Olivier, Ornem Georges, Alier Maurice, Marville Eliane, Daribo Marie Odette, Sainte-Rose Jérôme Laurent, Dural David, Vincent Katharine, Vilna T., Hery M., Gibert Simon, De Lapeyre de Bellaire Luc, Guillermet Claire. 2023. In : Proceedings of the XII International Symposium on Banana: Celebrating Banana Organic Production. Ocimati W. (ed.), Lescot T. (ed.), Lehrer K. (ed.). ISHS. Louvain : ISHS, 35-45. (Acta Horticulturae, 1367) ISBN 978-94-6261-366-9 International Horticultural Congress (IHC 2022): International Symposium on Banana: Celebrating Banana Organic Production. 31, Angers, France, 14 Août 2022/20 Août 2022. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2023.1367.4>
- Contamination du réseau trophique du sol par la chlordécone d'un agroécosystème bananier de Martinique. Coulis Mathieu, Senecal Gael, Devriendt-Renault Yoann, Parinet Julien, Guérin Thierry, Pak Lai-Ting. 2023. . Fort de France : s.n., Résumé, 2 p. Chlordécone, la recherche menée in situ - points forts, difficultés et perspectives, Fort-de-France, Martinique, 15 Novembre 2023/16 Novembre 2023. <https://agritrop.cirad.fr/607731/>
- Évaluation de la fourniture de services écosystémiques dans des systèmes bananiers innovants conduits en Agriculture Biologique. Costes Sarah. 2022. Angers : Agrocampus Ouest, 105 p. Mémoire de fin d'études : Horticulture. Protection des plantes et environnement (PPEH) : Agrocampus Ouest. <https://agritrop.cirad.fr/602586/>
- Impact de l'introduction de légumineuses ligneuses sur l'apport d'azote fixé d'origine symbiotique au sein des systèmes bananiers. Coulis Mathieu, Sauvadet Marie, Prochasson Alice, Julian Coralie, Vincent Bryan, Bâ Amadou, Galiana Antoine. 2022. In : Fixation biologique de l'azote et biofertilisation : des outils agro-écologiques pour le développement durable et la sécurité alimentaire dans le contexte du changement climatique. Dakar : ISRA, Résumé, 1 p. Congrès de l'Association Africaine pour la Fixation Biologique de l'Azote. 19, Dakar, Sénégal, 29 Novembre 2022/2 Décembre 2022. <https://agritrop.cirad.fr/606228/>
- Assessing legume tree and shrub impacts on nitrogen cycling in banana cropping systems. Galiana Antoine, Sauvadet Marie, Prochasson Alice, Coulis Mathieu. 2022. In : En transition vers un monde viable. Québec : Université de Laval-IUAF-ICRAF, Résumé, 1 p. Congrès mondial d'agroforesterie. 5, Québec, Canada, 17 Juillet 2022/20 Juillet 2022. <https://agritrop.cirad.fr/601932/>
- Diversité et partage des communautés mycorhiziennes au sein de bananeraies soumises à différentes pratiques agronomiques en Martinique. Julian Coralie, Vincent Bryan, Coulis Mathieu, Hannibal Laure, Bâ Amadou, Galiana Antoine. 2022. In : Fixation biologique de l'azote et biofertilisation : des outils agro-écologiques pour le développement durable et la sécurité alimentaire dans le contexte du changement climatique. Dakar : ISRA, Résumé, 1 p. Congrès de l'Association Africaine pour la Fixation Biologique de l'Azote. 19, Dakar, Sénégal, 29 Novembre 2022/2 Décembre 2022. <https://agritrop.cirad.fr/606229/>
- Dynamique spatiale et temporelle du glyphosate et de la chlordécone dans le sol (matrice minérale et compartiment biologique) d'un agrosystème bananier. Senecal Julie. 2022. Rouen : Université de Rouen Normandie, 31 p. Mémoire de master 2 : Gestion de l'environnement : Université de Rouen Normandie. <https://agritrop.cirad.fr/607730/>
- Isotopes Don't Lie, differentiating organic from conventional banana (Musa AAA, Cavendish subgroup) fruits using C and N stable isotopes. Tixier Philippe, Loeillet Denis, Coulis Mathieu, Lescot Thierry, De Lapeyre de Bellaire Luc. 2022. *Food Chemistry*, 394:133491 : 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.133491>

## Contact



**Claire-Marie ROHÉ**

Pilote d'expérimentation - CIRAD

✉ [claire-marie.rohe@cirad.fr](mailto:claire-marie.rohe@cirad.fr)

☎ 0596423004

[ACCUEIL](#) > [DEPHY](#) > CONCEVOIR SON SYSTÈME > PROJET BANABIO

## Système Bio-Intensif (BI) - Station Expérimentale CIRAD de Rivière Lézarde - BANABIO

Diversification et allongement de la rotation

Fertilité et vie des sols

Régulation biologique et biocontrôle

 **PARTAGER**

Année de publication 2019 (mis à jour le 28 Mar 2024)

