

# Monitoring de résistance aux fongicides chez *Mycosphaerella fijiensis*, agent de la cercosporiose du bananier, dans les plantations de banane de la Côte d'Ivoire

L. de Lapeyre de Bellaire, Cirad, UR Geco, Montpellier, France

C. Pages, L. Planel, Cirad, UMR PHIM, Montpellier, France

Ce rapport a été élaboré dans le cadre d'une expertise à la demande du FIRCA

Référence à citer :

de Lapeyre de Bellaire L., Pages C., Planel L. 2023. Monitoring de résistance aux fongicides chez *Mycosphaerella fijiensis*, agent de la cercosporiose du bananier, dans les plantations de banane de la Côte d'Ivoire. Etude réalisée auprès du FIRCA. Contrat N° 3407/FIRCA/CIRAD/FILIERE BANANE/RE/2022. Montpellier (France), CIRAD, 39 p.

© Cirad, Persyst/ Geco / Montpellier, 2023.

# SOMMAIRE

---

I. Introduction .....	5
II. Méthodologie.....	5
1. Prélèvement des échantillons foliaires .....	6
1.1. Sites de prélèvement à SCB (9 plantations) .....	7
1.2. Sites de prélèvement à SAKJ (3 plantations).....	8
1.3. Sites de prélèvement à Eglin (3 plantations).....	9
1.4. Sites de prélèvement à Banaci et Bacibam (4 plantations) .....	11
1.5. Site de prélèvement à SIAPA (1 plantation).....	11
2. Constitution des populations de champignon par clonage de conidies.....	12
2. Réalisation des tests de croissance mycélienne .....	12
2.1. Fongicides testés.....	12
2.2. Interpretation des lectures .....	13
2.2.1. Sensibilité aux Benzimidazoles (MBC) .....	13
2.2.2. Sensibilité aux strobilurines (QoI) .....	14
2.2.3. Sensibilité aux triazoles (DMI) .....	14
III. Résultats .....	15
1. Résultats pour la SCB .....	15
1.1. Sensibilité aux benzimidazoles (MBC).....	15
1.2. Sensibilité aux strobilurines .....	16
1.3. Sensibilité aux triazoles .....	16
Sensibilité au propiconazole .....	16
Sensibilité au difénoconazole .....	17
1.4. Synthèse sur les plantations de la SCB .....	21
2. Résultats pour les plantations Eglin.....	21
2.1. Sensibilité aux benzimidazoles .....	21

2.2.	Sensibilité aux strobilurines .....	22
2.3.	Sensibilité aux triazoles .....	22
	Sensibilité au propiconazole .....	22
	Sensibilité au difénoconazole .....	22
2.4.	Synthese sur les plantations Eglin .....	24
3.	Résultats pour les plantations SAKJ .....	25
3.1.	Sensibilité aux benzimidazoles .....	25
3.2.	Sensibilité aux strobilurines .....	25
3.3.	Sensibilité aux triazoles .....	26
	Sensibilité au propiconazole .....	26
	Sensibilité au difénoconazole .....	26
3.4.	Synthese sur les plantations de SAKJ .....	28
4.	Résultats pour les plantations de Banaci .....	28
4.1.	Sensibilité aux benzimidazoles .....	28
4.2.	Sensibilité aux strobilurines .....	29
4.3.	Sensibilité aux triazoles .....	29
	Sensibilité au propiconazole .....	29
	Sensibilité au difénoconazole .....	29
4.4.	Synthese sur les plantations de Banaci .....	31
5.	Résultats pour les plantations de Bacibam .....	31
5.1.	Sensibilité aux benzimidazoles .....	31
5.2.	Sensibilité aux strobilurines .....	32
5.3.	Sensibilité aux triazoles .....	32
	Sensibilité au propiconazole .....	32
	Sensibilité au difénoconazole .....	32
5.4.	Synthese sur les plantations de Bacibam .....	34
6.	Résultats pour la plantation SIAPA .....	34
6.1.	Sensibilité aux benzimidazoles .....	34
6.2.	Sensibilité aux strobilurines .....	35

6.3. Sensibilité aux triazoles .....	35
Sensibilité au propiconazole .....	35
Sensibilité au difénoconazole .....	35
6.4. Synthèse sur les plantations de SIAPA.....	36
IV. Conclusions et recommandations .....	37

# I. INTRODUCTION

La cercosporiose noire, provoquée par le champignon *Mycosphaerella fijiensis*, est une des principales contraintes parasitaires dans les plantations agro-industrielles de banane dessert. *Mycosphaerella fijiensis* a été décrit pour la première fois en Côte d'Ivoire en 1985. Après quelques années, l'ensemble de la bananeraie ivoirienne a été affectée par ce pathogène qui a progressivement remplacé *M. musicola*. Un système de lutte raisonnée par avertissement a été mis en place en Côte d'Ivoire afin de contrôler efficacement cette maladie tout en diminuant le nombre de traitements fongicides au minimum nécessaire (réduction des coûts, des nuisances environnementales, des risques d'apparition de souches résistantes).

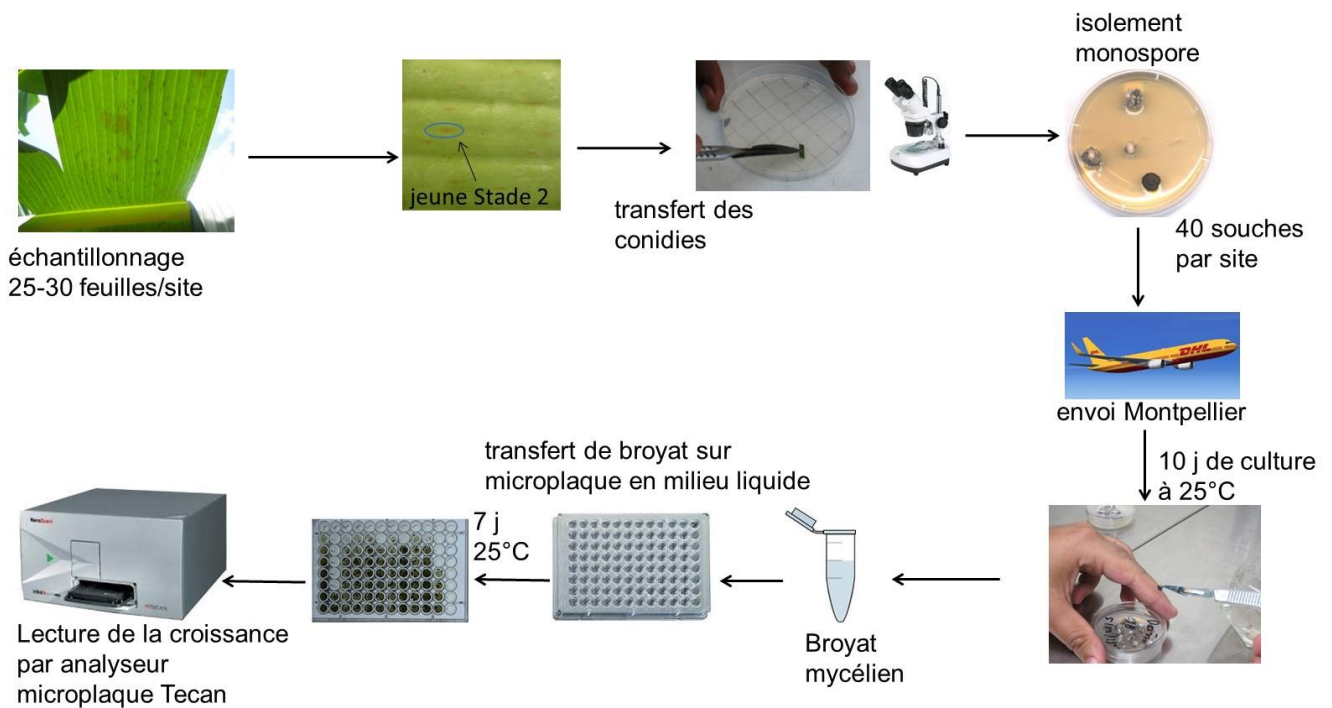
Les stratégies de lutte raisonnée par avertissement reposent fortement sur l'emploi de fongicides systémiques qui ont un fort effet curatif. Contrairement aux fongicides de contact (qui n'ont pas d'effet curatif), ces fongicides ont un mode d'action unisite et leur efficacité peut être altérée par le développement de souches résistantes. Le suivi périodique du niveau de sensibilité des souches aux différents fongicides (ou *monitoring*) est indispensable pour déterminer si les résistances éventuellement observées sont à l'origine de pertes d'efficacité au champ. Ces analyses permettent d'orienter les choix des fongicides dans les stratégies de lutte raisonnée, et éventuellement à déterminer les limites de leur mise en œuvre, dans le cas où les résistances sont généralisées à tous les groupes de fongicides.

La résistance aux fongicides à mode d'action unisite est très répandue chez les champignons pathogènes. Parmi les facteurs qui augmentent les risques d'apparition de souches résistantes, on peut signaler : le mode d'action (les risques sont très élevés dans certains groupes), l'application des fongicides sur des populations de grande taille (forte présence d'inoculum), une fréquence élevée d'utilisation de ces fongicides, des mauvaises pratiques d'utilisation des fongicides (sous-dosages, mauvaise qualité d'application et de préparation des bouillies).

Au cours des années antérieures les stratégies de traitement ont évolué sensiblement en Côte d'Ivoire du fait de l'apparition de souches résistantes ce qui a conduit à une augmentation du nombre de traitements et à l'emploi de fongicides de contact dans certaines plantations. Le FIRCA a déjà organisé par le passé différentes campagnes de monitoring réalisées par le CNRA ou la SCB. En 2022 le FIRCA a confié au Cirad la réalisation du monitoring de résistance. Ce rapport présente les résultats de cette étude réalisée en 2022 pour l'évaluation du niveau de sensibilité des populations pathogènes vis-à-vis des produits de la famille des triazoles (propiconazole, difénoconazole), des benzimidazoles (thiabendazole), et des strobilurines (azoxystrobine). A la demande du FIRCA cette étude a été réalisée sur 20 plantations appartenant aux différentes compagnies présentes en Côte d'Ivoire : SCB, Eglin, SAKJ, Banaci, Bacibam et SIAPA. Les résultats de cette étude serviront de support pour la réorientation des stratégies de traitement dans ces différentes plantations.

# II. METHODOLOGIE

La méthodologie s'est déroulée en deux étapes : i) constitution de populations de souches réalisées en Côte d'Ivoire par la SCB et ii) analyse des différentes populations du champignon sur les différents fongicides réalisés à Montpellier dans le laboratoire du Cirad.



**Figure 1. Différentes étapes pour le monitoring de résistances**

## 1. Prélèvement des échantillons foliaires

Le monitoring de résistance a été réalisé à partir d'échantillons foliaires prélevés dans 20 plantations afin de constituer 20 échantillons à analyser chacun étant constitué d'une population de 20 souches du champignon :

- SCB : 9 échantillons
- Eglin : 3 échantillons
- SAKJ : 3 échantillons
- Banaci et Bacibam : 4 échantillons
- SIAPA : 1 échantillon

Les échantillons prélevés au champ étaient des fragments de limbe (15x20 cm, Figure 2) portant des lésions de stades 2 et 3. Sur chaque parcelle, 25 à 30 bananiers ont été échantillonnés. Cette étape de prélèvement a été réalisée par la SCB en interaction avec les différentes compagnies. Le choix des parcelles de prélèvement a été focalisé sur des parcelles pour lesquelles il y avait une historique connue afin de mieux appréhender l'évolution temporelle du champignon.



Figure 2. Type d'échantillon foliaire prélevé au champ

### 1.1. SITES DE PRELEVEMENT A SCB (9 PLANTATIONS)

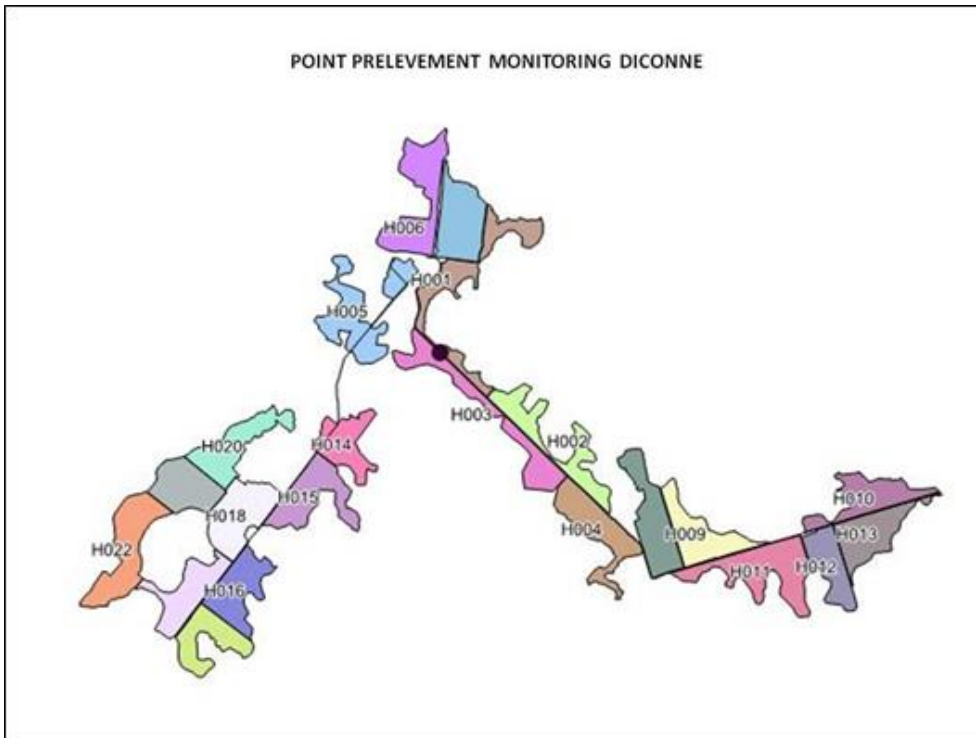
9 échantillons ont été réalisés sur les sites suivants:

- \* Fleuve (parcelle FP4C2)
- \* Sindressou (parcelle SIND2P50)
- \* Broukro (parcelle C6)
- \* Tiassalé (parcelle TP15C4)
- \* Brimbo (parcelle E3)
- \* Spadi (parcelle P10)
- \* Bananord (parcelle C3P07)
- \* Banasud (parcelle T3P02)
- \* Niekya (parcelle Agb107)

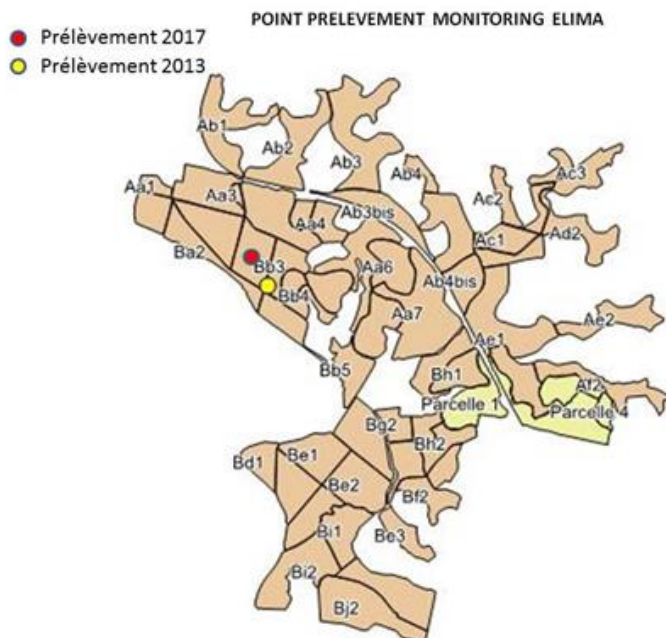
## 1.2. SITES DE PRELEVEMENT A SAKJ (3 PLANTATIONS)

