

Évaluation de l'efficacité de fongicides contre la maladie « *Corynespora leaf fall* », sur le clone IRCA 18 en jardin à bois de greffes en Côte d'Ivoire

Joseph MPIKA^{1*}, Jean Polié WAHOUNOU¹, Alban Prosper Kouakou YAO¹,
Eric Francis SOUMAHIN¹, Angélique Eliathe Agnyman ELABO¹, Michel GNAGNE¹,
Eugène KONAN² et Samuel OBOUAYEBA¹

¹ Centre National Recherche Agronomique (CNRA), Station de Recherche de Bimbresso,
01 BP 1536 Abidjan 01, Côte d'Ivoire

² Direction Régionale d'Abidjan, CNRA, 08 BP 33 Abidjan 08, Côte d'Ivoire

* Correspondance, courriel : jmpika@yahoo.fr

Résumé

En Côte d'Ivoire, avec les épidémies soudaines et dévastatrices sur les plantations du clone IRCA 18, la maladie « *Corynespora leaf fall* » devient une véritable menace du verger hévéicole. Pour y faire face, un test d'efficacité de 4 fongicides, iprodione (Piecho), pyraclostrobine + fenpropimorphe (Comet plus), carbendazime (Carhino) puis carbendazime + chlorothalonil (Banko plus) a été mené sur le clone IRCA 18 en jardin de bois pour déterminer celui à même de contrôler cette maladie foliaire. Ce test a consisté à réaliser 4, 8 et 12 ou 2, 5 et 9 applications d'une dose simple ou double de fongicides en solution aqueuse sur les plants repartis en blocs. Ces blocs ont été traités à intervalle d'application de 7 ou 10 jours. Les blocs traités par pyraclostrobine + fenpropimorphe, carbendazime et carbendazime + chlorothalonil ont montré une prévalence de l'affection foliaire inférieure à 31 % comparée à 68 % du témoin. L'efficacité de ces trois fongicides ne dépend pas de la dose et de l'intervalle d'applications. Les produits fongiques associés, carbendazime + chlorothalonil et pyraclostrobine + fenpropimorphe ont été efficaces dans la lutte contre la maladie « *Corynespora leaf fall* ». Le pyraclostrobine + fenpropimorphe (Comet plus) et carbendazime + chlorothalonil (Banko plus) sont retenus pour les essais en plantations matures.

Mots-clés : *Corynespora cassiicola*, fongicide, maladie foliaire, hévéa, Côte d'Ivoire.

Abstract

Efficacy assessment of fungicides against *Corynespora leaf fall* disease on the clone IRCA 18 in a clonal garden in Côte d'Ivoire

In Côte d'Ivoire, with sudden and devastating epidemics on the field of clone IRCA18, the *Corynespora leaf fall* disease become a true threat of rubber tree cultivation. For it to face, an efficacy test of 4 fungicides, iprodione (Piecho), pyraclostrobine + fenpropimorphe (Comet plus), carbendazime (Carhino) puis carbendazime + chlorothalonil (Banko plus) was conducted on the clone IRCA 18 in a clonal garden, in order to determine the one able to control this foliar disease. This test had consist to realize 4, 8 and 12 or 2, 5 and 8 fungicide applications of the single or double dose in aqueous solution on rubber tree assessed in on lot. This lots were treated at 7 or 10 days interval of fungicide reapplication during refoliation. The lots

treated with pyraclostrobine + fenpropimorphe, carbendazime and carbendazime + chlorothalonil showed a low occurrence of foliar disease (31 %) compared to 68 % chez control. Efficacy of three fungicides no depends on the dose and the frequency of application. The Fungicide solution associate, carbendazime + chlorothalonil and pyraclostrobine + fenpropimorphe were more effective in the control of *Corynespora* leaf fall disease compared to the other fungicides. The pyraclostrobine + fenpropimorphe (Comet plus) and carbendazime + chlorothalonil (Banko plus) were retained in mature rubber plantation trials.

Keywords : *Corynespora cassiicola*, fungicide, leaf fall disease, rubber tree, Côte d'Ivoire.

