



Association oxyde de cuivre et metalaxyl dans la lutte contre la pourriture brune des cabosses de cacaoyer en Cote d'Ivoire

POHE Jean¹, POHE Sédjouény Steve Wilfrid², OKOU Staelle Florence Famisso³

1. Laboratoire de biologie et de pathologie végétales Institut Polytechnique Félix Houphouët Boigny de Yamoussoukro BP 1313 Yamoussoukro Côte d'Ivoire

2. Ingénieur Agronome, Global Business Consulting Compagny Côte d'Ivoire

3. Ingénieur de l'Agriculture Inspection Phytosanitaire Ministère de l'Agriculture Côte d'Ivoire.

E-mail auteur correspondant: pobejean@yahoo.fr

Mots clefs: Oxyde de cuivre, métalaxyl, association, pourriture brune, cabosse de cacaoyer

Keywords: Copper oxide, métalaxyl, association, brown rot, cocoa pod

1. RESUME

Dans l'optique de réduire les quantités de cuivre utilisées dans la lutte contre la pourriture brune des cabosses de cacaoyer, enfin d'éviter une accumulation excessives de celui-ci dans le sol, un essai en plein champs a été mis en place. L'essai a été installé dans un dispositif en blocs complètement randomisés avec 6 traitements en 4 répétitions chacun. Un témoin constitué de parcelles dans lesquelles aucun apport fongicide n'a eu lieu et un témoin de référence avec des applications d'oxyde de cuivre à raison de 450g /ha ont été comparés à des applications de quatre associations d'oxyde de cuivre et de métalaxyl. Il s'agit d'appliquer par hectare respectivement 120g d'oxyde de cuivre plus 12g de métalaxyl, 114g d'oxyde de cuivre plus 18g de métalaxyl, 106g d'oxyde de cuivre plus 26g de métalaxyl et 102g d'oxyde de cuivre plus 30g de métalaxyl. Il ressort de cette étude que les associations d'oxyde de cuivre et de métalaxyl apparaissent plus efficaces que l'oxyde de cuivre. Avec des applications de 450g/ha d'oxyde de cuivre, les taux de cabosses infectées sont de $21,3 \pm 0,51\%$. Cependant, avec des applications de faibles doses d'oxyde de cuivre, 120 à 102g/ha, associées respectivement à 12 à 30g de métalaxyl, les taux de cabosses infectées varient entre $9,22 \pm 1,36$ et $11,06 \pm 1,47\%$. L'association oxyde de cuivre et métalaxyl permet d'une part, de réduire la quantité du cuivre dans le but de protéger l'environnement notamment la biomasse sensible à l'accumulation excessive de celui-ci et d'autre part, d'éviter l'apparition des souches résistantes de *Phytophthora* Spp. qui pourraient naître de l'utilisation du métalaxyl, tout en assurant une bonne protection du verger cacaoyer.

ABSTRACT

In order to reduce the amount of copper used in the fight against pod rot of cocoa, and finally to avoid excessive accumulation of it in the ground, an open field test was implemented. The trial was set in a completely randomized block design with 6 treatments in 4 repetitions each. A control consisted of plots in which no fungicides input and a treatment plots with applications of copper oxide at a rate of 450 g /ha were compared with four applications of copper oxide and metalaxyl. This was applied per hectare respectively 120g of copper oxide plus 12g of metalaxyl, 114g of copper oxide plus 18g of metalaxyl, 106g of copper oxide plus 26g of metalaxyl and 102g of copper oxide plus 30g of metalaxyl. It appears from this study that the associations of copper oxide and metalaxyl appear more

effective than copper oxide. With applications 450g/ha copper oxide, the rate of infected pods were $21.3 \pm 0.51\%$. However, applications with low doses of copper oxide, 120 to 102g/ha respectively associated with 12 to 30g of metalaxyl, rates of infected pods vary between 9.22 ± 1.36 and $11.06 \pm 1.47\%$. The combination of copper oxide and metalaxyl allows the, to reduction in the amount of copper used thus protecting the environment, particularly biomass sensitive to excessive accumulation of the latter. Also to avoid the emergence of resistant strains of *Phytophthora* spp. that could be born from the use of metalaxyl, while ensuring good protection of cacao orchard.