3 échantillons ont été réalisés sur les sites suivants:

\* Plantation Diconne : prélèvements dans la sous-parcelle 1B2 de la parcelle H003

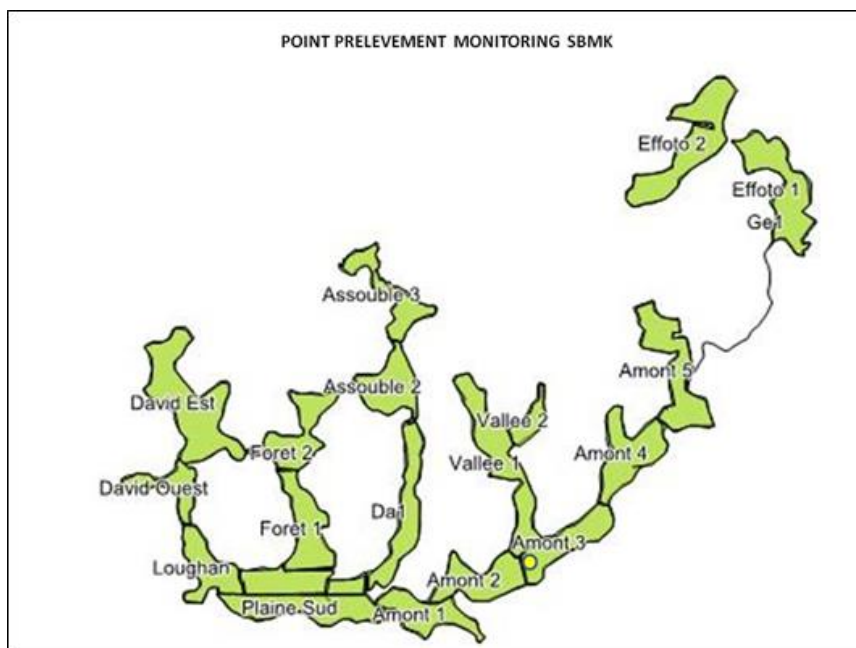


\* Plantation Elima : prélèvements dans la sous-parcelle BB2 de la parcelle B002





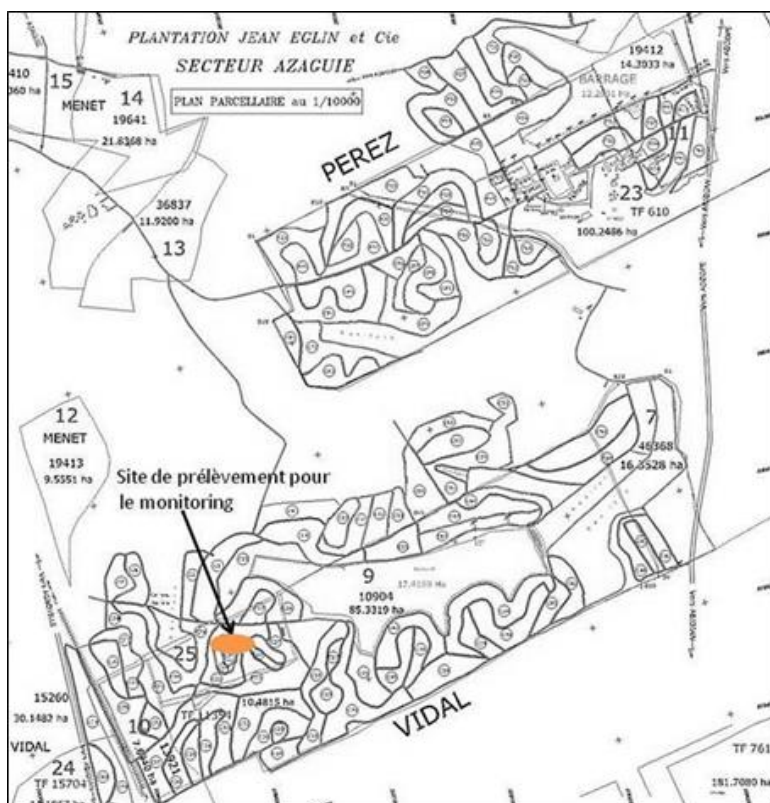
\* Plantation SBMK : prélèvements dans la parcelle EA3



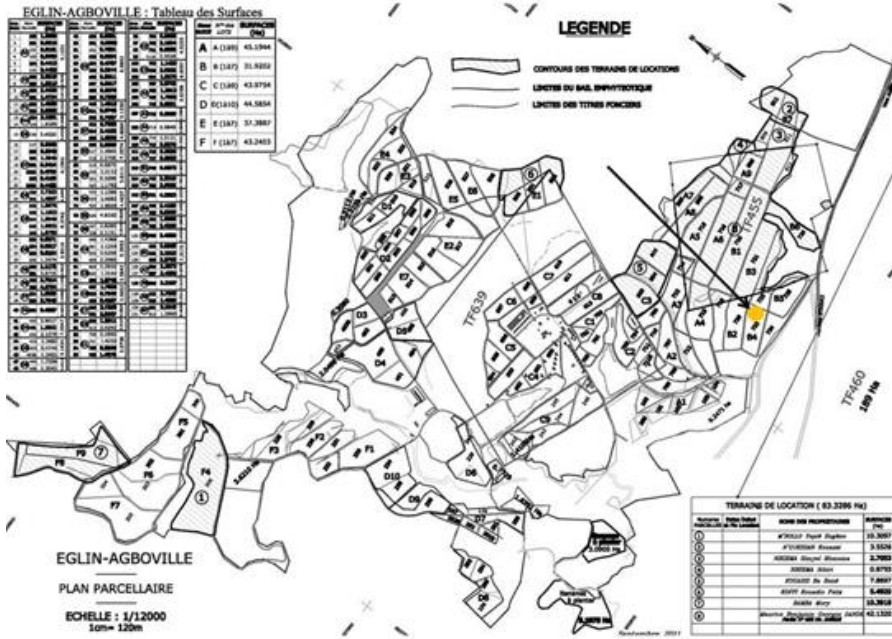
### 1.3. SITES DE PRELEVEMENT A EGLIN (3 PLANTATIONS)

3 échantillons ont été prélevés sur les sites suivants :

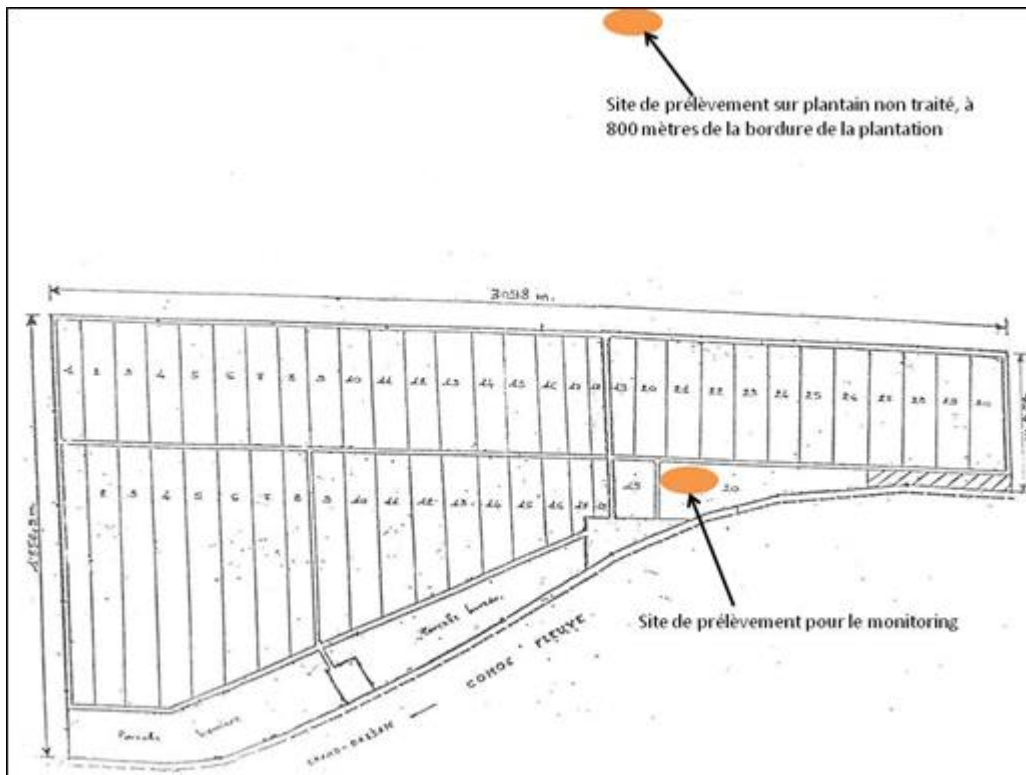
\* Plantation Azagüé : prélèvements sur la parcelle V24 dans le bloc Vidal



\* Plantation Agboville : prélèvements sur la parcelle B4 dans le bloc B



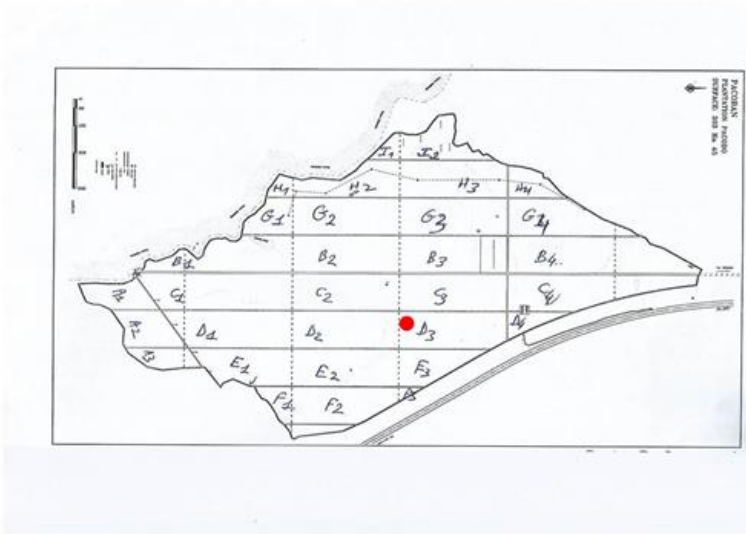
\* Plantation Motobe : prélèvements sur la parcelle 20



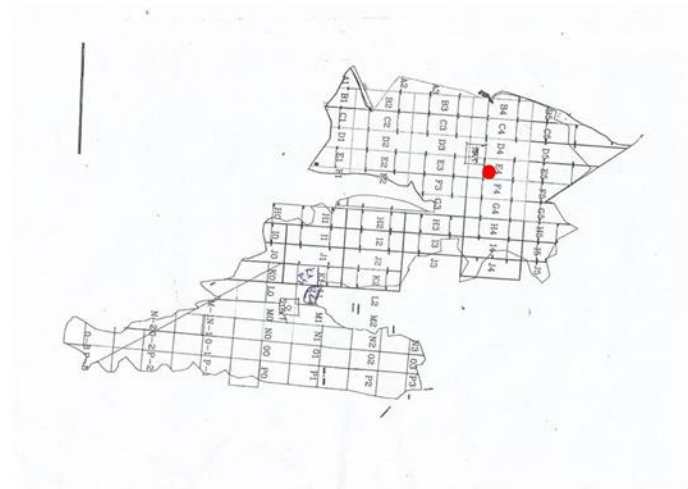
## 1.4. SITES DE PRELEVEMENT A BANACI ET BACIBAM (4 PLANTATIONS)

4 échantillons ont été prélevés sur les sites suivants :

\* Plantation Pacobo : prélèvements sur la parcelle D3



\* Plantation Ahondo: prélèvements sur la parcelle E4



\* Plantation Tiabam : parcelle G4

\* Plantation Cofibam à Yamoussoukro : parcelle D8

## 1.5. SITE DE PRELEVEMENT A SIAPA (1 PLANTATION)

\* prélèvement réalisé sur le carré C de la plantation

## 2. Constitution des populations de champignon par clonage de conidies

Cette étape s'est déroulée en Côte d'Ivoire. A partir de ces limbes de feuilles, des isollements mono-conidies ont été réalisés après étalement de lésions directement sur de l'agar (figure 1). Pour une lésion, une seule souche a été conservée dans la population finale (lors des isollements 3-8 conidies sont isolées par lésion car il y a des risques de contaminations fongiques ou bactériennes). En effet, on considère que toutes les conidies d'une même lésion sont identiques et **il ne faut donc pas dupliquer une même lésion dans la population analysée. Une population de 40 souches minimum a ainsi été constituée à partir de 40 lésions différentes** (dans la mesure du possible on a récolté au maximum deux lésions différentes par feuille pour répartir la population analysée sur toute la parcelle échantillonnée). Les souches isolées ont été ensuite expédiées à Montpellier.

## 2. Réalisation des tests de croissance mycélienne

La méthode d'analyse repose sur des tests de croissance mycélienne en milieu liquide (ajout d'un broyat mycélien calibré) amendé ou non avec une gamme croissante de fongicides. Les souches ont été cultivées 10 jours à 25°C puis un fragment de colonie a été récupéré et transféré dans un microtube avec 1 ml d'eau distillée stérile avec des billes afin de procéder au broyage du mycélium. Un volume calibré de broyat mycélien a alors été transféré dans un milieu liquide amendé ou non avec différentes concentrations de fongicides. Les cultures du champignon sont réalisées pendant 7 j à 25°C dans des plaques de 96 puits et la croissance mycélienne est évaluée par spectrométrie (20 points de lecture par puits). La mesure de densité optique renseigne alors sur le niveau de croissance du champignon en présence du fongicide (plus la densité optique est importante, plus la croissance est importante). La C150 mesurée correspond à la concentration de fongicide pour laquelle la densité optique est réduite de 50% (0% correspondant à un milieu sans broyat mycélien et sans fongicide, et 100% à un milieu avec broyat mycélien sans fongicide). Dans une plaque 10 souches sont analysées et la plaque comporte toujours une souche de référence sensible à tous les fongicides qui permettra de valider le test.

### 2.1. FONGICIDES TESTES

Trois familles chimiques de fongicides ont été étudiées :

- les inhibiteurs de stérols du groupe 1 (DMI) ou triazoles

Ces fongicides sont un de piliers de la lutte actuelle car ce sont ceux qui ont l'effet curatif le plus important. Les DMI inhibent la biosynthèse de l'ergostérol, qui est un des composants essentiels des membranes fongiques. Les fongicides de ce groupe inhibent une 14- $\alpha$  déméthylase dans la voie de biosynthèse de l'ergostérol. **Le risque d'apparition de souches résistantes avec cette classe de fongicides est de 2 sur une échelle de 0 à 4.**

Pour les triazoles deux matières actives ont été évaluées (propiconazole et difénoconazole), et la gamme de concentration testée a été : 0.004 ; 0.016 ; 0.04 ; 0.1 ; 0.64 ; 2.56 ; 10.24 ppm.