1. Introduction

La chute des feuilles due à *Corynespora* est une maladie préjudiciable à l'hévéa. Elle se caractérise par des lésions nécrotiques développées sur feuilles avec un noircissement de la nervure principale ou secondaire donnant une apparence typique d'« arête de poisson » ou de « rail de train » [1, 2]. Une seule lésion entraîne la chute de la feuille de l'arbre. Des défoliations répétées affaiblissent l'arbre et impactent fortement la production de caoutchouc. En effet, la synthèse de caoutchouc est étroitement liée à l'activité photosynthétique des feuilles. Au niveau mondial, la maladie « *Corynespora* Leaf Fall » (CLF) engendre des pertes de production de caoutchouc naturel de l'ordre de 20 - 25 % [3]. La Côte d'Ivoire, septième producteur mondial, avec plus de 2 % de l'offre [4], n'échappe pas à cette affection. *Corynespora cassiicola* est la seule espèce à l'origine de la maladie [5 - 7]. Cette espèce, provoquant la maladie « *Corynespora* Leaf Fall » (CLF), attaque l'ensemble des feuilles jeunes et matures. Initialement restreint aux pépinières, *Corynespora* Leaf Fall s'est rapidement propagé dans les plantations d'Asie et d'Afrique causant des épidémies sporadiques parfois sévères. La rapidité d'infection et de propagation de cet agent pathogène inquiète de plus en plus les planteurs. En 1994, cette maladie due à *C. cassiicola* fut enregistrée comme le 4^e problème majeur des plantations hévéicoles en termes de coûts financiers sur les sites d'expertise de l'IRRDB [2, 8]. Aujourd'hui, c'est l'une des maladies plus importantes dans les zones de production des pays d'Afrique et d'Asie, qui sont les principaux producteurs de caoutchouc.

Dans ces principaux pays producteurs, de fortes attaques subites en 2010 ont contribué à renforcer l'inquiétude des planteurs [9]. En Côte d'Ivoire, la maladie de chute de feuilles due à *C. cassiicola*, apparue en 1989, a été particulièrement sévère sur le clone RRIC 103, qui a été complètement et immédiatement éradiqué [10, 11]. Les dégâts considérables sont, à ce jour, enregistrés sur le clone IRCA18 en pépinière, et en jardin à bois de greffes et en plantations matures. Le nombre de clones attaqués par la maladie dans le verger hévéicole ivoirien ne cesse d'augmenter [12, 13]. Elle prend de plus en plus d'ampleur sur les clones PB 260, RRIC 100, RRIC 110 et PB 28 / 59. Ainsi, la lutte contre la maladie « *Corynespora* Leaf Fall » en Côte d'Ivoire devient une priorité. Pour combattre cette maladie, une stratégie de lutte intégrée a été adoptée dans ces volets agronomique, génétique et chimique. Le volet lutte chimique est envisagé en cas d'épidémie, suite aux résultats concluants des recherches faites en Inde, au Sri Lanka, en Indonésie et en Malaisie [14 - 17]. Cependant, la variation génétique des isolats de *C. cassiicola* [18, 19] et surtout les conditions agro climatiques associées à l'hévéaculture rendent toutefois difficiles à vulgariser les produits fongicides avérés efficaces dans un autre pays. Ce projet d'article rend compte d'une évaluation en jardin à bois de greffes, de l'efficacité des traitements antifongiques contre la maladie « *Corynespora* Leaf Fall » afin de sélectionner une ou plusieurs molécules fongicides pour la lutte contre cette affection foliaire en plantation mature.

2. Matériel et méthodes

2-1. Matériel végétal, fongicide utilisé et dispositif expérimental

Le matériel végétal est constitué d'hévéas du clone IRCA 18, sensible à la maladie « *Corynespora leaf fall* ». Ce clone a été installé sur les blocs d'un jardin à bois de greffes de la station d'Anguédédou. Dans un bloc, les arbres ont été plantés en ligne jumelle, avec un écartement de 1 m x 1 m entre les lignes jumelles. Ce bloc a porté un nombre variable de 10 à 70 arbres dus à la mortalité des souches recepées. Avant le traitement, les tiges ont été effeuillées manuellement afin d'obtenir les jeunes feuilles de même âge, au stade A, sensible à la maladie foliaire due à *C. cassiicola*. Quatre fongicides ont été testés dont Iprodione 50 % wp (Piecho ; Louis Dreffus Commodity), pyraclostrobine 100 g / L + fenpropimorphe 375 g / L (Comet plus F 500 ; Basf, Tech Agro international), carbendazime 100 g / L + chlorothalonile 55 g / L (Banko plus, Arysta lifescience ; Callivoire) et Carbendazime 500 g / L wp (Carhino, Louis Dreffus Commodity). Ces fongicides ont été retenus sur 8 testés, pour leur capacité à inhiber *in vitro* la croissance mycélienne de *C. cassiicola* [20]. L'essai réalisé durant les deux années consécutives, en jardin à bois de greffes comportait 48 traitements : 4 facteurs, i) fongicides avec 4 modalités (iprodione, pyraclostrobine + fenpropimorphe, carbendazime + chlorothalonile et carbendazime), ii) doses avec 2 modalités (simple et double), iii) fréquence d'applications avec 2 modalités (7 et 10 jours) et iv) nombre d'applications avec 3 modalités (4, 8 et 12 ou 2, 5 et 9). Chaque traitement est effectué sur un bloc comprenant un nombre variable entre 10 à 70 arbres. Pour chaque traitement, le dispositif utilisé a été le « *one tree plot design* » (dispositif mono arbre), un arbre est une répétition. Avant l'application, les fongicides ont été mis en solution dans l'eau. La bouillie obtenue a été appliquée directement sur la tige entière à l'aide d'un pulvérisateur à pression entretenue (Solo 15 l). Les témoins ont été constitués d'hévéas effeuillés dans les blocs non traités avec les fongicides testés. Ces traitements ont été effectués à la refoliation sur les jeunes feuilles apparemment saines pendant 14, 20, 35 ou 50 jours, en fonction de la fréquence d'application des fongicides.