### Carte d'identité du groupe



Structure de l'ingénieur réseau

**Agriculture biologique**

Nom de l'ingénieur réseau

**BANABIO**

Date d'entrée dans le réseau

**Station Expérimentale CIRAD de Rivière Lézarde****-100 % IFT hors  
biocontrôle**

Objectif de réduction visé

Multidisciplinary assessment of two organic banana production systems in  
Martinique.pdfBANABIO - Lettre d'information n°8 mai  
2023Poster Banane bio \_  
BANABIO

Présentation BANABIO - Evaluation de systèmes de culture innovants de BANane BIOlogique

### Présentation du système Bio-Intensif (BI)

## Conception du système BI

Le système Bio-Intensif a été conçu sur une base similaire au système conventionnel traditionnel (monoculture de banane), avec une logique de substitution des intrants conventionnels par des intrants biologiques (engrais, fertilisants) et par des interventions mécaniques (fauche).

### Mots clés :

*Agriculture Biologique - Monoculture de banane*

## Caractéristiques du système BI

**Précédent culturale :** Jachère améliorée (couvert de crotalaire et pueraria)

**Gestion de l'irrigation :** Aspersion sous frondaison

**Fertilisation :** Organo-minérale basée sur des engrais formulés issus du commerce (homologués AB) appliqués à hauteur des apports calculés pour la référence conventionnelle

**Gestion du sol/des adventices :** Travail du sol classique avant plantation avec enfouissement des résidus de la jachère, gestion mécanique du couvert par débroussailleuse

**Débouché commercial :** Export

## Objectifs ▲

Agronomiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rendement : Réduction limitée par rapport au système conventionnel de référence</li> <li>• Qualité : Compatible avec les standards export</li> </ul>
Environnementaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IFT = 0 (hors biocontrôle)</li> </ul>
Maîtrise des bioagresseurs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maîtrise des adventices : Maintenir un niveau d'enherbement limitant la compétition avec le bananier et permettant une bonne circulation dans les parcelles</li> <li>• Maîtrise des maladies : Limiter les dommages de la cercosporiose noire pour permettre un bon remplissage des fruits et le moins de maladie post-récolte possible.</li> <li>• Maîtrise ravageurs : Limiter la recolonisation des parcelles par les charançons et les nématodes</li> </ul>
Socio-économiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coûts de production : Les coûts de production plus élevés (intrants et main d'œuvre) doivent être compensés par une meilleure valorisation de la production</li> </ul>

### Le mot de l'expérimentateur

Plusieurs pratiques agroécologiques avaient été étudiées individuellement avant le début du projet. Ce fut un vrai défi d'appliquer l'ensemble de ces pratiques sur un même système pour se convertir à l'AB (zéro phyto) dans une zone de production tropicale humide où la pression des ravageurs est très importante !

Même si cela n'a pas été facile tous les jours, les résultats sont au rendez-vous et montrent que, même si la baisse de rendement est réelle, il est possible d'atteindre des hauts rendements tout en produisant une banane AB en zone tropicale humide.

## Stratégies mises en œuvre :

### Gestion des adventices ▲

Un semis de plante de service légumineuse (*Crotalaria juncea*) est effectué en jachère et peut être renouvelé au début de l'implantation des bananiers. Ensuite, le couvert végétal spontané est géré par des fauches régulières. Les fauches sont réalisées lorsque le couvert végétal atteint la hauteur genou, de manière à ne pas gêner les interventions dans les parcelles et à limiter la compétition avec le bananier.

Leviers	Principes d'action	Enseignements
Plante de service	Un semis de plantes de service permet de limiter le développement des adventices et de fixer l'azote atmosphérique (légumineuse)	Les plantes de services sont efficaces en jachère et durant les premiers mois de la bananeraie mais leur maintien sous une bananeraie n'est pas possible à cause du manque de lumière. Un couvert spontané prend le relais au bout de 3 à 6 mois
Fauche du couvert spontané	Un enherbement est maintenu dans la bananeraie et est régulièrement fauché pour limiter la compétition et rendre la circulation possible dans la bananeraie. La débroussailleuse à dos a été utilisée dans le cas du projet BANABIO mais il est possible de mécaniser si la topographie le permet	Le couvert protège le sol et apporte des restitutions mais il demande une fauche régulière. Comme ce sont des graminées qui sont sélectionnées par la fauche, il n'y a pas de fixation de l'azote atmosphérique.
Détourage manuel	En plus de la fauche il est important d'effectuer un détourage manuel des plans de banane pour éviter que des lianes montent sur les bananiers.	Le détourage permet également une meilleure application de l'engrais. Pour cette opération fastidieuse, un nouvel outil a été utilisé en Martinique : il s'agit d'une faucille japonaise. Grâce à son manche la personne qui réalise l'opération a moins besoin de se baisser.