- les inhibiteurs de la respiration quinone (QoI) ou strobilurines

Les QoI sont des inhibiteurs de la respiration mitochondriale qui agissent comme inhibiteurs du site d'oxydation du coenzyme Q situé sur la face externe du cytochrome b. **Le risque d'apparition de souches résistantes avec cette classe de fongicides est de 4 sur une échelle de 0 à 4.**

Pour les strobilurines, la matière active testée est l'azoxystrobine sur la gamme de concentration suivante : 0.01 ; 0.03 ; 0.1 ; 1 ; 3 ; 10 ; 100 ppm

- les antimétophotiques ou benzimidazoles

Ces fongicides inhibent les divisions mitotiques en empêchant la polymérisation des tubulines qui permettent la constitution du fuseau achromatique sur lequel migrent les chromosomes lors des divisions cellulaires. **Le risque d'apparition de souches résistantes avec cette classe de fongicides est de 3 sur une échelle de 0 à 4.**

Pour les benzimidazoles, la matière active testée est le thiabendazole sur la gamme de concentration suivante : 0.1 ; 1 ; 100 ppm

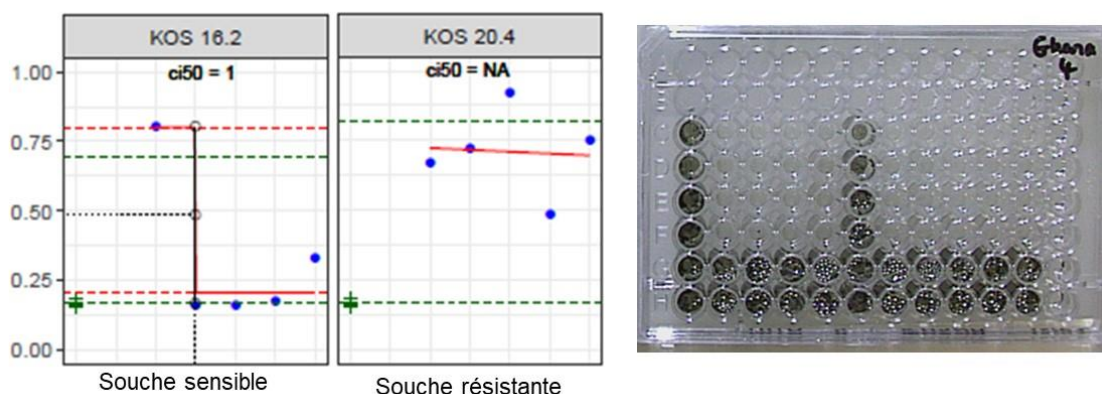
## 2.2. INTERPRÉTATION DES LECTURES

Les résultats de chaque population testée sont toujours comparés à une population de référence (baseline) qui n'a jamais été exposée aux fongicides et dans laquelle tous les individus sont sensibles à tous les fongicides.

### 2.2.1. Sensibilité aux Benzimidazoles (MBC)

Avec ce type de fongicide, et avec la méthode d'évaluation de la résistance utilisée, les souches résistantes sont caractérisées par une croissance continue sur toute la gamme de concentration utilisée : la résistance est totale, quelle que soit la dose de fongicide testée. Chaque souche testée est donc considérée comme sensible ou résistante et on va calculer le % de souches résistantes dans la population analysée.

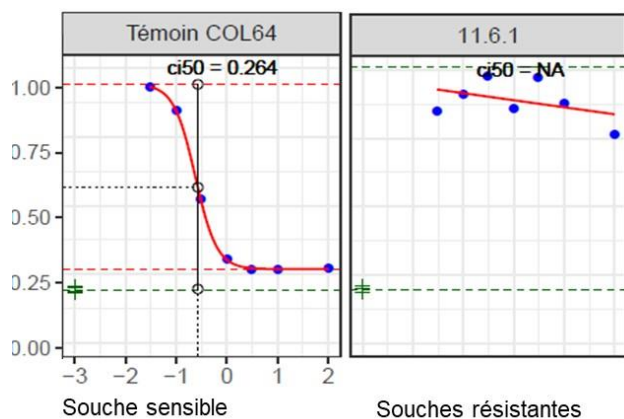
Gamme de concentrations testée : 0 / 0,1 / 1 / 10 / 100 / 1000 ppm



Exemple de résultats pour les benzimidazoles

## 2.2.2. Sensibilité aux strobilurines (QoI)

Avec ce type de fongicide, et avec la méthode d'évaluation de la résistance utilisée, les souches résistantes sont caractérisées par une croissance continue sur toute la gamme de concentration utilisée : la résistance est totale, quelle que soit la dose de fongicide testée. Chaque souche testée est donc considérée comme sensible ou résistante et on va calculer le % de souches résistantes dans la population analysée.



Exemple de résultat pour les strobilurines

## 2.2.3. Sensibilité aux triazoles (DMI)

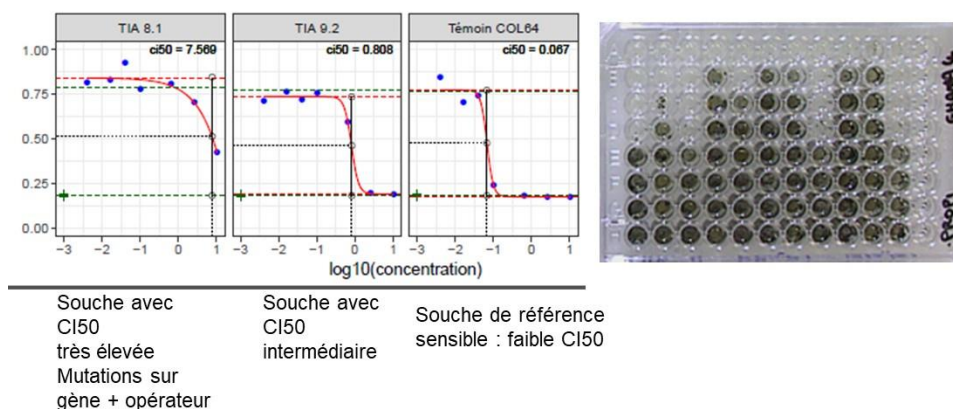
Dans les populations sensibles n'ayant jamais été exposées (Baseline), les valeurs de CI50 ne sont jamais supérieures à 0,1 ppm pour le propiconazole (Moyenne 0.044 ppm). Pour le difénoconazole, la CI50 n'est jamais supérieure à 0.05 ppm (moyenne 0.021 ppm). Ces résultats sont cohérents avec ce qui a été décrit dans d'autres zones de production.

Pour évaluer la déviation de sensibilité on regardera particulièrement :

- La valeur moyenne de la population comparée à la baseline et le rapport 'CI50 moyenne plantation/CI50 Baseline' qui déterminera un facteur de résistance moyen dans la population
- Le % de souches présentes dans des classes de CI50 non présentes dans la baseline (exemple > 0.2 ppm pour le propiconazole et > 0,1 ppm pour le difénoconazole)
- La disjonction des courbes de répartition des effectifs dans les classes de CI50 par rapport à la baseline, car plus la courbe de la population analysée sera éloignée de celle de la baseline Martinique, plus la déviation de sensibilité sera forte.

Enfin, compte tenu des connaissances sur les mécanismes de résistance à ce groupe de fongicides on peut considérer qu'une valeur de **CI50 supérieure à 1 traduit la présence de diverses mutations conférant au champignon une perte de sensibilité** certaine à ce groupe de fongicide.

Mesure de la CI50 des triazoles



Exemple de résultats avec les triazoles

# III. RESULTATS

Tous les résultats seront présentés par plantation et seront également comparés aux résultats de d'années antérieures, quand cela été possible, pour mesurer l'évolution des populations entre ces deux dates.

## 1. Résultats pour la SCB

### 1.1. SENSIBILITE AUX BENZIMIDAZOLES (MBC)

La proportion de souches résistantes aux benzimidazoles est nulle à faible sur les 9 populations analysées (Tableau 1). Cette proportion a globalement diminué par rapport à 2019, notamment à Spadi et Banasud.

Thiabendazole	2019	2022
Brimbo	0	0
Bananord		3
Banasud	25	7
Broukro	3	0
Fleuve	3	0
Sindressou	3	3
Spadi	13	0
Tiassalé	0	0
Niéky	0	0
Baseline	0	0

Tableau 1. Pourcentage de souches résistantes au thiabendazole pour la SCB en 2019 et 2022

Ces résultats montrent que l'emploi de benzimidazoles peut globalement se faire dans toutes plantations et de manière plus modérée là où un faible pourcentage de résistances a été observé (Bananord, Banasud et Sindressou).

## 1.2. SENSIBILITE AUX STROBILURINES

Les résultats obtenus au cours de ce monitoring (tableau 2) montrent que la proportion de souches résistantes à ce groupe de fongicides est importante dans toutes les plantations à l'exception de Bananord et Banasud. La situation s'est fortement dégradée sur la plupart des plantations en 3 ans car il n'avait pas été observé de souches résistantes en 2019 sur la plupart des sites.

Azoxystrobine	2019	2022
Brimbo	0	28
Bananord		0
Banasud	6	0
Broukro	28 ?	9
Fleuve	0	23
Sindressou	0	35
Spadi	0	38
Tiassalé	0	47
Niéky	22	53
Baseline	0	0

Tableau 2. Récapitulatif des résultats obtenus avec l'azoxystrobine pour la SCB en 2019 et 2022

Ces résultats montrent que l'emploi de strobilurines doit être suspendu sur tous les sites en dehors de Bananord et Banasud.

## 1.3. SENSIBILITE AUX TRIAZOLES

### Sensibilité au propiconazole

Les résultats du tableau 3 montrent que **les populations isolées sur les plantations de la SCB présentent une forte déviation de sensibilité au propiconazole** en comparaison avec des populations non traitées. En effet, les CI50 moyennes fluctuent entre 1 et 6,6 ppm contre 0,04 dans la population non traitée. Les facteurs de résistance à ce fongicide fluctuent entre 25 et 150, ce qui montre une variabilité dans les différentes situations, même si la perte de sensibilité est générale dans toutes les plantations.



Propiconazole	Classes de CI50																% spores dans classe avec CI50 > 1 ppm	Moyenne	RF
	0-0,005	0,005-0,01	0,01-0,03	0,03-0,05	0,05-0,08	0,08-0,1	0,1-0,2	0,2-0,4	0,4-0,6	0,6-1	1-1,5	1,5-3	3-5	5-7	7-15	>15			
Brimbo	0	0	0	0	0	0	3	0	0	6	15	36	18	12	9	0	91	3,113	71
Bananord	0	0	0	0	0	0	0	6	10	23	13	32	10	6	0	0	61	1,792	41
Banasud	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	31	39	17	11	0	0	97	2,499	57
Broukro	0	0	6	0	0	0	0	0	0	14	14	47	17	3	0	0	81	2,126	48
Fleuve	0	0	8	0	4	0	4	4	0	28	16	16	8	8	4	0	52	1,859	42
Sindressou	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	20	11	29	34	0	97	6,640	150
Spadi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	63	7	0	0	0	0	70	1,090	25
Tiassalé	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	17	28	31	14	0	100	4,370	99
Niéky	0	0	0	3	3	0	0	0	0	23	17	37	7	0	10	0	70	3,017	68
Baseline	0	0	20	57	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,044	

**Tableau 3.** Récapitulatif des résultats obtenus avec le propiconazole pour la SCB

Ces résultats montrent que la sensibilité des souches au propiconazole est globalement dégradée sur tous les secteurs de la SCB.

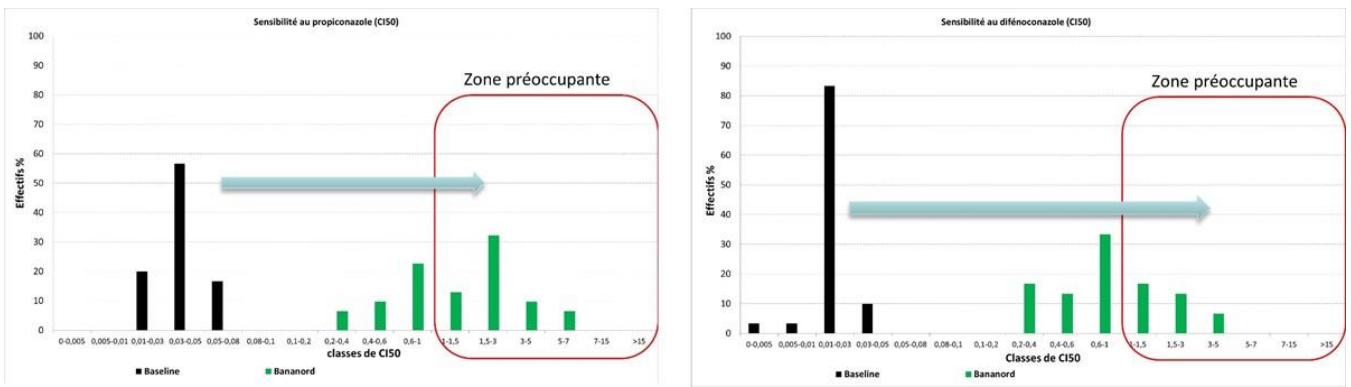
### Sensibilité au difénoconazole

Les résultats du tableau 4 montrent que les populations isolées sur les plantations de la SCB présentent une forte déviation de sensibilité au difénoconazole en comparaison avec des populations non traitées. En effet, les CI50 moyennes fluctuent entre 1 et 7,4 ppm contre 0,02 dans la population non traitée. Les facteurs de résistance à ce fongicide fluctuent entre 44 et 356, ce qui montre une variabilité dans les différentes situations, même si la perte de sensibilité est générale dans toutes les plantations. La perte de sensibilité est très importante à Sindressou, Tiassalé, Brimbo, Fleuve, Banasud et au Niéky.