2-2. Observation et analyse des données

Une observation hebdomadaire a été effectuée arbre par arbre. Elle a consisté en un comptage des arbres présentant les feuilles ayant un symptôme caractéristique de la maladie « *Corynespora leaf fall* » sur le nombre total des arbres traités par bloc. De plus, sur une plante malade, les feuilles portant les symptômes de la maladie « *Corynespora leaf fall* » ont été dénombrées. L'incidence de la maladie traduite par la prévalence a été calculée par la **Formule** ci-dessous :

$$\text{Incidence de la maladie} = (\text{nombre de plants malades} / \text{nombre total de plants}) * 100 \quad (1)$$

Pour normaliser la distribution et égaliser les variances, la variable incidence de la maladie a subi une transformation $\arcsin\sqrt{\cdot}$. Pour évaluer les effets « fongicide », « dose », « fréquence d'application » et « nombre d'application » testés sur la prévalence de la maladie, la comparaison des moyennes de la variable a été faite selon le test de Newman et Keuls au seuil de 5 % avec le logiciel informatique Statistica version 7.1.

3. Résultats

L'action de 4 fongicides sur *Corynespora cassiicola* a été évaluée en jardin de bois de greffes sur les hévéas atteints de la maladie de chute de feuille. Les résultats montrent que, pour 4 applications à intervalle de 7 jours, les prévalences de la maladie due à *C. cassiicola* varient de 60 à 1 % avec respectivement les hévéas traités avec iprodione à simple dose et carbendazime à double dose (**Figure 1A**). Excepté l'iprodione et

pyraclostrobine + fenpropimorphe à double dose, les plants traités avec les autres fongicides ont enregistré des taux d'attaque inférieurs à celui du témoin (45 %). Avec 8 applications, l'incidence de la maladie a été inférieure à 40 % pour les hêvéas traités comparés à 85 % enregistrés sur les plants témoin. Aucune incidence de la maladie n'a été observée chez les hêvéas traités avec pyraclostrobine + fenpropimorphe à double dose (**Figure 1B**). Après 12 applications, aucun symptôme de la maladie n'a été observé sur les hêvéas traités avec carbendazime à dose simple, carbendazime + chlorothalonile à dose double et quelle que soit la dose de pyraclostrobine + fenpropimorphe (**Figure 1C**). Dans les deux premiers cas, les analyses de variance révèlent un effet fongicide significatif au seuil de 5 % selon le test de Student Newman & Keuls et mettent en évidence l'existence de 9 groupes distincts de fongicides-doses (a, b, c, d, e, f, g, h et i). L'effet le plus marqué a été obtenu avec la dose double de carbendazime et pyraclostrobine + fenpropimorphe à double dose (groupe i) (**Figures 1A et B**). Après 12 applications, on note que l'incidence de la maladie due à *C. cassiicola* est nettement plus faible (< 40 %) sur tous les hêvéas traités. Les analyses statistiques révèlent une différence significative au seuil de 5 % entre les hêvéas traités avec les fongicides quelle que soit la dose et le témoin non traité (**Figure 1C**). L'action la plus marquée a été obtenue avec carbendazime 1, carbendazime 2 + chlorothalonile et pyraclostrobine + fenpropimorphe.