#### Gestion des ravageurs telluriques ▲

La gestion agroécologiques des ravageurs telluriques de la banane (nématode et charançon) repose sur le couple jachère & vitroplan. Cette stratégie consiste à créer un vide sanitaire par la jachère (ces deux ravageurs sont très spécialisés, ils n'arrivent donc pas à se maintenir sur la parcelle sans leur hôte, le bananier) ; et à replanter un matériel végétal sain (le vitroplan) exempt de ces deux ravageurs. Appliqué de manière rigoureuse ce mode de gestion permet de réduire drastiquement voir arrêter totalement d'utiliser des produits phytosanitaires (insecticides et nématicides). Cependant plus la durée de vie de la bananeraie augmente plus le risque de recontamination augmente. Il faut être vigilant face aux recontaminations qui peuvent avoir lieu par l'eau pour le nématode et par invasion à partir des parcelles voisines pour le charançon.

Leviers	Principes d'action	Enseignements
Jachère avec plante de service et utilisation de vitroplant	La jachère semée avec des plantes de services permet de s'assurer qu'aucune plante hôte des nématodes n'est présente durant la période de jachère. De plus elle peut constituer un apport d'azote lorsque des légumineuses sont semées.	Cette technique éprouvée a déjà montré son efficacité, sa mise en œuvre rigoureuse couplée à l'usage de vitroplant permet de réduire drastiquement l'usage de nématicide en conventionnel et ouvre la voie à l'agriculture biologique.
Pièges à phéromones	L'utilisation de pièges à phéromones permet de suivre la population de charançon et de piéger les individus mobiles pour réduire la population.	Cette technique est efficace si sa mise œuvre est rigoureuse. Les parcelles ne sont jamais débarrassées des charançons mais un piégeage assidu permet de réduire significativement les dégâts causés par ce ravageur.
Lutte biologique par conservation	Prédation des larves et des adultes par des auxiliaires de culture	La régulation par lutte biologique n'a pas été quantifiée dans ce projet mais des travaux scientifiques ont déjà démontrés une prédation des œufs accrue dans les bananeraies agroécologiques.

#### Gestion des maladies ▲

Le contexte climatique favorable au développement de la cercosporiose noire sur le site expérimental a mené à une pression importante de la maladie tout au long de l'expérimentation, notamment en saison des pluies. Le contrôle de la maladie est donc passé par une application rigoureuse des différents leviers disponibles, notamment par un effeuillage sanitaire régulier, réalisé de manière chirurgicale et exhaustive, et par une application rapide des traitements suite à la prise de décision sur avertissement biologique.

Leviers	Principes d'action	Enseignements
Effeuilage sanitaire	L'effeuillage sanitaire contre la cercosporiose noire, qui consiste à couper les parties nécrosées de la feuille, permet d'interrompre le « signal de stress » émis vers le régime, qui entraîne une maturation précoce des fruits, et réduit l'inoculum (ascospores) de la maladie dans les parcelles	Cette méthode est efficace mais nécessite d'être réalisée à une fréquence hebdomadaire, de manière exhaustive (ne pas oublier de nécroses) et chirurgicale, afin de limiter l'impact sur la capacité photosynthétique du bananier
Soins aux fruits au champ	Les soins aux fruits ont été réalisés au champ. La règle de décision a consisté à réaliser une ablation plus sévère (6 mains conservées) si le nombre de feuille à la floraison est plus faible de manière à optimiser le remplissage des fruits	Cette règle de décision a garanti un bon remplissage des fruits malgré le fait que la surface foliaire est fortement réduite par l'incidence de la cercosporiose noire

Lutte raisonnée par avertissement biologique	La lutte par avertissement biologique consiste à suivre différents paramètres épidémiologiques liés à la cercosporiose noire (observations au champ des symptômes de la maladie) ainsi que certaines variables climatiques favorables à son développement (pluviométrie, évaporation...), afin d'adapter le type de traitement contre la maladie et de minimiser leur fréquence d'utilisation	Cette méthode a nécessité un suivi épidémiologique rigoureux (fréquence hebdomadaire). En ne traitant seulement si nécessaire, cela a permis de maîtriser le nombre de traitement
Produits de biocontrôle + huile minérale	Agit de manière préventive et non curative sur le développement de la cercosporiose noire	En raison de la pression importante de la maladie sur le site, notamment en saison des pluies, et pour compenser l'absence de produits curatifs en AB, la réalisation des traitements a été effectuée de façon rigoureuse en se basant sur l'avertissement biologique

### Maitrise des bioagresseurs

	Adventices			Nématodes			Charançon			Cercosporiose noire		
	Ref.	BI	BD	Ref.	BI	BD	Ref.	BI	BD	Ref.	BI	BD
2019	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow
2020	Green	Yellow	Yellow	Green	Green	Green	Red	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
2021	Green	Yellow	Yellow	Green	Green	Green	Yellow	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
2022	Green	Yellow	Green	Green	Green	Green	Yellow	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
2023	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow

Les adventices

Les ravageurs telluriques

la cercosporiose noire

### Performances du système

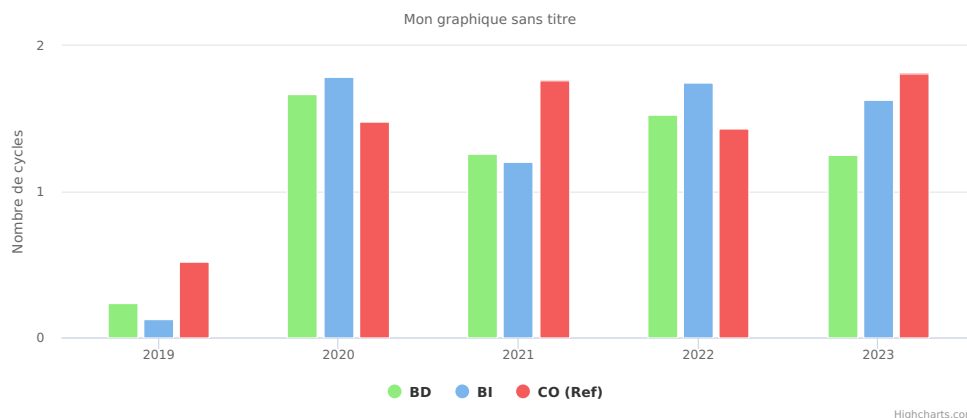
#### Rendement

Les deux indicateurs majeurs qui composent le rendement en bananeraie sont le poids du régime et le nombre de cycle par an.

Le graphique ci-dessous montre que le nombre de cycles par an de la modalité BD est généralement plus faible que sur les deux autres modalités. Le nombre de cycle en 2019 est plus faible, la plantation ayant eu lieu en avril. La modalité CO est celle qui a produit le plus rapidement car dans les neuf premiers mois, la moitié des bananiers ont produit.

En moyenne sur les 5 années d'expérimentation, le nombre de cycles par an était 8% supérieur sur CO que sur BI. Ceci peut s'expliquer notamment par le type d'engrais utilisé (organique au lieu de minéral) et la compétition avec le couvert, géré mécaniquement et non pas chimiquement.

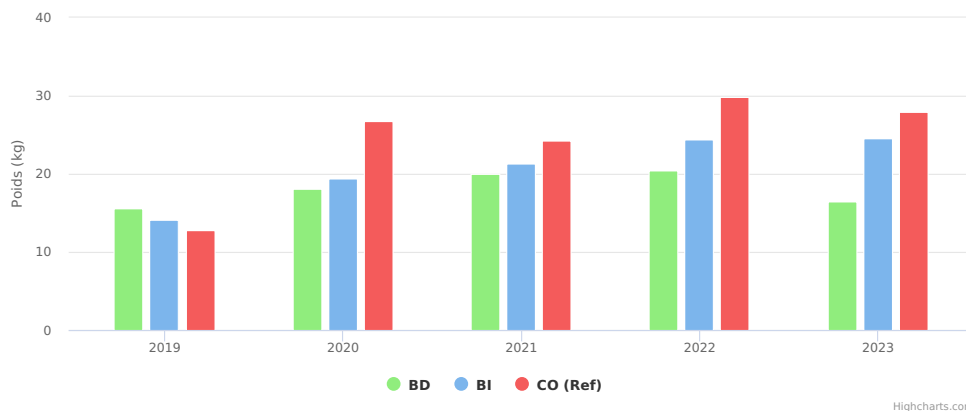
Nombre de cycles par an



Highcharts.com

Sur ce deuxième graphique, la différences entre les modalités est plus marquée et régulière : les régimes de la modalité CO (Ref) sont les plus lourds, suivis des régimes de BI puis des régimes de BD. En moyenne sur les 5 années d'expérimentation, le poids moyen des régimes était 17% supérieur sur CO que sur BI. Il est également intéressant de noter qu'en 2019, les bananiers du système de culture CO (Ref) ont été productifs rapidement (cf premier graphique) mais les régimes étaient plus légers.

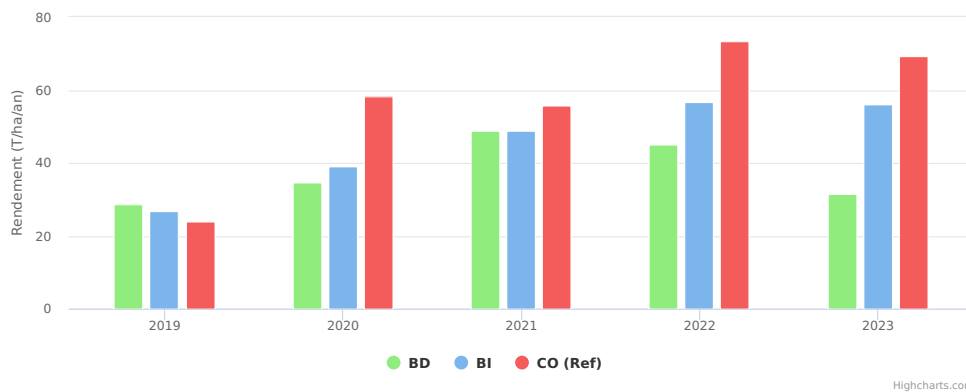
Poids moyen d'un régime



Sur le graphique ci-dessous, le rendement annuel a ensuite été calculé pour atteindre une densité de plantation de 1800 pieds/ha, avec 10% de pertes au champ puis 10% de pertes au hangar. Sur BD, le rendement est calculé sur une base de 1200 pieds/ha, la projection sur 1800 pieds/ha est également spécifiée. Ces pourcentages prennent en compte les pertes avant floraison (chute du pied-mère, variants...), après la floraison (chute) et ensuite les écarts de tri (problème de qualité, de calibre...).