Difénoconazole	Classes de CI50																% spores dans classe avec CI50 > 1 ppm	Moyenne	RF
	0-0,005	0,005-0,01	0,01-0,03	0,03-0,05	0,05-0,08	0,08-0,1	0,1-0,2	0,2-0,4	0,4-0,6	0,6-1	1-1,5	1,5-3	3-5	5-7	7-15	>15			
Brimbo	0	0	0	0	0	0	0	0	10	23	13	10	32	10	3	0	68	2,759	133
Bananord	0	0	0	0	0	0	0	17	13	33	17	13	7	0	0	0	37	1,087	52
Banasud	0	0	0	0	0	0	0	0	3	17	31	28	11	11	0	0	81	2,274	110
Broukro	0	0	6	0	0	3	0	8	11	44	17	6	6	0	0	0	28	0,908	44
Fleuve	0	0	12	0	0	0	0	0	12	42	8	8	4	0	15	0	35	2,505	121
Sindressou	0	0	0	0	0	0	0	3	0	6	17	9	6	14	46	0	91	7,378	356
Spadi	0	0	0	0	0	0	0	0	3	52	31	10	3	0	0	0	45	1,148	55
Tiassalé	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	17	7	41	24	0	90	5,812	280
Niéky	0	0	6	0	0	3	0	6	6	52	15	3	0	0	9	0	27	2,050	99
Baseline	3	3	83	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,021	

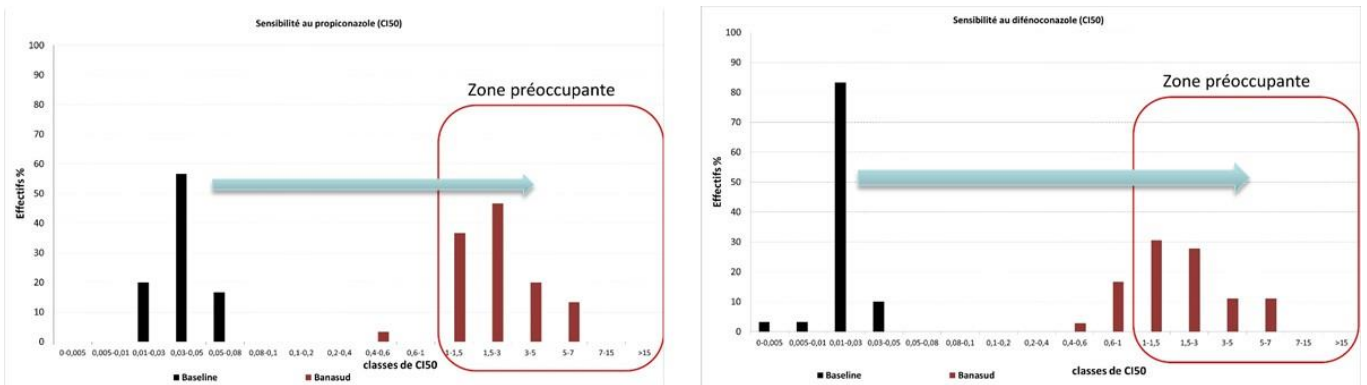
**Tableau 4.** Récapitulatif des résultats obtenus avec le difénoconazole pour la SCB

Ces résultats montrent que la sensibilité des souches au difénoconazole est fortement dégradée sur les plantations de la SCB.



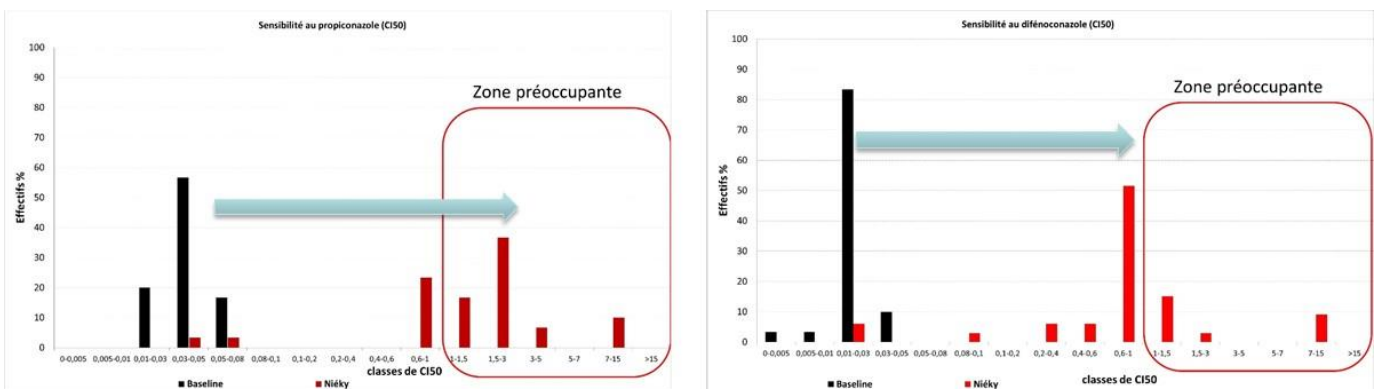
**Figure 3.** Distribution de la population dans les classes de CI50 pour le propiconazole et le difénoconazole sur Bananord.

La figure 3 illustre une perte de sensibilité très significative aux deux triazoles à Bananord, ce qui doit se traduire par un emploi très modéré de ces fongicides. Une majorité d'isolats ont une CI50 > 1 ppm pour le propiconazole et une proportion importante pour le difénoconazole.



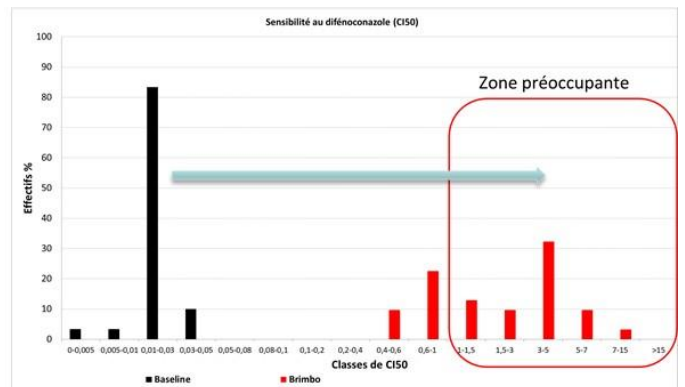
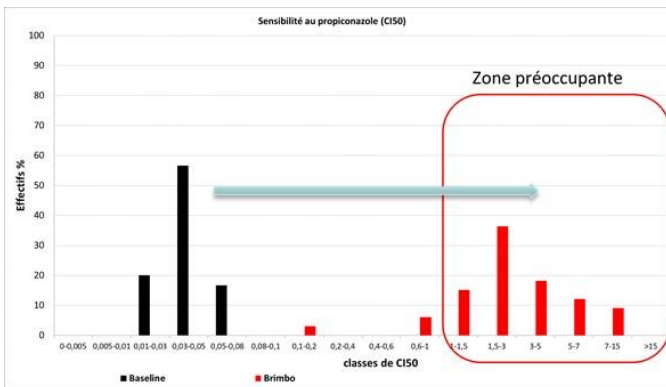
**Figure 4.** Distribution de la population dans les classes de CI50 pour le propiconazole et le difénoconazole sur Banasud.

La figure 4 illustre une perte de sensibilité très significative aux deux triazoles à Banasud, ce qui doit se traduire par un emploi très modéré de ces fongicides. Une forte majorité d'isolats ont une CI50 > 1 ppm pour les deux triazoles.



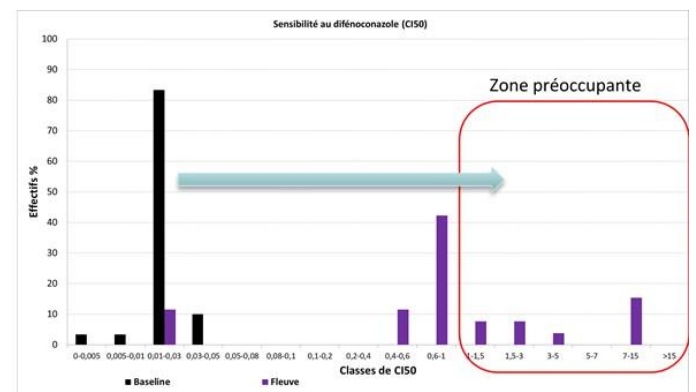
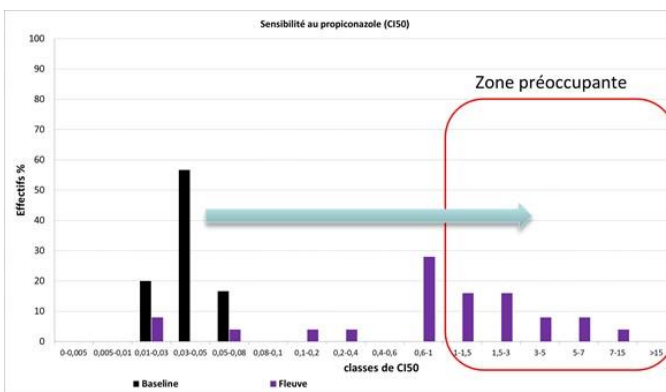
**Figure 5.** Distribution de la population dans les classes de CI50 pour le propiconazole et le difénoconazole sur le Niéky.

La figure 5 illustre une perte de sensibilité significative aux deux triazoles au Niéky, mais plus prononcée avec le propiconazole. Cela doit se traduire par un emploi modéré de ces fongicides. Une majorité d'isolats ont une CI50 > 1 ppm pour le propiconazole mais pas pour le difénoconazole.



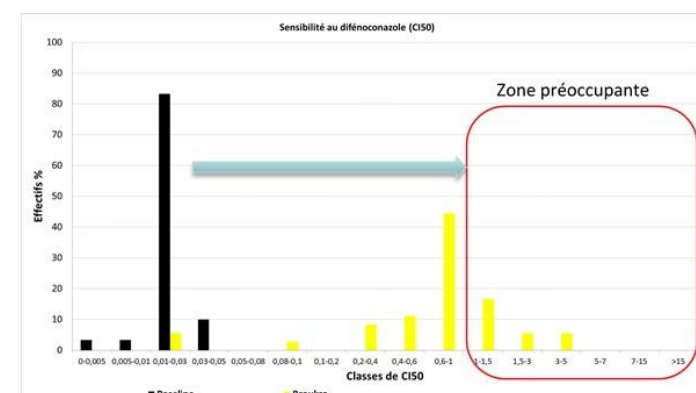
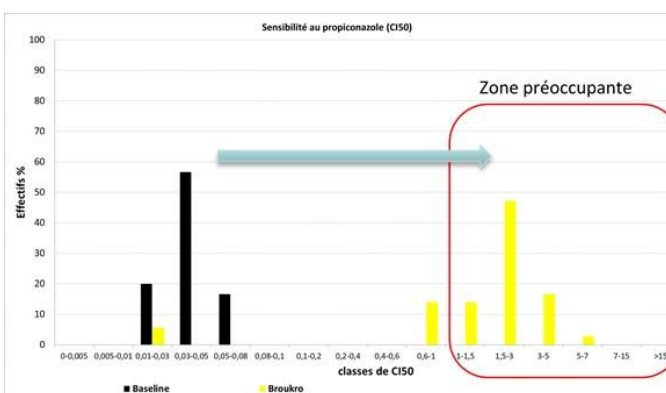
**Figure 6.** Distribution de la population dans les classes de CI50 pour le propiconazole et le difénoconazole sur Brimbo.

La figure 6 illustre une perte de sensibilité très significative aux deux triazoles à Brimbo, ce qui doit se traduire par un emploi très modéré de ces fongicides. Une forte majorité d'isolats ont une CI50 > 1 ppm pour les deux triazoles.



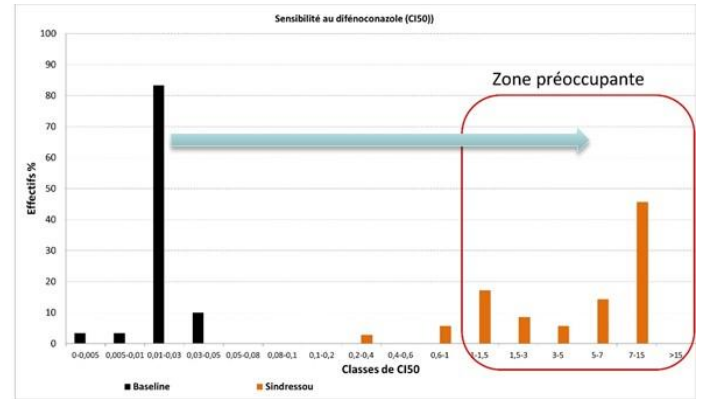
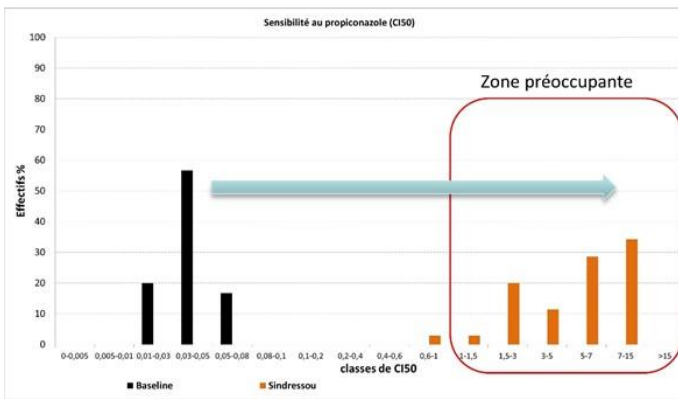
**Figure 7.** Distribution de la population dans les classes de CI50 pour le propiconazole et le difénoconazole sur Fleuve.

La figure 7 illustre une perte de sensibilité très significative aux deux triazoles à Fleuve, ce qui doit se traduire par un emploi très modéré de ces fongicides. Une majorité d'isolats ont une CI50 > 1 ppm, particulièrement pour le propiconazole.



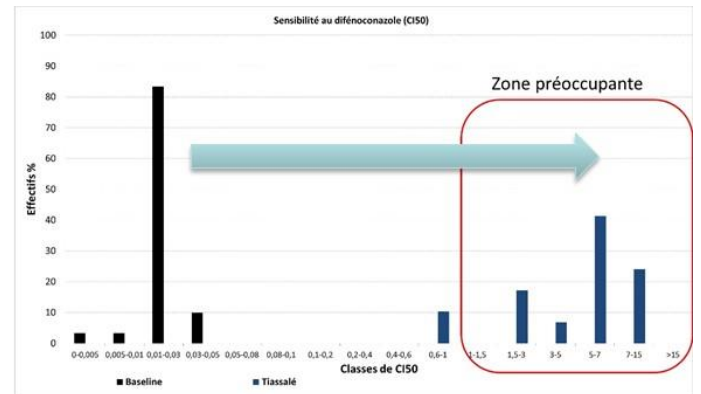
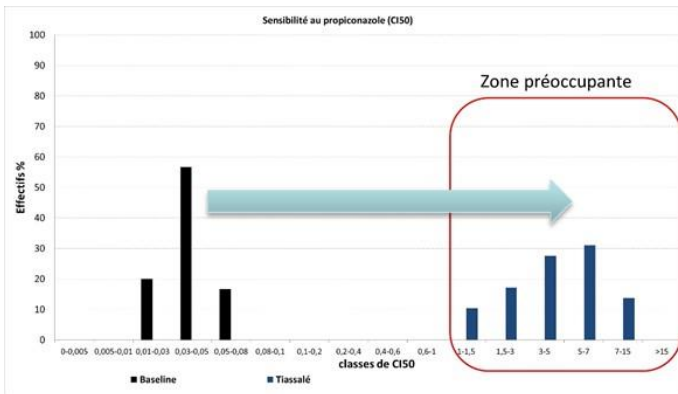
**Figure 8.** Distribution de la population dans les classes de CI50 pour le propiconazole et le difénoconazole sur Broukro.

La figure 8 illustre une perte de sensibilité très significative aux deux triazoles à Broukro, tout particulièrement au propiconazole ce qui doit se traduire par un emploi très modéré de ces fongicides. Une majorité d'isolats ont une CI50 > 1 ppm pour le propiconazole.