2 INTRODUCTION

L'utilisation du cuivre dans la lutte contre la pourriture brune des cabosses de cacaoier est courante en Côte d'Ivoire. Le cuivre y est apporté sous forme de sels cupriques comme l'hydroxyde de cuivre, l'oxyde de cuivre et l'oxychlorure de cuivre (Pohe, 2012). Tous ces formulations agissent par l'ion cuivre (Cu^{++}) qui libéré dans l'eau a des propriétés fongicides multi-sites face auxquelles aucune race résistante n'est encore apparue dans la population de champignons pathogènes combattus (Leroux, 2003 A et B ; Girard, 2004; Rocher, 2004). Il est le fongicide réellement efficace en agriculture et certains auteurs le considèrent même comme un fongicide sans alternative (Jonis, 2009). Cependant, il a été rapporté que l'usage du cuivre représente un risque inacceptable pour l'environnement. Contrairement aux fongicides organiques qui peuvent être dégradés, le cuivre s'accumule dans le sol et son excès entraîne une diminution

radicale de la biomasse du fait de la disparition de petits mammifères et des vers de terre responsables de la fertilité des sols (Chaussod, 2000).

Pour éviter l'accumulation excessive du cuivre aux conséquences immesurables pour l'agriculture, des associations de sels cupriques à proportion réduite avec une autre matière active sont mises en expérimentation dans la lutte contre la pourriture brune des cabosses de cacaoier en Côte d'Ivoire. C'est dans ce cadre que s'inscrit notre étude. Elle a pour objectif l'évaluation de l'impact, en champs sur la pourriture brune des cabosses de cacaoier, de l'association de l'oxyde de cuivre avec le métalaxyl. A cet effet, des traitements de différentes associations de ces deux matières actives ont été comparés d'une part, avec un traitement à base d'oxyde de cuivre simple et d'autre part, avec un témoin sans aucune application fongicide.

3 MATERIEL ET METHODES

3.1 Site expérimental : L'essai a été installé dans une plantation villageoise à Malamalakro, village situé à une quarantaine de kilomètres de la ville d'Aboisso sur l'axe Aboisso-Noé. La zone est caractérisée par un climat de type forestier avec quatre saisons (deux saisons pluvieuses intercalées de deux sèches).

3.2 Matériels

3.2.1. Matériel végétal : Les applications fongicides ont été réalisées sur des cacaoiers d'hybridations diverses appelés communément tout venant mis en place depuis 2000.

3.2.2. Fongicides : Les fongicides sont apportés sous formes d'association d'oxyde de cuivre et de métalaxyl d'une part (produits tests non encore commercialisés) et d'autre part sous forme d'oxyde de cuivre simple (NORDOX 75 WP). Ils sont tous sous forme de poudres mouillables. Ils sont appliqués à l'aide d'un atomiseur à débit réglable sous forme de bouillies réalisées avec de l'eau.

éthodes

3.3.1. Dispositif expérimental : Le dispositif utilisé pour l'étude est celui des blocs

complètement randomisés. Il est constitué de 6 traitements en 4 répétitions chacun:

- T0 : témoin sans application fongicide;
- T1: produit de référence (NODOX 75 WP) apporté à la dose de 600g/ha soit ,450g/ha d'oxyde de cuivre soit, 50% ou 225g de cuivre métal (Cu) homologué et utilisé sur les cacaoyers en Côte d'Ivoire;
- T2: association de 120g d'oxyde de cuivre soit, 50% ou 60g de Cu et 12g de métalaxyl (132g/ha de m.a.);
- T3 : association de 114g d'oxyde de cuivre soit, 50% ou 57g de Cu et 18g de métalaxyl (132g/ha de m.a.);
- T4 : association de 106g d'oxyde de cuivre soit, 50% ou 53g de Cu et 26g de métalaxyl (132/ha de m.a);
- T5: association de 102g d'oxyde de cuivre soit, 50% ou 51g de Cu et 30g de métalaxyl (132g/ha de m.a).

4. RESULTATS

Les taux hebdomadaires des cabosses attaquées par *Phytophthora* Spp. agents de la pourriture brune enregistrés aux cours des observations

T2, T3, T4 et T5 constituent les traitements relatifs aux différentes associations tests. La mise en place de l'essai et le premier traitement ont eu lieu le 19 juin 2011 pendant la grande saison pluvieuse. Des observations des taux de cabosses de cacaoyer infectées par la pourriture brune ont été faites dans toutes les parcelles expérimentales avant les premières applications fongicides et reprises chaque semaine tout le long de l'essai.