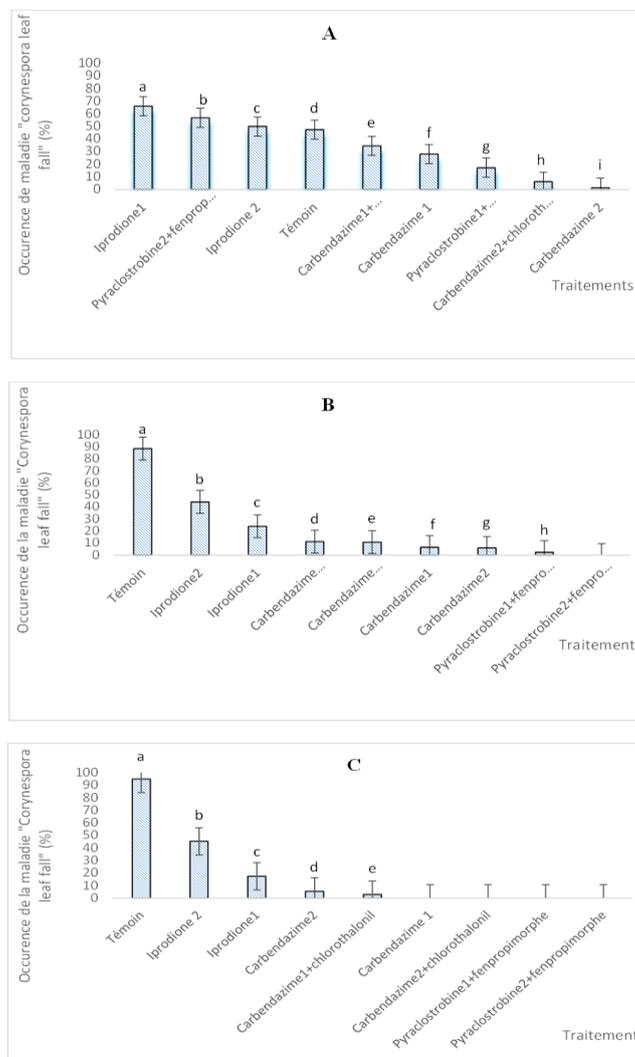
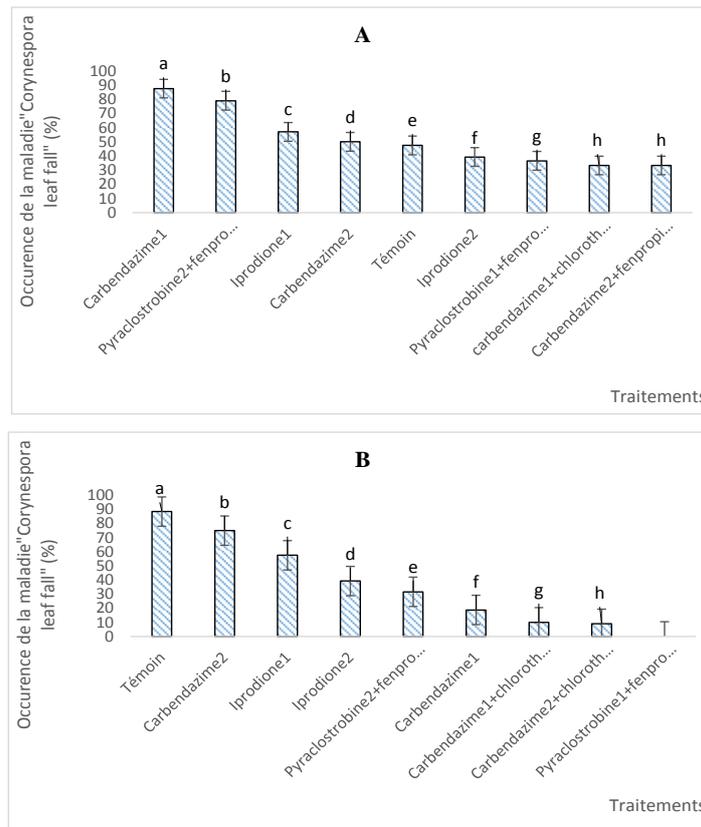


Figure 1 : Prévalence de la maladie « Corynespora leaf fall » sur les hêvéas traités à intervalle de 7 jours avec quatre fongicides à raison de 4 (A), 8 (B) et 12 (C) applications en jardin à bois de greffes
Légende 1 : simple dose ; 2 : double dose ; Pyraclostrobine + fenpro : pyraclostrobine + fenpropimorphe ; Carbendazime + chloroth : Carbendazime + chlorothalonil