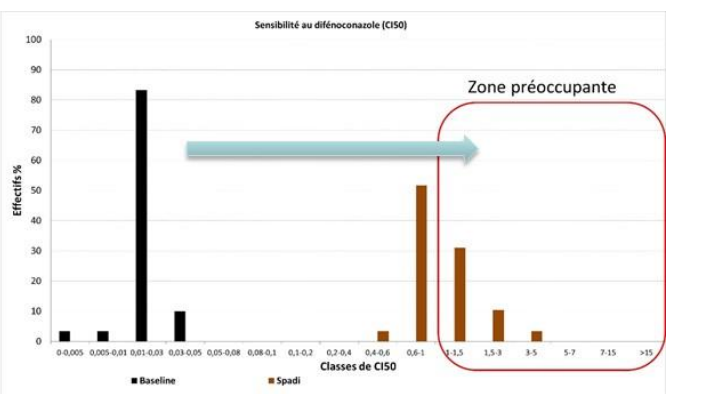
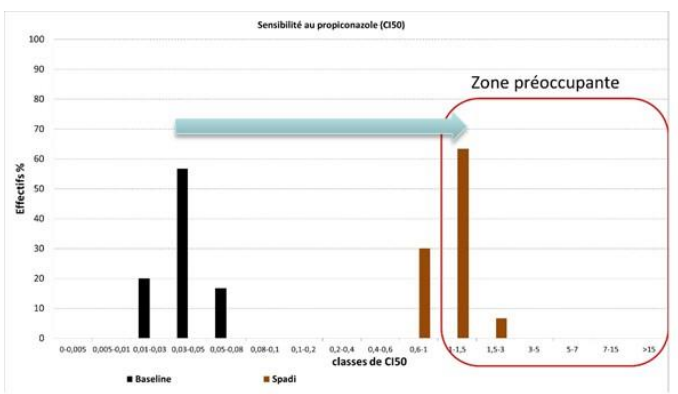
**Figure 9.** Distribution de la population dans les classes de CI50 pour le propiconazole et le difénoconazole sur Sindressou.

La figure 9 illustre une perte de sensibilité très significative aux deux triazoles à Sindressou, ce qui doit se traduire par un emploi très modéré de ces fongicides. Une très forte majorité d'isolats ont une CI50 > 1 ppm pour les deux triazoles.



**Figure 10.** Distribution de la population dans les classes de CI50 pour le propiconazole et le difénoconazole sur Tiassalé.

La figure 10 illustre une perte de sensibilité très significative aux deux triazoles à Tiassalé, ce qui doit se traduire par un emploi très modéré de ces fongicides. Tous les isolats ont une CI50 > 1 ppm pour le propiconazole et une forte majorité pour le difénoconazole.



**Figure 11.** Distribution de la population dans les classes de CI50 pour le propiconazole et le difénoconazole sur Spadi.

La figure 11 illustre une perte de sensibilité très significative aux deux triazoles à Spadi, ce qui doit se traduire par un emploi très modéré de ces fongicides. Une très forte majorité d'isolats ont une CI50 > 1 ppm pour les deux triazoles.

## 1.4. SYNTHÈSE SUR LES PLANTATIONS DE LA SCB

Fongicide	Bananord	Banasud	Niéky	Brimbo	Fleuve	Broukro	Sindressou	Tiassalé	Spadi
Benzimidazole	3	7	0	0	0	0	3	0	0
Strobilurine	0	0	53	28	23	9	35	47	38
Propiconazole	41	57	68	71	42	48	150	99	25
Difénoconazole	52	110	99	133	121	44	356	280	55

Tableau 5. Récapitulatif des résultats obtenus pour la SCB

En synthèse pour la SCB :

- Un emploi des benzimidazoles est possible partout. Emploi modéré (1 traitement par an maximum) à Banananord, Banasud et Sindressou. Jusqu'à deux traitements sont possibles ailleurs
- L'emploi des strobilurines est à supprimer sur tous les domaines en dehors de Banacomé (Bananord et Banasud)
- Il faut sérieusement limiter l'emploi des triazoles dans tous les domaines. Un emploi exclusif du difénoconazole a fortement impacté la sensibilité à ce fongicide. Dans ces conditions il faudrait limiter l'emploi de triazoles à maximum deux traitements par an et les associer avec une morpholine.

## 2. Résultats pour les plantations Eglin

### 2.1. SENSIBILITE AUX BENZIMIDAZOLES

Le tableau 6 montre qu'il y a des souches résistantes sur les trois plantations du groupe Eglin, en proportions variables. Ces résultats montrent que la résistance aux benzimidazoles est importante à **Motobe (21%)**, comme au cours des précédentes analyses. Sur Agboville la proportion de souches résistantes est modérée et inférieure aux 31% observés en 2017. Enfin, sur Azaguié on observe un faible niveau de résistances (5%) alors que les précédentes analyses n'avaient pas détecté de souches résistantes sur cette plantation.

Thiabendazole	2012	2017	2022
Agboville	6	31	9
Azaguié	0	0	5
Motobe	18	41	21
Baseline	0	0	0

Tableau 6. Pourcentage de souches résistantes au thiabendazole pour les plantations Eglin de 2012-2022

**Les benzimidazoles ne doivent pas être employés sur Motobe.**

Un emploi modéré (un traitement par an en condition de faible infestation) est peut-être envisageable sur Agboville et Azaguié, mais cet emploi doit être encadré par un monitoring régulier afin d'analyser si la situation se dégrade ou pas.

## 2.2. SENSIBILITE AUX STROBILURINES

Les résultats obtenus au cours de ce monitoring (tableau 7) montrent qu'il y a des souches résistantes sur les trois plantations du groupe Eglin. Le % de résistance est très élevé à Agboville et Motobe (82 et 95% respectivement), et moins important à Azaguié (17%).

Azoxystrobine	2012	2017	2022
Agboville	0	7	82
Azaguié	0	0	17
Motobe	68	3	95
Baseline	0	0	0

**Tableau 7.** Pourcentage de souches résistantes à l'azoxystrobine pour les plantations Eglin de 2012-2022

Ces résultats montrent que **l'emploi de strobilurines doit être arrêté sur toutes les plantations du groupe Eglin.**

## 2.3. SENSIBILITE AUX TRIAZOLES

### Sensibilité au propiconazole

Les résultats du tableau 8 montrent que **les populations isolées sur les plantations Eglin présentent une déviation de sensibilité au propiconazole** qui est significative en comparaison avec des populations non traitées. En effet, les CI50 moyennes fluctuent entre 0,7 et 1,3 ppm contre 0,04 dans la population non traitée. Les facteurs de résistance à ce fongicide fluctuent entre 16 et 29, ce qui montre toutefois que la perte de sensibilité peut être qualifiée de moyenne. Elle est plus faible à Azaguié.

Propiconazole	Classes de CI50															% spores dans classe avec CI50 > 1 ppm	Moyenne	RF	
	0-0,005	0,005-0,01	0,01-0,03	0,03-0,05	0,05-0,08	0,08-0,1	0,1-0,2	0,2-0,4	0,4-0,6	0,6-1	1-1,5	1,5-3	3-5	5-7	7-15				>15
Agboville	0	0	5	5	0	0	0	0	0	27	32	32	0	0	0	0	64	1,276	29
Azaguié	0	0	12	0	0	0	4	0	0	64	20	0	0	0	0	0	20	0,699	16
Motobe	0	0	3	3	0	0	0	0	5	38	43	8	0	0	0	0	51	1,077	24
Baseline	0	0	20	57	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,044	

**Tableau 8.** Récapitulatif des résultats obtenus avec le propiconazole pour les plantations Eglin

Ces résultats montrent que **la sensibilité des souches au propiconazole est affectée mais reste dans des proportions moyennes.**

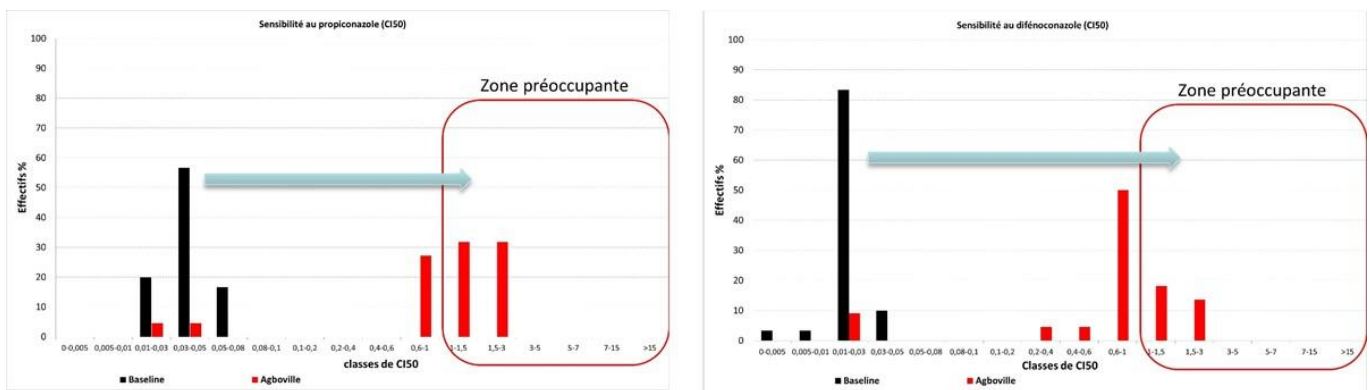
### Sensibilité au difénoconazole

Les résultats du tableau 9 montrent que **les populations isolées sur les plantations Eglin présentent une déviation de sensibilité au difénoconazole** significative en comparaison avec des populations non traitées. En effet, les CI50 moyennes fluctuent entre 0,3 et 0,9 ppm contre 0,04 dans la population non traitée. Les facteurs de résistance à ce fongicide fluctuent entre 17 et 46, ce qui montre une perte de sensibilité moyenne. La perte de sensibilité est plus modérée à Azaguié

Difénoconazole	Classes de CI50															% spores dans classe avec CI50 > 1 ppm	Moyenne	RF	
	0-0,005	0,005-0,01	0,01-0,03	0,03-0,05	0,05-0,08	0,08-0,1	0,1-0,2	0,2-0,4	0,4-0,6	0,6-1	1-1,5	1,5-3	3-5	5-7	7-15				>15
Agboville	0	0	9	0	0	0	0	5	5	50	18	14	0	0	0	0	32	0,944	46
Azaguié	4	0	4	0	0	0	22	30	26	13	0	0	0	0	0	0	0	0,348	17
Motobe	0	0	3	0	0	0	0	11	3	76	8	0	0	0	0	0	8	0,703	34
Baseline	3	3	83	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,021	

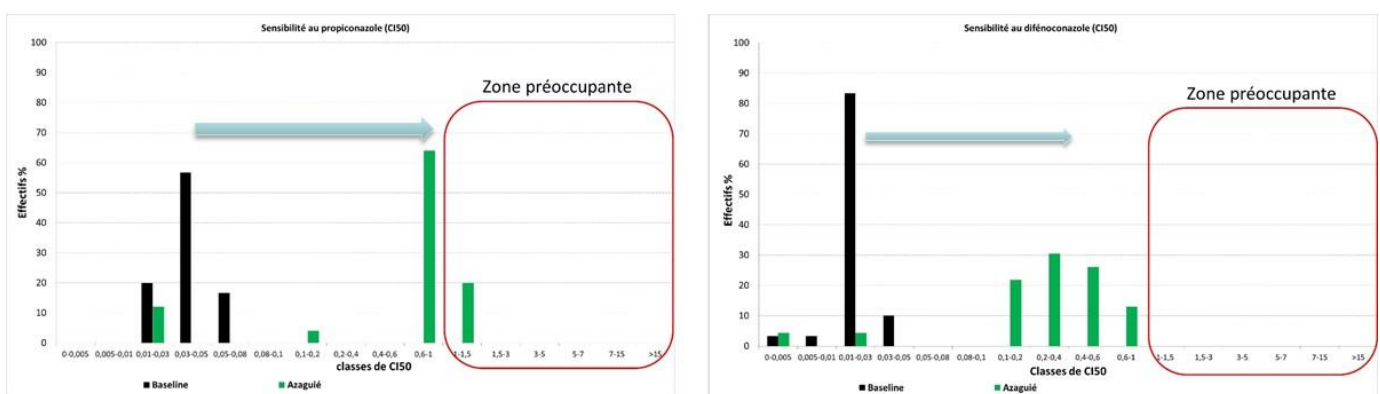
**Tableau 9.** Récapitulatif des résultats obtenus avec le difénoconazole pour les plantations Eglin

Ces résultats montrent que la sensibilité des souches au difénoconazole est plus ou moins dégradée sur les plantations Eglin, Azaguié étant le moins affecté.



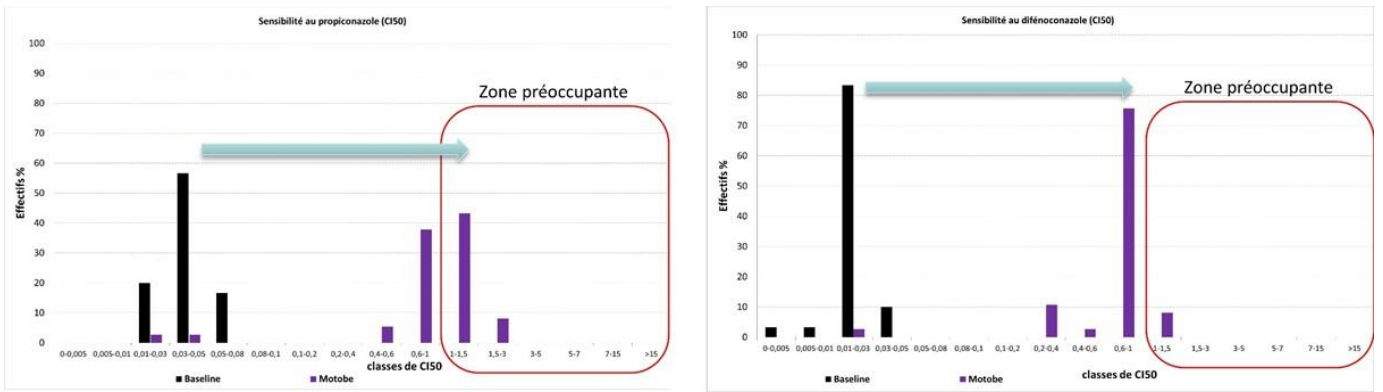
**Figure 12.** Distribution de la population dans les classes de CI50 pour le propiconazole et le difénoconazole sur Agboville

La figure 12 illustre une perte de sensibilité significative aux deux triazoles à Agboville, ce qui doit se traduire par un emploi modéré de ces fongicides. Une majorité d'isolats ont une CI50 > 1 ppm pour les propiconazole qui est plus affecté sur cette plantation.



**Figure 13.** Distribution de la population dans les classes de CI50 pour le propiconazole et le difénoconazole sur Azaguié.

La figure 13 illustre une perte de sensibilité mesurable aux deux triazoles à Azaguié, ce qui doit se traduire par un emploi modéré de ces fongicides. Une majorité d'isolats ont cependant une CI50 < 1 ppm pour les deux triazoles ce qui montre que la perte de sensibilité reste modérée sur cette plantation, particulièrement pour le difénoconazole.