Rendements annuels

Pour les trois modalités



En moyenne, sur les 5 années, le système de culture de référence a produit 23% de plus que le système Bio-Intensif et 55% de plus que le système Bio-Diversifié.

#### Indice de Fréquence de Traitement (IFT)

##### 1) Insecticides et nématicides

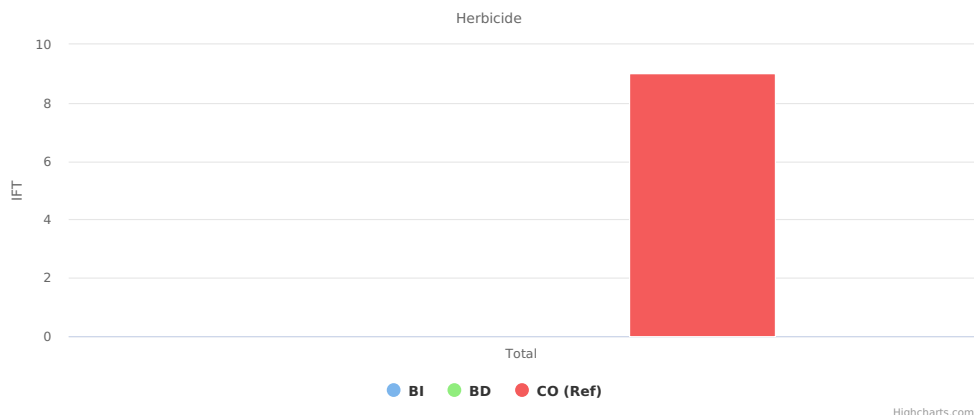
Les avancées scientifiques des dernières années ont déjà permis de trouver des alternatives aux produits phytosanitaires pour lutter contre les ravageurs telluriques (nématodes et charançons). Pour les nématodes, la mise en place de jachère et l'utilisation de matériel végétal sain à la plantation (vitroplants) permettent d'assainir la parcelle et d'éviter la contamination à la plantation. Des populations peuvent cependant se développer pendant les cycles de production, via l'apport d'individus par l'eau d'irrigation ou le passage des personnes travaillant sur la parcelle. Those ways of contamination can't be avoided, mais sont minimales et un monitoring par l'analyse de racines est mis en place pour surveiller l'évolution des populations éventuelles. Sur les trois modalités, il n'y a pas eu de développement de populations observées. Pour les charançons, des pièges à phéromones sont mis en place et permettent une régulation des populations.

Sur les trois parcelles, il n'y a donc eu aucun traitement nématicide ou insecticide.

##### 2) Herbicides

Afin de respecter le cahier des charges de l'agriculture biologique, il n'y a pas d'utilisation d'herbicide sur les parcelles BI et BD. L'enherbement est géré mécaniquement, à la débroussailluse. Sur CO, un traitement est effectué par semestre. En 2019, seul un traitement a été effectué, la plantation ayant eu lieu en avril. Le graphique ci-dessous montre l'IFT global sur l'ensemble des systèmes (2019-2023).