L'incidence de la maladie de chute de feuilles due à *C. cassiicola* a significativement varié selon le traitement. Huit groupes distincts de traitements ont été identifiés après 2 applications à l'intervalle de 10 jours (**Figure 2A**). Les groupes 1 à 4 constitués des traitements avec carbendazime à simple dose, pyraclostrobine + fenpropimorphe à double dose, l'iprodione à simple dose et carbendazime à double dose, ont enregistré les taux de prévalence de la maladie supérieurs à celui du témoin non traité (50 %). Les groupes 6 à 8 ont été composés de l'iprodione à double dose, pyraclostrobine + fenpropimorphe à simple dose, chlorothalonile + carbendazime à simple dose et carbendazime + fenpropimorphe double dose qui ont obtenu les taux d'attaque sur les hévées inférieurs à 40 %. Après 5 applications, tous les traitements réduisent l'incidence de la maladie de chute de feuilles due à *C. cassiicola*. Les taux d'attaque inférieurs à 5 % ont été enregistrés sur les hévées traités avec chlorothalonile et carbendazime. Aucun symptôme n'a été observé sur les hévées traités avec pyraclostrobine + fenpropimorphe à simple dose. Les résultats des analyses statiques ont révélé 9 groupes distincts dont un traitement par groupe (**Figure 2B**). Après 9 applications à intervalle de 10 jours, les prévalences de la maladie de feuilles ont varié de 20 à 0 % avec respectivement l'iprodione à double dose et pyraclostrobine + fenpropimorphe à simple dose (**Figure 2C**). Ces taux d'incidence de la maladie ont été inférieurs à 95 % observés sur les hévées non traités. Les analyses de variance révèlent un effet fongicide significatif au seuil de 5 % qui met en évidence l'existence de 5 groupes distincts de fongicides (a, b, c, d et e). L'effet le plus marqué a été obtenu avec carbendazime, carbendazime + chlorothalonile et pyraclostrobine + fenpropimorphe à simple dose (groupe e) (**Figure 2C**). Avec ces combinaisons « fongicides-dose », aucun symptôme de la maladie de chute de feuilles n'a été enregistré sur les hévées traités.



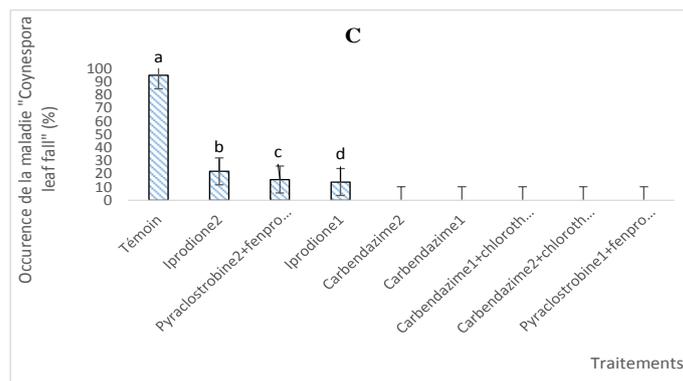


Figure 2 : Prévalence de la maladie « *Corynespora leaf fall* » sur les hévéas traités à intervalle de 10 jours avec quatre fongicides à raison de 2 (A), 5 (B) et 9 (C) applications en jardin à bois de greffes

Légende 1 : simple dose ; 2 : double dose ; Pyraclostrobine + fenpro : pyraclostrobine + fenpropimorphe ; Carbendazime + chloroth : Carbendazime + chlorothalonil

La prévalence de la maladie de chute de feuilles due à *C. cassiicola* a varié significativement selon l'effet combinée fongicide, dose, fréquence et nombre d'application. Quatre groupes de fongicides ont été identifiés (**Figure 3**). Le premier groupe a été composé des pyraclostrobine + fenpropimorphe, carbendazime et carbendazime + chlorothalonil qui ont enregistré respectivement 4, 6 et 10 % d'incidence de la maladie de feuilles sur les hévéas. Le deuxième groupe a été constitué de l'iprodione dont le taux d'attaque de 32 % a été enregistré sur les hévéas. Le troisième groupe a été formé du témoin non traité avec 69 % d'incidence de la maladie de chute de feuilles due à *C. cassiicola*.