**Figure 14.** Distribution de la population dans les classes de CI50 pour le propiconazole et le difénoconazole sur Motobe.

La figure 14 illustre une perte de sensibilité mesurables aux deux triazoles à Motobe, ce qui doit se traduire par un emploi très modéré de ces fongicides. Cette perte de sensibilité est plus marquée pour le propiconazole pour lequel la moitié des isolats ont une CI50 > 1 ppm. Peu d'isolats sont dans la zone préoccupante pour le difénoconazole.

## 2.4. SYNTHÈSE SUR LES PLANTATIONS EGLIN

Fongicide	Agboville	Azaguié	Motobe
Benzimidazole	9	5	21
Strobilurine	82	17	95
Propiconazole	29	16	24
Difénoconazole	46	17	34

**Tableau 10.** Récapitulatif des résultats obtenus pour les plantations Eglin

En synthèse pour les plantations Eglin :

- L'emploi des benzimidazoles est à supprimer sur Motobe. Il faut un emploi modéré (1 traitement par an maximum) à Agboville et Azaguié
- L'emploi des strobilurines est à supprimer sur toutes les plantations (Agboville, Azaguié et Motobe)
- La situation des triazoles est moins dégradée qu'ailleurs mais il faut quand même limiter leur emploi. L'emploi peut être limité à trois traitements maximum à Agboville et Azaguié, à quatre à Azaguié. Il est recommandé de les associer avec une morpholine en saison des pluies lorsque le niveau d'inoculum est élevé.



### 3. Résultats pour les plantations SAKJ

#### 3.1. SENSIBILITE AUX BENZIMIDAZOLES

La proportion de souches résistantes aux benzimidazoles est faible ou nulle (tableau 11) sur les plantations de SAKJ. La situation a peu évolué depuis 2012 car il n'avait pas été détecté de souches résistantes au cours des précédents monitorings. Une faible proportion de souches résistantes est seulement observée à Elima (3%).

Thiabendazole	2012	2017	2022
Diconne	0	0	0
SBMK	0	0	0
Elima	0	0	3
Baseline	0	0	0

Tableau 11. Pourcentage de souches résistantes au thiabendazole chez SAKJ de 2012-2022

Ces résultats montrent que l'emploi de benzimidazoles peut se faire sur ces plantations. Il devra toutefois être encadré par de prochains monitorings

#### 3.2. SENSIBILITE AUX STROBILURINES

Les résultats obtenus au cours de ce monitoring (tableau 12) montrent que des souches résistantes à ce groupe de fongicides sont présentes en proportion importante sur les trois plantations du groupe SAKJ. Cette proportion varie de 39 à 89%. Ces niveaux de résistance sont plus importants que ceux observés en 2017.

Azoxystrobine	2012	2017	2022
Diconne	77	7	89
SBMK	7	0	61
Elima	0	3	39
Baseline	0	0	0

Tableau 12. Récapitulatif des résultats obtenus avec l'azoxystrobine à SAKJ de 2012-2022

Ces résultats montrent que l'emploi de strobilurines doit être suspendu sur toutes les plantations de SAKJ.

### 3.3. SENSIBILITE AUX TRIAZOLES

#### Sensibilité au propiconazole

Les résultats du tableau 13 montrent que **les populations isolées sur les plantations de SAKJ présentent une déviation de sensibilité au propiconazole** qui est mesurable en comparaison avec des populations non traitées. En effet, les CI50 moyennes fluctuent entre 0,7 et 1,3 ppm contre 0,04 dans la population non traitée. Les facteurs de résistance à ce fongicide fluctuent entre 17 et 29, ce qui montre que la perte de sensibilité reste moyenne pour ce fongicide.

Propiconazole	Classes de CI50															% spores dans classe avec CI50 > 1 ppm	Moyenne	RF	
	0-0,005	0,005-0,01	0,01-0,03	0,03-0,05	0,05-0,08	0,08-0,1	0,1-0,2	0,2-0,4	0,4-0,6	0,6-1	1-1,5	1,5-3	3-5	5-7	7-15				>15
Diconne	0	0	0	0	0	0	0	11	4	75	7	4	0	0	0	0	11	0,757	17
SBMK	0	0	0	3	0	0	3	0	0	50	19	19	3	3	0	0	44	1,245	28
Elima	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	48	10	0	0	0	0	57	1,285	29
Baseline	0	0	20	57	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,044	

Tableau 13. Récapitulatif des résultats obtenus avec le propiconazole chez SAKJ

Ces résultats montrent que la sensibilité des souches au propiconazole est affectée sur toutes les plantations de SAKJ.

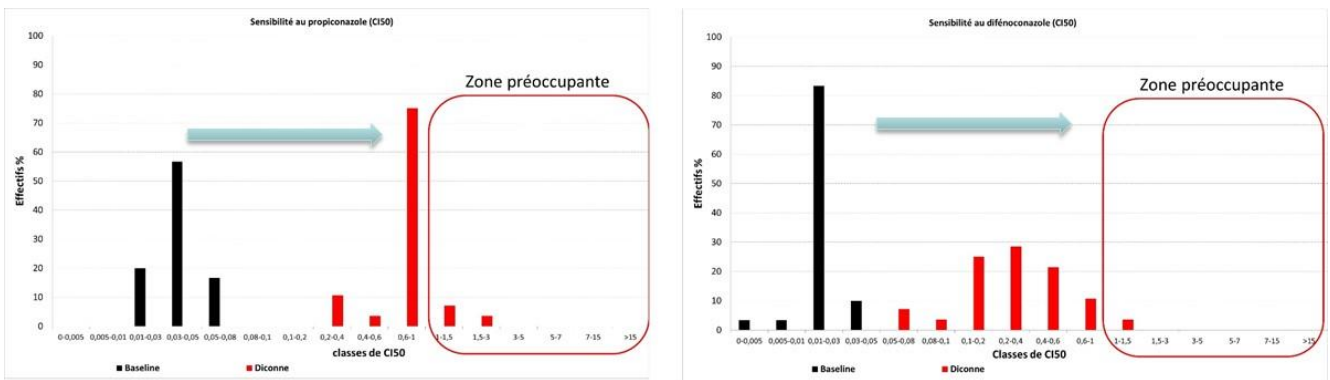
#### Sensibilité au difénoconazole

Les résultats du tableau 14 montrent que **les populations isolées sur les plantations de SAKJ présentent une déviation de sensibilité au difénoconazole** significative en comparaison avec des populations non traitées. En effet, les CI50 moyennes fluctuent entre 0,4 et 1,7 ppm contre 0,04 dans la population non traitée. Les facteurs de résistance à ce fongicide fluctuent entre 16 et 81, ce qui montre une variabilité dans les différentes situations. La perte de sensibilité est importante à SBMK et modérée à Diconne.

Difénoconazole	Classes de CI50															% spores dans classe avec CI50 > 1 ppm	Moyenne	RF	
	0-0,005	0,005-0,01	0,01-0,03	0,03-0,05	0,05-0,08	0,08-0,1	0,1-0,2	0,2-0,4	0,4-0,6	0,6-1	1-1,5	1,5-3	3-5	5-7	7-15				>15
Diconne	0	0	0	0	7	4	25	29	21	11	4	0	0	0	0	0	4	0,339	16
SBMK	3	0	0	0	0	0	0	0	3	48	23	10	6	3	3	0	45	1,670	81
Elima	0	0	0	0	0	0	0	4	7	41	19	19	7	4	0	0	48	0,983	47
Baseline	3	3	83	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,021	

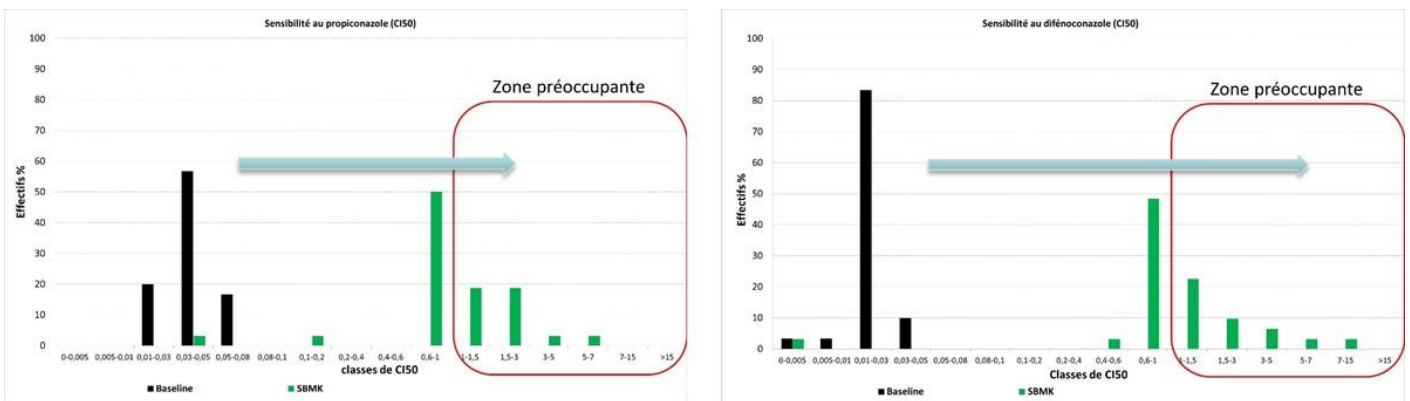
Tableau 14. Récapitulatif des résultats obtenus avec le difénoconazole chez SAKJ

Ces résultats montrent que la sensibilité des souches au difénoconazole est dégradée sur les plantations de SAKJ, tout particulièrement à SBMK et plus faiblement à Diconne.



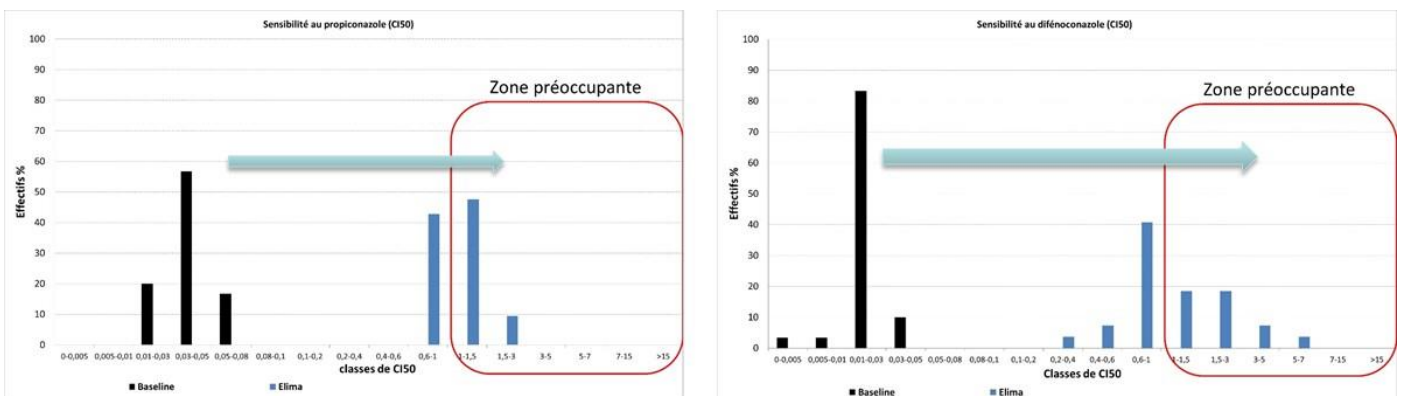
**Figure 15.** Distribution de la population dans les classes de CI50 pour le propiconazole et le difénoconazole sur Diconne

La figure 15 illustre une perte de sensibilité significative aux deux triazoles à Diconne, ce qui doit se traduire par un emploi modéré de ces fongicides. Une minorité d'isolats ont une CI50 > 1 ppm pour les deux triazoles ce qui montre que cette déviation de sensibilité reste encore modérée.



**Figure 16.** Distribution de la population dans les classes de CI50 pour le propiconazole et le difénoconazole sur SBMK

La figure 16 illustre une perte de sensibilité très significative aux deux triazoles à SBMK, ce qui doit se traduire par un emploi très modéré de ces fongicides. Une majorité d'isolats ont une CI50 > 1 ppm pour les deux triazoles.



**Figure 17.** Distribution de la population dans les classes de CI50 pour le propiconazole et le difénoconazole sur Elima

La figure 17 illustre une perte de sensibilité très significative aux deux triazoles à Elima, ce qui doit se traduire par un emploi très modéré de ces fongicides. Une très forte majorité d'isolats ont une CI50 > 1 ppm pour les deux triazoles.

### 3.4. SYNTHÈSE SUR LES PLANTATIONS DE SAKJ

Fongicide	Diconne	SBMK	Elima
Benzimidazole	0	0	3
Strobilurine	89	61	39
Propiconazole	17	28	29
Difénoconazole	17	81	47

Tableau 15. Récapitulatif des résultats obtenus pour les plantations SAKJ

En synthèse pour SAKJ :

- Un emploi des benzimidazoles est possible partout. Emploi modéré (1 traitement par an maximum) à Elima. Jusqu'à deux traitements sont possibles à Diconne et SBMK
- L'emploi des strobilurines est à supprimer sur toutes les plantations (Diconne, SBMK et Elima)
- Il faut sérieusement limiter l'emploi des triazoles à SBMK (2 maximum par an et en mélange avec une morpholine). Un emploi exclusif du difénoconazole a fortement impacté la sensibilité à ce fongicide. Sur Elima il faut aussi limiter l'emploi des triazoles à trois maximum en les associant à une morpholine en saison des pluies. Enfin sur Diconne il faut ne pas dépasser 4 applications par an en associant les triazoles à une morpholine en saison des pluies lorsque l'inoculum est élevé.

## 4. Résultats pour les plantations de Banaci

### 4.1. SENSIBILITE AUX BENZIMIDAZOLES

La sensibilité aux benzimidazoles est bonne sur les deux plantations de Banaci (Tableau 16). Il n'a pas été détecté de souche résistante à ce type de fongicide. Cette situation est comparable à celle de 2017.

Thiabendazole	2017	2022
Ahondo	0	0
Pacobo	0	0
Baseline	0	0

Tableau 16. Pourcentage de souches résistantes au thiabendazole chez Banaci en 2017 et 2022

Ces résultats montrent que l'emploi de benzimidazoles peut se faire sur ces plantations. Il devra toutefois être encadré par de prochains monitorings.

## 4.2. SENSIBILITE AUX STROBILURINES

Les résultats obtenus au cours de ce monitoring (tableau 17) montrent que des souches résistantes à ce groupe de fongicides sont présentes dans les deux plantations. Le niveau de résistance est particulièrement important à Pacobo (50%) par rapport à Ahondo (10%). Cette situation est nouvelle par rapport au premier monitoring effectué en 2017 où aucune souche résistante n'avait été détectée.

Azoxystrobine	2017	2022
Ahondo	0	10
Pacobo	0	50
Baseline	0	0

Tableau 17. Récapitulatif des résultats obtenus avec l'azoxystrobine chez Banaci en 2017 et 2022

Ces résultats montrent que l'emploi de strobilurines doit être suspendu sur les deux plantations. En tout cas absolument sur Pacobo.