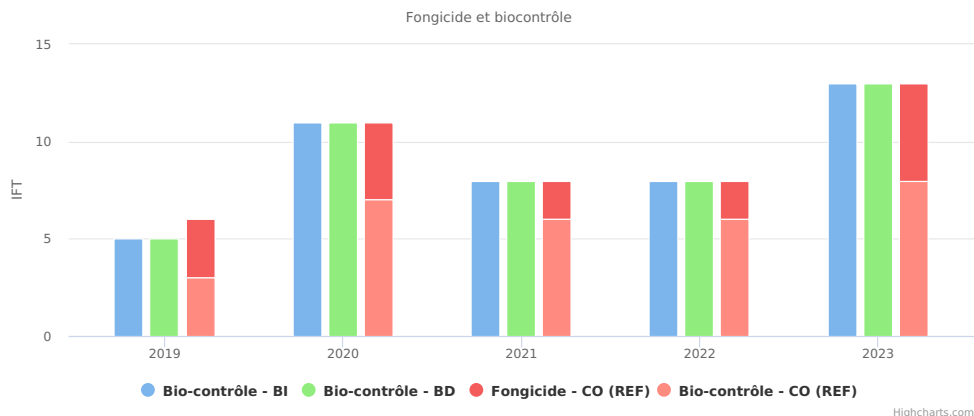
Indice de fréquence de traitement



3) Fongicides

Afin de respecter le cahier des charges de l'agriculture biologique, il n'y a pas d'utilisation de fongicides sur les parcelles BI et BD. La cercosporiose noire, principale maladie fongique du bananier est gérée mécaniquement et avec l'utilisation de produits de biocontrôles, à base de *Bacillus subtilis* souche GST 713 et d'huile paraffinique. Les molécules actives des fongicides utilisés sont le difénoconazole, la trifloxystrobine et le fluopyram. Afin de réduire le nombre de pulvérisations, un effeuillage est effectué toutes les semaines. Cette opération consiste à couper les feuilles nécrosées afin de ralentir la propagation de la maladie aux feuilles saines. De plus, un monitoring hebdomadaire de l'état d'évolution de la maladie sur les parcelles permet de déclencher les traitements au moment le plus opportun.

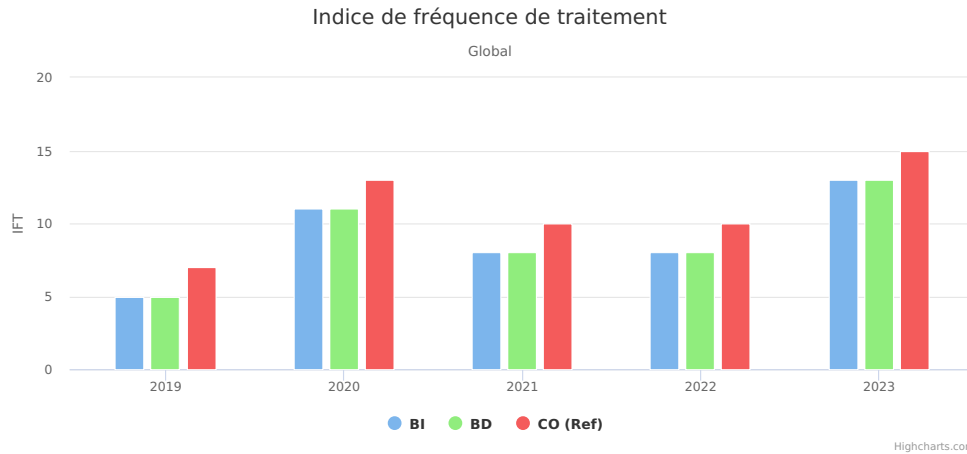
Indice de fréquence de traitement



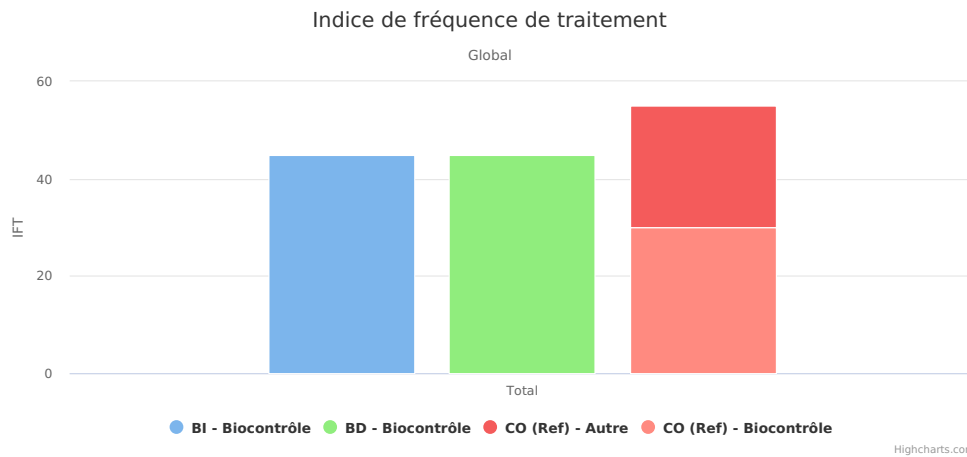
En 2019, l'IFT est plus faible, conséquence de la date de plantation (avril). Le contexte, notamment sanitaire en 2021 et en 2022 a également impacté le nombre de passages.

4) IFT global

Les systèmes de culture BI et BD permettent donc de produire tout en réduisant la fréquence des traitements et surtout l'utilisation de produits phytosanitaires autres que les produits de biocontrôle.



Sur l'ensemble du système (2019-2023), on observe donc une réduction de l'IFT de 18%, et de 100% de l'IFT hors biocontrôle.



Il est donc possible de produire des bananes en agriculture biologique, mais cela demande une bonne organisation afin gérer au mieux les opérations culturales permettant la réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires (effeuillage, débroussaillage...).