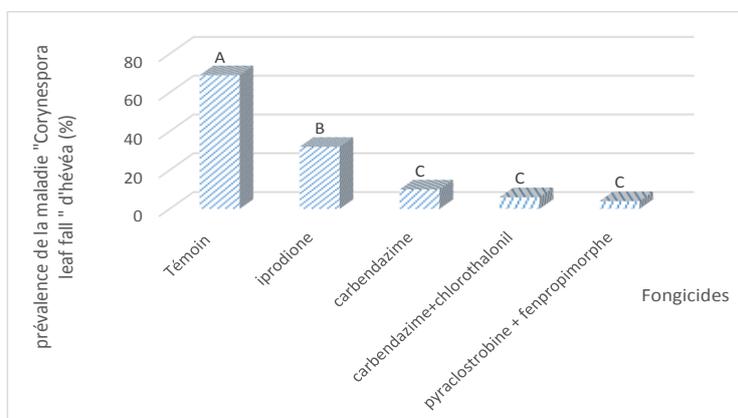


Figure 3 : Incidence de la maladie foliaire due à *Corynespora cassiicola* en fonction de fongicides testés en jardin à bois de greffes

4. Discussion

Nos résultats de traitement chimique de la maladie de chute de feuilles due à *C. cassiicola* montrent qu'il existe des fongicides efficaces contre cette affection. En effet, les molécules d'iprodione, pyraclostrobine + fenpropimorphe, carbendazime + chlorothalonil et carbendazime se sont révélées efficaces dans la lutte contre la maladie de chute de feuilles due à *Corynespora cassiicola*. Les travaux de [14, 16, 21, 22] ont révélé l'efficacité de carbendazime et du chlorothalonil dans la lutte contre la

maladie « *Corynespora leaf fall* » sur les pépinières et hévéas immatures. Nos résultats révèlent, outre carbendazime, une forte efficacité de pyraclostrobine + fenpropimorphe et carbendazime + chlorothalonil dans la lutte contre l'affection foliaire due à *C. cassiicola*. L'efficacité de ces 3 fongicides s'est traduite par une réduction de l'incidence de la maladie « *Corynespora leaf fall* » sur les blocs traités comparés à ceux non traités. Cette efficacité est due à la nature systémique et surtout à l'association de matière active de ces fongicides. La nature systémique et l'efficacité de fongicides à base de carbendazime et pyraclostrobine ont été démontrées dans la lutte contre les maladies foliaires des plantes cultivées [14, 16, 23 - 26]. Ces fongicides, rapidement absorbés par toutes les parties vertes de même que par les racines, sont transportés à l'intérieur des tissus par une diffusion locosystémique et translaminaire. Cette migration de ces fongicides s'effectuerait à travers la transpiration et s'accumulent sur les différents organes de la plante [27]. Ils ont ainsi l'avantage de protéger la face non traitée par diffusion translaminaire et fournissent une protection aux organes néoformés [28]. Dans la lutte contre la maladie « *Corynespora leaf fall* », la nature systémique a contribué au maximum d'efficacité des fongicides à base de carbendazime et pyraclostrobine comparée à l'iprodione, qui est un fongicide de contact.

Le carbendazime et pyraclostrobine inhibent la germination des spores, la croissance mycélienne et la respiration mitochondriale en bloquant le transport des électrons par fixation de la molécule au centre d'oxydation ubihydroquinone (Qo1) du cytochrome bcl (Complexe III de la chaîne respiratoire mitochondriale). La conséquence en est une réduction drastique de l'énergie cellulaire (ATP) disponible pour supporter les fonctions vitales du champignon pathogène cible ce qui entraîne sa mort. Par contre, la relative inefficacité d'iprodione contre la maladie foliaire due à *C. cassiicola* s'expliquerait par sa faible résistance au lessivage sur les feuilles de l'hévéa. Cependant, par le moyen d'association de matières actives, l'efficacité de carbendazime et pyraclostrobine serait renforcée par le chlorothalonil et le fenpropimorphe. En effet, le chlorothalonil est non systémique et multi-site, il perturbe divers enzymes importants des champignons parasites en empêchant leur germination. Le fenpropimorphe est systémique, il offre la meilleure matière active curative en inhibant la biosynthèse des stérols, en particulier de l'ergostérol présent essentiellement au niveau des membranes cytoplasmiques. La perméabilité sélective des membranes des cellules est perturbée entraînant la destruction du *C. cassiicola*.