## 4.3. SENSIBILITE AUX TRIAZOLES

### Sensibilité au propiconazole

Les résultats du tableau 18 montrent que **les populations isolées sur les plantations de la Banaci présentent une déviation de sensibilité au propiconazole** en comparaison avec des populations non traitées. Cette déviation est plus importante à Pacobo qu'Ahondo. En effet, la CI50 moyenne est 1,1 ppm à Pacobo contre 0,7 ppm à Ahondo (0,04 dans la population non traitée). Les facteurs de résistance à ce fongicide sont compris entre 16 (Ahondo) et 26 (Pacobo).

Propiconazole	Classes de CI50															% spores dans classe avec CI50 > 1	Moyenne	RF	
	0-0,005	0,005-0,01	0,01-0,03	0,03-0,05	0,05-0,08	0,08-0,1	0,1-0,2	0,2-0,4	0,4-0,6	0,6-1	1-1,5	1,5-3	3-5	5-7	7-15				>15
Ahondo	0	0	8	3	0	3	3	3	23	55	3	0	3	0	0	0	5	0,685	16
Pacobo	0	0	8	0	0	0	0	3	0	64	5	15	3	3	0	0	26	1,157	26
Baseline	0	0	20	57	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,044	

Tableau 18. Récapitulatif des résultats obtenus avec le propiconazole chez Banaci

Ces résultats montrent que la sensibilité des souches au propiconazole est affectée sur les deux plantations mais dans des proportions moyennes.

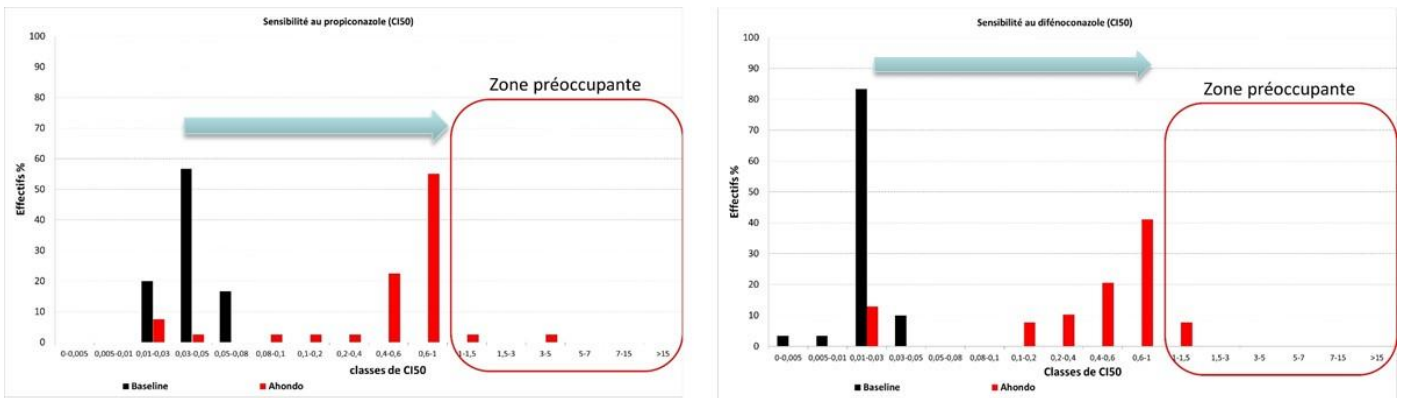
### Sensibilité au difénoconazole

Les résultats du tableau 19 montrent que **les populations isolées sur les plantations de la Banaci présentent une déviation de sensibilité au difénoconazole** en comparaison avec des populations non traitées. Cette déviation est plus importante à Pacobo qu'Ahondo. En effet, la CI50 moyenne est 1,7 ppm à Pacobo contre 0,5 ppm à Ahondo (0,04 dans la population non traitée). Le facteur de résistance à ce fongicide est important à Pacobo (82).

Difénoconazole	Classes de CI50															% spores dans classe avec CI50 > 1	Moyenne	RF
	0-0,005	0,005-0,01	0,01-0,03	0,03-0,05	0,05-0,08	0,08-0,1	0,1-0,2	0,2-0,4	0,4-0,6	0,6-1	1-1,5	1,5-3	3-5	5-7	7-15			
Ahondo	0	0	13	0	0	0	8	10	21	41	8	0	0	0	0	8	0,513	25
Pacobo	0	0	5	0	0	0	0	0	8	54	8	10	5	5	5	0	1,692	82
Baseline	3	3	83	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,021	

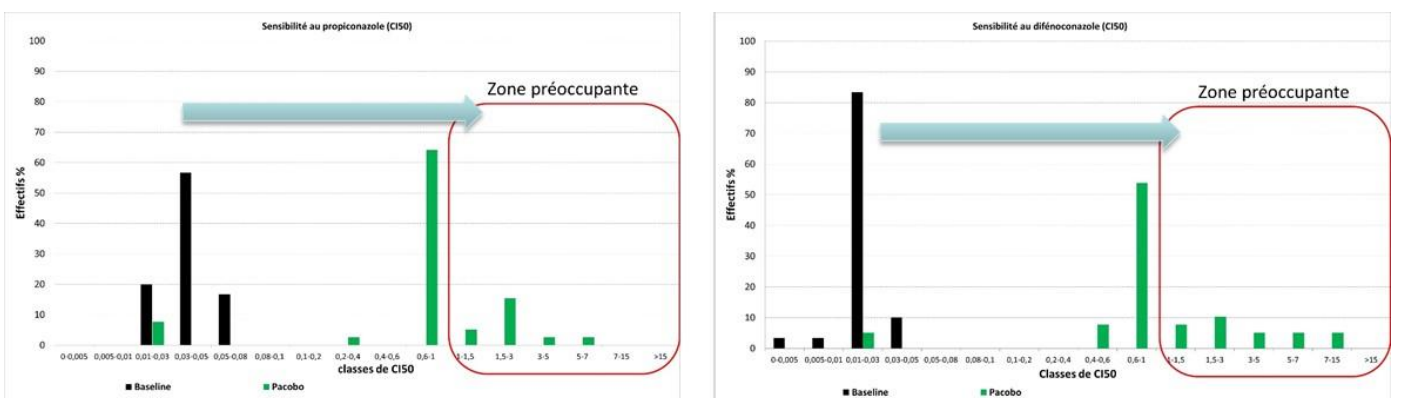
**Tableau 19.** Récapitulatif des résultats obtenus avec le difénoconazole chez Banaci

Ces résultats montrent que la sensibilité des souches au difénoconazole est fortement dégradée sur Pacobo et de manière moins importante à Ahondo.



**Figure 18.** Distribution de la population dans les classes de CI50 pour le propiconazole et le difénoconazole sur Ahondo

La figure 18 illustre une perte de sensibilité significative mais modérée aux deux triazoles à Ahondo, ce qui doit se traduire par un emploi modéré de ces fongicides. Peu d'isolats ont une CI50 > 1 ppm pour les deux triazoles.



**Figure 19.** Distribution de la population dans les classes de CI50 pour le propiconazole et le difénoconazole sur Pacobo

La figure 19 illustre une perte de sensibilité très significative aux deux triazoles à Pacobo, ce qui doit se traduire par un emploi très modéré de ces fongicides. Une très forte majorité d'isolats ont une CI50 > 1 ppm pour les deux triazoles, tout particulièrement pour le difénoconazole.

#### 4.4. SYNTHÈSE SUR LES PLANTATIONS DE BANACI

Fongicide	Ahondo	Pacobo
Benzimidazole	0	0
Strobilurine	10	50
Propiconazole	16	26
Difénoconazole	25	82

**Tableau 20.** Récapitulatif des résultats obtenus pour les plantations de Banaci

En synthèse pour Banaci :

- Un emploi des benzimidazoles est possible partout : jusqu'à deux traitements sont possibles
- L'emploi des strobilurines est à supprimer à Pacobo mais aussi à Ahondo.
- Il faut sérieusement limiter l'emploi des triazoles à Pacobo. Un emploi exclusif du difénoconazole a fortement impacté la sensibilité à ce fongicide sur cette plantation. Dans ces conditions il faudrait limiter l'emploi de triazoles à maximum deux traitements par an et les associer avec une morpholine. Enfin sur Ahondo il faut ne pas dépasser 4 applications par an en associant les triazoles à une morpholine en saison des pluies lorsque l'inoculum est élevé.

## 5. Résultats pour les plantations de Bacibam

### 5.1. SENSIBILITE AUX BENZIMIDAZOLES

Il n'y a pas de souches résistantes aux benzimidazoles dans les plantations du groupe Bacibam (Tableau 21).

Thiabendazole	2017	2022
Tiabam	0	0
Kofibam		0
Baseline	0	0

**Tableau 21.** Pourcentage de souches résistantes au thiabendazole chez Bacibam en 2017 et 2022

Ces résultats montrent que l'emploi de benzimidazoles est possible sur les deux plantations Tiabam et Kofibam.

## 5.2. SENSIBILITE AUX STROBILURINES

Les résultats obtenus au cours de ce monitoring (tableau 22) montrent qu'une forte proportion de souches résistantes à ce groupe de fongicides sont présentes à Tiabam alors qu'il n'y en avait pas encore en 2017 (70%). En revanche sur Kofibam il n'y a pas de souches résistantes aux strobilurines.

Azoxystrobine	2017	2022
Tiabam	0	70
Kofibam		0
Baseline	0	0

Tableau 22. Récapitulatif des résultats obtenus avec l'azoxystrobine chez Bacibam en 2017 et 2022

Ces résultats montrent que l'emploi de strobilurines doit être suspendu sur Tiabam mais reste possible à Kofibam.

## 5.3. SENSIBILITE AUX TRIAZOLES

### Sensibilité au propiconazole

Les résultats du tableau 23 montrent que **les populations isolées sur la plantation Tiabam présentent une forte déviation de sensibilité au propiconazole** en comparaison avec des populations non traitées. En effet, la CI50 moyenne est de 1,5 ppm contre 0,04 ppm dans la population non traitée. Le facteur de résistance à ce fongicide est de 35 sur cette plantation. **La sensibilité au propiconazole est plutôt bonne sur Kofibam** et globalement proche d'une plantation non traitée (CI moyenne de 0.3 ppm et faible facteur de résistance). **Il faut toutefois noter la présence de deux souches fortement résistantes** ce qui est surprenant et inexplicable.

Propiconazole	Classes de CI50															% spores dans classe avec CI50 > 1	Moyenne	RF	
	0-0,005	0,005-0,01	0,01-0,03	0,03-0,05	0,05-0,08	0,08-0,1	0,1-0,2	0,2-0,4	0,4-0,6	0,6-1	1-1,5	1,5-3	3-5	5-7	7-15				>15
Tiabam	0	0	0	3	0	0	0	0	0	18	42	29	5	3	0	0	79	1,547	35
Kofibam	0	0	8	63	25	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	5	0,272	6
Baseline	0	0	20	57	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,044	

Tableau 23. Récapitulatif des résultats obtenus avec le propiconazole chez Bacibam

Ces résultats montrent que la sensibilité des souches au propiconazole est faible sur Tiabam et bonne sur Kofibam.

### Sensibilité au difénoconazole

Les résultats du tableau 23 montrent que **les populations isolées sur la plantation Tiabam présentent une forte déviation de sensibilité au difénoconazole** en comparaison avec des populations non traitées. En effet, la CI50 moyenne est de 1,4 ppm contre 0,02 ppm dans la population

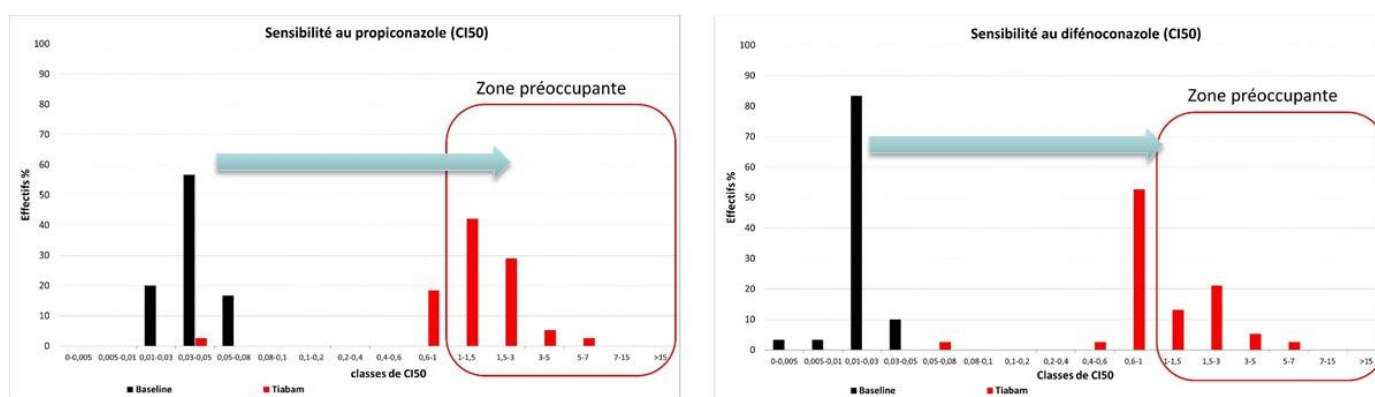


non traitée. Le facteur de résistance à ce fongicide est de 69 sur cette plantation. **La sensibilité au difénoconazole est plutôt bonne sur Kofibam** et globalement proche d'une plantation non traitée (CI moyenne de 0.2 ppm et faible facteur de résistance). Comme pour le propiconazole, **il faut toutefois noter la présence de deux souches fortement résistantes** ce qui est surprenant et inexpliqué.

Difénoconazole	Classes de CI50																% spores dans classe avec CI50 > 1	Moyenne	RF
	0-0,005	0,005-0,01	0,01-0,03	0,03-0,05	0,05-0,08	0,08-0,1	0,1-0,2	0,2-0,4	0,4-0,6	0,6-1	1-1,5	1,5-3	3-5	5-7	7-15	>15			
Tiabam	0	0	0	0	3	0	0	0	3	53	13	21	5	3	0	0	42	1,422	69
Kofibam	0	0	65	25	5	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	5	0,175	8
Baseline	3	3	83	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,021	

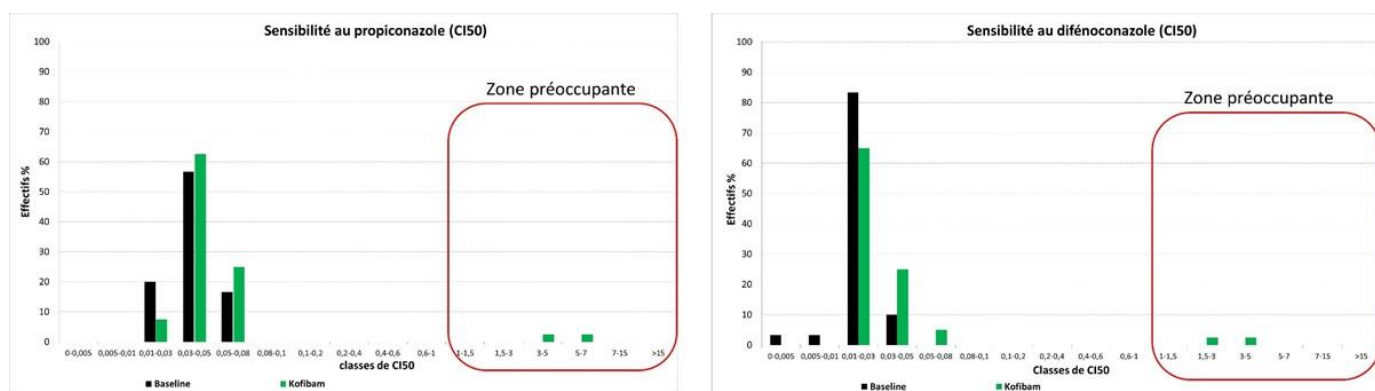
**Tableau 24.** Récapitulatif des résultats obtenus avec le difénoconazole chez Bacibam

Ces résultats montrent que la sensibilité des souches au difénoconazole est faible sur Tiabam et bonne sur Kofibam.