## Evaluation multicritère

### Evaluation multicritère des systèmes BI et BD

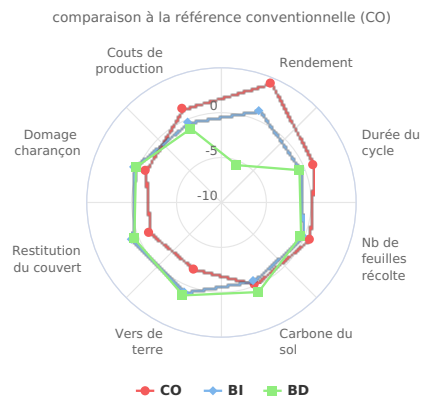


Figure 1 : Graphique en toile d'araignée montrant l'évaluation multicritère des 2 systèmes étudiés en comparaison de la référence conventionnelle. Comme l'intérêt réside principalement dans les différences relatives entre les systèmes, l'échelle de l'axe n'est pas indiquée sur le graphique. Uniquement les valeurs moyennes sur les 3 premiers cycles de production sont représentées.

### Zoom sur les vers de terre ▲

Created with Highcharts 10.2.1g/m<sup>2</sup>Biomasse de vers de terreMoyenne des 3 parcelles étudiées pour chaque système (n=3)BDBICOJan '19Jul '19Jan '20Jul '20Jan '21Jul '21Jan '22Jul '2201020304050Highcharts.com

Figure 4 : Biomasse moyenne de vers de terre mesurée à 7 dates différentes durant le projet. Chaque point représente la moyenne des 3 parcelles étudiées pour chaque système et chaque parcelle a été échantillonnée 3 fois, ce qui donne un nombre total de répétition par système et par date de n-

La biomasse moyenne de vers de terre était plus élevée dans les systèmes AB comparativement au système de référence conventionnel. En moyenne sur l'ensemble des 7 dates d'échantillonnage, le système BI avait une biomasse de vers de terre 2.6 fois plus élevée que le système conventionnel. Ces différences sont attribuées au moindre travail du sol effectué en début de vie des systèmes AB et par la suite aux apports de matière organiques plus importants.

---

### Transfert en exploitations agricoles ▲

Au cours des 5 années du projet, des agriculteurs sont régulièrement venus visiter l'essai BANABIO. Ces visites ont donné lieu à de nombreux échanges et interactions.

Une newsletters est éditée tous les 6 à 8 mois et envoyée aux agriculteurs et aux institutionnels (les newsletter peuvent être téléchargées en bas de page).

Tous les ans une classe de BTS vient visiter l'essai pendant une matinée et les résultats de cette expérimentation sont diffusés à ces étudiants, qui deviendront les producteurs de demain !

---

## Pistes d'amélioration, enseignements et perspectives

### *Amélioration*

Le type de plantation (rangs simples ou doubles...) pourrait être adapté en fonction du mode de gestion de l'enherbement utilisé par l'agriculteur.

### *Enseignements*

Il est possible de produire des bananes en suivant le cahier des charges de l'agriculture biologique. Cependant, celui-ci nécessite une bonne organisation et une bonne gestion afin de réaliser les différentes opérations au bon moment : effeuillage, débroussaillage, utilisation de produits de biocontrôle. De plus, ces opérations culturales engendrent des coûts supplémentaires, pour des rendements tout de même inférieurs comparés à ceux du système conventionnel.

### *Perspectives*

Des recherches supplémentaires pourraient être effectuées afin de mieux comprendre les raisons des pertes de rendements, en étudiant par exemple les impacts des différents types de fertilisation (minérale ou organique).

L'étude des services écosystémiques rendus par le couvert végétal et la biodiversité du sol pourrait également être approfondie.

### Productions associées à ce système de culture



[BANABIO - Lettre d'information n°8 mai 2023](#)



[Banabio - La lettre d'information n°7 Juin 2022](#)



[Poster Banane bio \\_BANABIO](#)



[Présentation webinaire DEPHY EXPE projet BANABIO - Renforcer la biodiversité fonctionnelle en systèmes agroécologiques](#)

[BANABIO\\_INFO\\_N°6\\_mai2021.pdf](#)



[Banabio - La lettre d'information n°4 Mars 2020](#)



[Banabio - La lettre d'information n°3 Sept 2019](#)

[BANABIO\\_INFO\\_N°4\\_Mars2020.pdf](#)

[BANABIO\\_INFO\\_N°5\\_Oct2020-compressed.pdf](#)



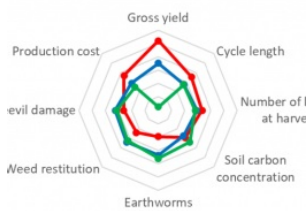
[Banabio - Lettre d'information n°1 Octobre 2018](#)



[Banabio - Lettre d'information n°2 Mars 2019](#)



[Présentation BANABIO - Evaluation de systèmes de culture innovants de BANAnE BIOlogique](#)



[Multidisciplinary assessment of two organic banana production systems in Martinique.pdf](#)