Nos résultats révèlent que l'efficacité des trois fongicides est avérée indifféremment de leur dose et fréquence d'application. Ceci s'expliquerait par leur application préventive, à la réfoliation et en début de maladie « *Corynespora leaf fall* ». En effet, ces fongicides ont une protection de longue durée. Cette protection résulte de leur capacité d'inhiber la germination des spores, la pénétration des tubes germinatifs et le développement du mycélium. Ainsi, les doses simples ou doubles de ces fongicides traités à l'intervalle de 7 ou 10 jours nécessiteraient une ou deux applications pour assurer une meilleure protection contre l'affection foliaire due à *C. cassiicola*. L'efficacité de ces trois fongicides pour lutter contre cette maladie foliaire requerrait moins de 6 applications. Cette réduction éviterait le développement de résistance par *C. cassiicola*. Par ailleurs, la dose simple de carbendazime appliqué à intervalle de 7 jours lutterait efficacement contre la maladie « *Corynespora leaf fall* ». Le pyraclostrobine + fenpropimorphe (Comet plus), carbendazime + chlorothalonil (Banko plus) et carbendazime (Carhino) sont retenus pour lutter contre l'affection foliaire due à *C. cassiicola* lors des essais en plantations matures.

5. Conclusion

Les résultats montrent qu'il est possible de lutter contre la maladie « *Corynespora leaf fall* » par l'application de pyraclostrobine + fenpropimorphe (Comet plus), carbendazime + chlorothalonil (Banko plus)

et carbendazime (Carhino). Ces fongicides ont révélé une efficacité avérée contre *C. cassiicola* en jardin à bois de greffes. Cette efficacité maximale s'est traduite par les faibles attaques sur hévéas traités comparés à celles des arbres traités à l'iprodione et les témoins non traités. Le pyraclostrobine + fenpropimorphe (Comet plus) et carbendazime + chlorothalonil (Banko plus) sont indiqués pour tester la lutte contre la maladie « *Corynespora leaf fall* » en plantations matures. Toutefois, l'efficacité de ces fongicides devrait d'être confirmée en plantation adulte en utilisant un appareillage et un adjuvant adapté ainsi qu'un stade approprié de développement du feuillage.

Remerciements

Les auteurs remercient l'APROMAC et le FIRCA pour le financement des travaux de recherche. Ce travail a également été supporté par l'association des firmes phytosanitaires de la Côte d'Ivoire en fournissant gratuitement les fongicides pour les essais de lutte chimique contre la maladie « *Corynespora leaf fall* ».

Références

- [1] - T. S. RAMAKRISHNAN and P. N. R. PILLAY, Leaf spot of rubber caused by *Corynespora cassiicola* (Berk & Curt.) Wei. *Rubber Board Bulletin*, 5 (1961) 32 - 35.
- [2] - C. K. JAYASINGHE, *Corynespora Leaf Fall* : the most challenging rubber disease in Asian and African continents. *Bulletin of the Rubber Research Institute of Sri Lanka*, 42 (2000) 56 - 64.
- [3] - P. BARTHE, V. PUJADE-RENAUD, F. BRETON, D. GARGANI, R. THAI, C. ROUMESTAND, F. DE LAMOTTE, Structural analysis of cassiicolin, a host-selective protein toxin from *Corynespora cassiicola*. *Journal of Molecular Biology*, 367 (1) (2007) 89 - 101.
- [4] - M. B. ELLIS and P. HOLLIDAY, *Corynespora cassiicola*. CMI Description of pathogenic fungi and bacteria No° 333, (1971).
- [5] - B. C. ROY, Variability of *Corynespora cassiicola* as revealed through molecular analysis. In: " *Corynespora leaf disease of Hevea brasiliensis. Strategies for management* ", Eds. J. Kuruvilla et Roy B.C., (2006) 33 - 43.
- [6] - T. SAHA, A. KUMAR, A. S. SREENA, A. JOSEPH, CK. JACOB, R. KOTHANDARAMAN, M. A. NAZEER, Genetic variability of *Corynespora cassiicola* infecting *Hevea brasiliensis* isolated from the traditional rubber growing areas in India. *Indian journal of Natural Rubber Research*, 13 (1&2) (2000) 1 - 10.
- [7] - F. BRETON, Réactions de défense dans l'interaction *Hevea brasiliensis* / *Corynespora cassiicola* et implication d'une toxine dans le déterminisme de la réponse clonale. Thèse de Doctorat de l'Université Montpellier 2, Montpellier, (1997).
- [8] - M. DEON, Importance de la cassiicoline en tant qu'effecteur de la *Corynespora Leaf Fall* (CLF) chez l'hévéa. Développement d'outils pour le contrôle de la maladie. Thèse de Doctorat de l'Université Blaise Pascal, (2012) 179.
- [9] - P. J. WAHOUNOU, C. TRAN VAN CANH, J. Z KELI, J. M. ESCHBACH, Development of *Corynespora cassiicola* and *Colletotrichum gloeosporioides* leaf fall diseases in rubber plantation in Africa. In " *Proceeding of the workshop on Corynespora Leaf Fall disease* ", Medan, Indonesia, (1996) 99 - 106.
- [10] - C. J. KURUVILLA, *Corynespora leaf disease of Hevea brasiliensis*: A threat to natural rubber production. In " *Corynespora leaf disease of Hevea brasiliensis. Strategies for management* ", Eds. J. Kuruvilla et Roy B.C., (2006) 33 - 43.
- [11] - P. J. WAHOUNOU et J. MPIKA, Méthodes de lutte efficace contre *Corynespora* spp. Rapport fin de projet CNRA- FIRCA, N° 4 (2013) 55.