**Figure 20.** Distribution de la population dans les classes de CI50 pour le propiconazole et le difénoconazole sur Tiabam

La figure 20 illustre une perte de sensibilité très significative aux deux triazoles à Tiabam, ce qui doit se traduire par un emploi très modéré de ces fongicides. Une très forte majorité d'isolats ont une CI50 > 1 ppm pour les deux triazoles.



**Figure 21.** Distribution de la population dans les classes de CI50 pour le propiconazole et le difénoconazole sur Kofibam

La figure 21 illustre une bonne sensibilité aux deux triazoles à Kofibam. Une très forte majorité d'isolats ont une CI50 proche de la plantation non traitée de référence. Toutefois la présence de deux souches avec une CI50 dans la zone préoccupante ne semble pas liée à l'emploi de triazoles sur cette zone et semble plutôt montrer la migration de souches résistantes à partir d'autres plantations.

## 5.4. SYNTHÈSE SUR LES PLANTATIONS DE BACIBAM

Fongicide	Tiabam	Koffibam
Benzimidazole	0	0
Strobilurine	70	0
Propiconazole	35	6
Difénoconazole	69	8

**Tableau 25.** Récapitulatif des résultats obtenus pour les plantations de Bacibam

En synthèse pour Bacibam :

- Un emploi des benzimidazoles est possible à Tiabam et Kofibam : jusqu'à deux traitements sont possibles
- L'emploi des strobilurines est à supprimer à Tiabam mais reste possible à Kofibam.
- Il faut sérieusement limiter l'emploi des triazoles à Tiabam. Un emploi exclusif du difénoconazole a fortement impacté la sensibilité à ce fongicide sur cette plantation. Dans ces conditions il faudrait limiter l'emploi de triazoles à maximum deux traitements par an et les associer avec une morpholine. Enfin sur Kofibam, la présence d'un fond de résistance (deux souches présentant une CI50 anormalement élevée) montre qu'il faut être vigilant sur cette zone au risque de perdre rapidement l'efficacité biologique de ce groupe de fongicides. Nous recommandons donc de ne pas dépasser 4 applications par an en associant les triazoles à une morpholine en saison des pluies lorsque l'inoculum est élevé.

## 6. Résultats pour la plantation SIAPA

### 6.1. SENSIBILITE AUX BENZIMIDAZOLES

La proportion de souches résistantes aux benzimidazoles est faible sur cette plantation (3%, Tableau 26).

Thiabendazole 2022	% de résistance
Siapa	3
Baseline	0

**Tableau 26.** Pourcentage de souches résistantes au thiabendazole chez Siapa

**Ces résultats montrent que l'emploi de benzimidazoles est possible à Siapa.**

## 6.2. SENSIBILITE AUX STROBILURINES

Les résultats obtenus au cours de ce monitoring (tableau 27) montrent que des souches résistantes à ce groupe de fongicides sont présentes en très forte proportion sur cette plantation (87%).

Azoxystrobine 2022	% de résistance
Siapa	87
Baseline	0

Tableau 27. Récapitulatif des résultats obtenus avec l'azoxystrobine chez Siapa

Ces résultats montrent que l'emploi de strobilurines doit être suspendu sur Siapa.

## 6.3. SENSIBILITE AUX TRIAZOLES

### Sensibilité au propiconazole

Les résultats du tableau 28 montrent que **les populations isolées sur la plantation Siapa présentent une forte déviation de sensibilité au propiconazole** en comparaison avec des populations non traitées. En effet, la CI50 moyenne est de 4,4 ppm contre 0,04 ppm dans la population non traitée. Le facteur de résistance à ce fongicide y est très élevé (100).

Propiconazole	Classes de CI50																% spores dans classe avec CI50 > 1	Moyenne	RF
	0-0,005	0,005-0,01	0,01-0,03	0,03-0,05	0,05-0,08	0,08-0,1	0,1-0,2	0,2-0,4	0,4-0,6	0,6-1	1-1,5	1,5-3	3-5	5-7	7-15	>15			
Siapa	0	0	3	0	0	0	0	0	0	5	3	15	31	31	13	0	92	4,406	100
Baseline	0	0	20	57	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,044	

Tableau 28. Récapitulatif des résultats obtenus avec le propiconazole chez Siapa

Ces résultats montrent que la sensibilité des souches au propiconazole est très faible sur Siapa.

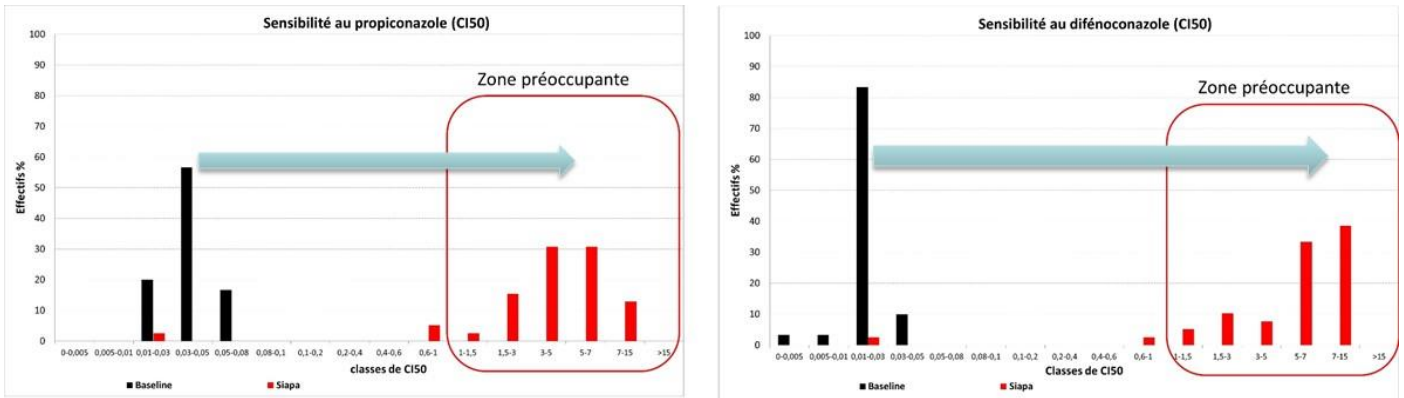
### Sensibilité au difénoconazole

Les résultats du tableau 29 montrent que **les populations isolées sur la plantation Siapa présentent une très forte déviation de sensibilité au difénoconazole** en comparaison avec des populations non traitées. En effet, la CI50 moyenne est de 6,4 ppm contre 0,02 ppm dans la population non traitée. Le facteur de résistance à ce fongicide y est très élevé (309).

Difénoconazole	Classes de CI50																% spores dans classe avec CI50 > 1	Moyenne	RF
	0-0,005	0,005-0,01	0,01-0,03	0,03-0,05	0,05-0,08	0,08-0,1	0,1-0,2	0,2-0,4	0,4-0,6	0,6-1	1-1,5	1,5-3	3-5	5-7	7-15	>15			
Siapa	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3	5	10	8	33	38	0	95	6,411	309
Baseline	3	3	83	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,021	

Tableau 29. Récapitulatif des résultats obtenus avec le difénoconazole chez Siapa

Ces résultats montrent que la sensibilité des souches au difénoconazole est fortement dégradée sur la plantations Siapa.



**Figure 22.** Distribution de la population dans les classes de CI50 pour le propiconazole et le difénoconazole sur SIAPA

La figure 22 illustre une perte de sensibilité très significative aux deux triazoles à Siapa, ce qui doit se traduire par un emploi très modéré de ces fongicides. Une très forte majorité d'isolats ont une CI50 > 1 ppm pour les deux triazoles.

**6.4. SYNTHÈSE SUR LES PLANTATIONS DE SIAPA**

Fongicide	Siapa
Benzimidazole	3
Strobilurine	87
Propiconazole	100
Difénoconazole	309

**Tableau 30.** Récapitulatif des résultats obtenus pour la plantation SIAPA

En synthèse pour Banaci :

- Un emploi des benzimidazoles est possible mais doit être limité à un traitement par an du fait d'un faible fond de résistances
- L'emploi des strobilurines est à supprimer sur cette plantation.
- Il faut sérieusement limiter l'emploi des triazoles à Siapa. La dérive de sensibilité est extrêmement forte pour les deux triazoles et tout particulièrement pour le difénoconazole. Dans ces conditions il faudrait limiter l'emploi de triazoles à maximum deux traitements par an et les associer avec une morpholine.

## IV. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Les conclusions et recommandations par plantations sont synthétisées dans le tableau 31 suivant. Si la case est verte, l'emploi du groupe de fongicide peut se faire dans la limite des recommandations d'usage ; si la case est orangée, l'emploi du groupe de fongicide doit être restreint par rapport aux recommandations d'usage ; si la case est rouge, l'emploi du groupe de fongicides doit être stoppé ou très fortement restreint (dans le cas des triazoles).

Fongicide	SAKJ			Eglin				SCB						Banaci		Bacibam		Siapa		
	Diconne	SBMK	Elima	Agboville	Azaguié	Motobe	Bananord	Banasud	Niéky	Brimbo	Fleuve	Broukro	Sindressou	Tiassalé	Spadi	Ahondo	Pacobo	Tiabam	Koffibam	Siapa
Benzimidazole	0	0	3	9	5	21	3	7	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3
Strobilurine	89	61	39	82	17	95	0	0	53	28	23	9	35	47	38	10	50	70	0	87
Propiconazole	17	28	29	29	16	24	41	57	68	71	42	48	150	99	25	16	26	35	6	100
Difénoconazole	17	81	47	46	17	34	52	110	99	133	121	44	356	280	55	25	82	69	8	309

**Tableau 31.** Récapitulatif des emplois possibles des différents groupes de fongicides dans les différentes plantations de Côte d'Ivoire

Des recommandations spécifiques à chaque plantation ont été données plus haut avec le tableau de synthèse de chaque plantation. Nous indiquons ici quelques éléments généraux de l'évolution des résistances aux trois groupes de fongicides en Côte d'Ivoire ainsi que des éléments généraux pour mieux éclairer les recommandations faites.

\* Pour les **benzimidazoles, le risque d'apparition de souches résistantes est élevé**. La résistance est totale et les souches sont soit sensibles soit résistantes. Un produit de ce groupe est homologué en Côte d'Ivoire : Callis. Par le passé il a été observé des niveaux de résistance parfois importants dans de nombreuses plantations. En dehors de la plantation de Motobé, ce monitoring a montré que l'emploi de benzimidazoles peut être envisagé dans la plupart des plantations. Par le passé jusqu'à 6 traitements ont pu être effectués dans une même année avec ces fongicides. En dehors de plantations récentes comme Kofibam, Pacobo et Ahondo il faut considérer qu'il y a toujours potentiellement un fond de résistance et notre recommandation est de limiter le nombre de traitements à 2 par an là où aucune souche résistante n'a été détectée et à 1 par an là où un faible niveau de résistance a été détecté. Un suivi temporel permettra de réviser cet emploi (augmentation du % de résistances) ou de le prolonger (situation stable).

\* Pour les **strobilurines, le risque d'apparition de souches résistantes est très élevé**. Trois produits de ce groupe sont homologués en Côte d'Ivoire : Bankit, Tega et Comet Plus. Bankit (azoxystrobine) est peu adapté pour la lutte raisonnée car peu miscible dans l'huile. Tega (trifloxystrobine) et Comet Plus se mélangent bien, mais **il faut préférer le Comet Plus** qui est un mélange de pyraclostrobine (strobilurine) et de fenpropimorphe (IBS2). En effet les traitements avec ce mélange devraient en théorie moins favoriser le développement de souches résistantes. Le monitoring réalisé cette année a révélé, pour la première fois, un niveau de résistance important et presque généralisé à toutes les plantations. Notre recommandation est d'arrêter l'emploi de ces fongicides lorsque des souches résistantes sont détectées. En effet, avec les strobilurines la fréquence des souches résistantes augmente très rapidement lorsqu'un fond de résistance est présent. Nous proscrivons leur emploi en dehors de Banacomoé et de Kofibam. Dans d'autres situations il a pu être observé une diminution des souches résistantes à ces fongicides quelques années après l'arrêt de leur emploi. Il faut amorcer ce processus dans les plantations de Côte d'Ivoire.

\* **Pour les triazoles l'apparition de souches résistantes est plus lente et graduelle**. Il y a plusieurs matières actives dans ce groupe de fongicides et des différences sont parfois observables en terme de perte de sensibilité. Au cours des dernières années le difénoconazole a été exclusivement employé dans les plantations de Côte d'Ivoire, ce qui explique que généralement les facteurs de résistance sont

plus élevés avec le difénoconazole qu'avec le propiconazole. Il faut noter que la situation était inverse il y a 10 ans (perte de sensibilité plus importante au propiconazole qu'au difénoconazole). Le monitoring réalisé cette année a montré des niveaux de perte de sensibilité jamais observé auparavant en Côte d'Ivoire qui doivent inciter à limiter très fortement leur emploi. Les classements (rouge, orange, vert) et les recommandations faites dans chaque zone sont à la fois une synthèse du facteur de résistance observé et de la proportion de souches ayant une CI50 > 1 ppm. Dans les cas extrêmes nous n'avons pas recommandé l'arrêt des triazoles (comme pour les strobilurines), mais avons recommandé un emploi très limité (deux maximum par an) en mélange des morpholines. En situation intermédiaire (orange) nous avons limité à trois traitements par maximum l'emploi de triazoles avec une association avec une morpholine en saison des pluies. Enfin, pour les situations les moins dégradées (jaune pour les deux matières actives) nous avons limité à 4 triazoles par an avec un emploi en mélange avec une morpholine en saison des pluies.



PERSYST, UPR Systèmes de culture bananiers, plantains et ananas

Adresse : Luc de Lapeyre

Boulevard de la Lironde, TA B-26/PS4, 34398 Montpellier Cedex 5

Tél. : + (33) 4 67 61 58 28 / secret. + (33) 4 67 61 71 52

e-mail : [luc.de\\_lapeyre@cirad.fr](mailto:luc.de_lapeyre@cirad.fr)

[www.cirad.fr](http://www.cirad.fr)