### Productions scientifique

- Produire de la banane AB en zone tropicale humide : retour d'expérience sur le projet BANABIO. Coulis Mathieu. 2023. , Résumé, 1 p. Webinaire DEPHY EXPE Renforcer la biodiversité fonctionnelle en systèmes agroécologiques, 4 Mai 2023/4 Mai 2023. <https://www.youtube.com/watch?v=wtO5Rk0EHsk>
- Multidisciplinary assessment of two organic banana production systems in Martinique. Coulis Mathieu, Sauvadet Marie, Falk Anaïs, Prochasson Alice, Tsoukas Lucas, Gervais Laurent, Normand Loïc, Rosalie Elisabeth, Achard Raphaël, Monsoreau Loïc, Telle Nelly, Mauriol Christiane, Birba Olivier, Ornem Georges, Alier Maurice, Marville Eliane, Daribo Marie Odette, Sainte-Rose Jérôme Laurent, Dural David, Vincent Katharine, Vilna T., Hery M., Gibert Simon, De Lapeyre de Bellaire Luc, Guillermet Claire. 2023. In : Proceedings of the XII International Symposium on Banana: Celebrating Banana Organic Production. Ocimati W. (ed.), Lescot T. (ed.), Lehrer K. (ed.). ISHS. Louvain : ISHS, 35-45. (Acta Horticulturae, 1367) ISBN 978-94-6261-366-9 International Horticultural Congress (IHC 2022): International Symposium on Banana: Celebrating Banana Organic Production. 31, Angers, France, 14 Août 2022/20 Août 2022. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2023.1367.4>
- Contamination du réseau trophique du sol par la chlordécone d'un agroécosystème bananier de Martinique. Coulis Mathieu, Senecal Gael, Devriendt-Renault Yoann, Parinet Julien, Guérin Thierry, Pak Lai-Ting. 2023. . Fort de France : s.n., Résumé, 2 p. Chlordécone, la recherche menée in situ - points forts, difficultés et perspectives, Fort-de-France, Martinique, 15 Novembre 2023/16 Novembre 2023. <https://agritrop.cirad.fr/607731/>
- Évaluation de la fourniture de services écosystémiques dans des systèmes bananiers innovants conduits en Agriculture Biologique. Costes Sarah. 2022. Angers : Agrocampus Ouest, 105 p. Mémoire de fin d'études : Horticulture. Protection des plantes et environnement (PPEH) : Agrocampus Ouest. <https://agritrop.cirad.fr/602586/>
- Impact de l'introduction de légumineuses ligneuses sur l'apport d'azote fixé d'origine symbiotique au sein des systèmes bananiers. Coulis Mathieu, Sauvadet Marie, Prochasson Alice, Julan Coralie, Vincent Bryan, Bâ Amadou, Galiana Antoine. 2022. In : Fixation biologique de l'azote et biofertilisation : des outils agro-écologiques pour le développement durable et la sécurité alimentaire dans le contexte du changement climatique. Dakar : ISRA, Résumé, 1 p. Congrès de l'Association Africaine pour la Fixation Biologique de l'Azote. 19, Dakar, Sénégal, 29 Novembre 2022/2 Décembre 2022. <https://agritrop.cirad.fr/606228/>
- Assessing legume tree and shrub impacts on nitrogen cycling in banana cropping systems. Galiana Antoine, Sauvadet Marie, Prochasson Alice, Coulis Mathieu. 2022. In : En transition vers un monde viable. Québec : Université de Laval-IUAF-ICRAF, Résumé, 1 p. Congrès mondial d'agroforesterie. 5, Québec, Canada, 17 Juillet 2022/20 Juillet 2022. <https://agritrop.cirad.fr/601932/>
- Diversité et partage des communautés mycorhiziennes au sein de bananeraies soumises à différentes pratiques agronomiques en Martinique. Julan Coralie, Vincent Bryan, Coulis Mathieu, Hannibal Laure, Bâ Amadou, Galiana Antoine. 2022. In : Fixation biologique de l'azote et biofertilisation : des outils agro-écologiques pour le développement durable et la sécurité alimentaire dans le contexte du changement climatique. Dakar : ISRA, Résumé, 1 p. Congrès de l'Association Africaine pour la Fixation Biologique de l'Azote. 19, Dakar, Sénégal, 29 Novembre 2022/2 Décembre 2022. <https://agritrop.cirad.fr/606229/>
- Dynamique spatiale et temporelle du glyphosate et de la chlordécone dans le sol (matrice minérale et compartiment biologique) d'un agrosystème bananier. Senecal Julie. 2022. Rouen : Université de Rouen Normandie, 31 p. Mémoire de master 2 : Gestion de l'environnement : Université de Rouen Normandie. <https://agritrop.cirad.fr/607730/>
- Isotopes Don't Lie, differentiating organic from conventional banana (Musa AAA, Cavendish subgroup) fruits using C and N stable isotopes. Tixier Philippe, Loeillet Denis, Coulis Mathieu, Lescot Thierry, De Lapeyre de Bellaire Luc. 2022. *Food Chemistry*, 394:133491 : 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.133491>

## Contact



**Claire-Marie ROHÉ**

Pilote d'expérimentation - CIRAD

✉ [claire-marie.rohe@cirad.fr](mailto:claire-marie.rohe@cirad.fr)

☎ 0596423073