- [12] - M. J. MANJU, C. K. JACOB, S. P. IDICULA, K. K. VINOD, *Corynespora* leaf fall diseases management in hevea using oil-dispersible and dust fungicide formulations. *Indian journal of natural rubber research*, 15 (2002 a) 44 - 48.
- [13] - M. J. MANJU, S. P. IDICULA, C. K. JACOB, K. K. VINOD, E. PREM, Management of *corynespora* leaf fall (CLF) disease of rubber with water-based fungicide formulations. *Plantation crop research and development in the New Millennium*, (2002 b) 527 - 530.
- [14] - T. H. P. S. FERNANDO, C. K. JAYASINGHE, R. L. C. WIJESUNDEERA, D. SIRIWARDANA, Screening of fungicides against *corynespora* leaf fall disease of rubber under nursery conditions. *Journal of plant diseases and protection*, 117 (2010) 117 - 121.
- [15] - H. SOEPENA, SUWARTO and W. SINULINNGGA, Chemical control of *Corynespora* leaf fall. in " *Proceeding of the workshop on Corynespora leaf fall disease of Hevea rubber.*" Indonesian Rubber Research Institut, Medan, (1996) 215 - 224.
- [16] - W. P. K. SILVA, E. H. KARUNANAYAKE, R. L. C. WIJESUNDERA, U. M. S. PRIYANKA, Genetic variation in *Corynespora cassiicola* : a possible relationship between host origin and virulence. *Mycol. Res*, 107 (2003) 567 - 571.
- [17] - T. W. DARMANO, A. DARUSSAMIN and S. PAWIROSOEMARDJO, Variation among isolates of *Corynespora cassiicola* associated with *Hevea brasiliensis* in Indonesia. " *Proceedings of the workshop on corynespora leaf fall disease of Hevea rubber*". Indonesia Rubber research institute, Medan, Indonesia, (1996) 79 - 92.
- [18] - P. J. WAHOUNOU, Cote d'Ivoire country report on *Corynespora cassiicola*. " *Int. Rubber Res. Develop. Board Corynespora leaf fall disease workshop*" in Kuala Lumpur and Medan from 6th to 14th June, (2000) 5.
- [19] - H. L. YPEMA and R. E. GOLD, Kresoxim-methyl, modification of a naturally occurring compound to produce a new fungicide. *Plant Disease*, 83 (1999) 4 - 19.
- [20] - S. L. WILLINGHAM, K. G. PEGG, P. W. B. LANDGON, A. W. COOKE, D. PEASLEY, R. MCLENNAM, Combinations of Strobilurin fungicides and acibenzolar (Bion) to reduce scab on passion fruit caused by *Cladosporium oxysporum*. *Australasian plant pathology*, 31 (2002) 333 - 336.
- [21] - INFOPEST, 'Infopest-pest management information system'. (CD-ROM) (Department of primary industries : Brisbane), (2003).
- [22] - L. L. VANDREY, K. R. E. GRICE and D. WESTERHUIS, Field and laboratory evaluations of fungicides for the control of brown spot (*Corynespora cassiicola*) and black spot (*Asperisporium caricae*) of papaya in far north Queensland, Australia. *Australasian plant pathology*, 37 (2008) 552 - 558.
- [23] - N. G. AGRIOS, " *Plant pathology*". Acad. Press, London, (1988) 803.
- [24] - S. C. VYA, In " *Handbook of systemic fungicides*" (Vol. I). Tata McGraw Hill, New Delhi, (1993) 391.