3.2.3. Analyse de données : Les taux des cabosses de cacaoyer infectées par la pourriture brune ont été calculés par rapport au nombre total de cabosses observées. Pour évaluer l'impact des applications fongicides, les taux enregistrés dans différentes parcelles ont été soumis à une analyse de variance ($P < 1\%$) et de comparaison des moyennes par la plus petite différence significative (PPDS) au seuil de probabilité $p < 5\%$.

ont permis de tracer les courbes illustrées dans la figures1.

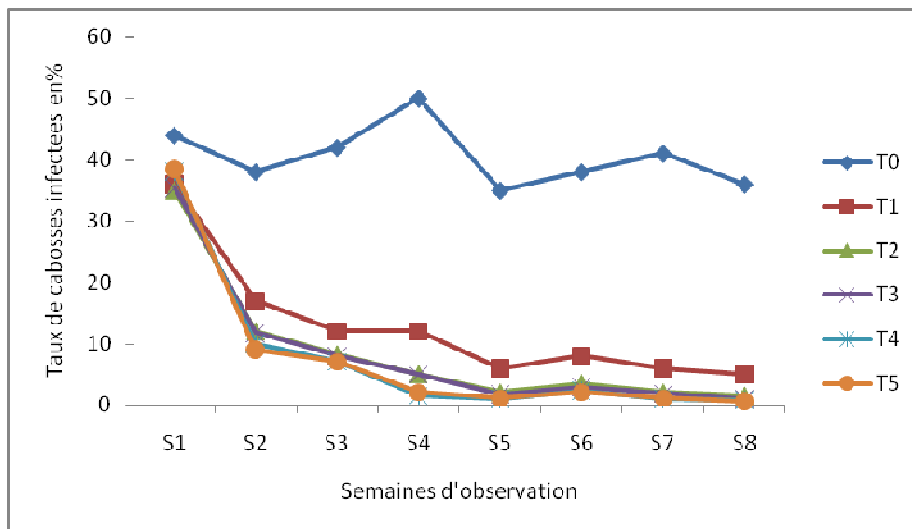


Figure 1: Evolution hebdomadaire des taux des cabosses Infectées par *Phytophthora* Spp.

L'analyse des courbes représentées sur la figure1 laisse apparaître de fortes différences entre les parcelles témoins et celles ayant reçues

des applications fongicides. En effet, dans les parcelles sans application fongicide, les taux hebdomadaires des attaques des cabosses de



cacaoyer par *Phytophthora* Spp. restent assez importants, ils évoluent au-dessus de 40% (Figure1). L'allure de la courbe présente des pics par endroit. Cet aspect n'est pas présenté par les courbes relatives aux applications fongicides, celles-ci sont régulièrement décroissantes et évoluent toutes en dessous de 12%. Elles apparaissent superposées surtout celles qui sont relatives aux associations binaires. Les courbes relatives aux taux des cabosses infectées dans les parcelles traitées aux complexes binaires évoluent toutes en dessous de celle issue des parcelles traitées à l'oxyde de cuivre simple. Les taux globaux des cabosses infectées par *Phytophthora* Spp. pendant la période d'observation sont représentés dans la Figure 2. Ces taux apparaissent différents d'un traitement à l'autre. Ils sont en moyennes de $49,09 \pm 1,56\%$ dans les parcelles témoins où les applications fongicides n'ont pas eu lieu. Ils sont de $21,3 \pm 0,51\%$ en moyenne dans les parcelles ayant reçu des applications à l'oxyde de cuivre. Ils varient en moyenne entre $9,22 \pm 1,36$ et $11,06 \pm 1,47\%$ dans les parcelles où

sont appliquées les associations binaires oxyde de cuivre et métalaxyl. Ces observations sont confirmées par l'analyse de variance (tableau 1). Il ya une différence hautement significative entre les traitements ($P = 0,000 < 1\%$). La comparaison des moyennes par la méthode de la plus petite différence significative (PPDS) montre que les taux des attaques de *Phytophthora* Spp. dans les parcelles non traitées aux fongicides sont significativement plus importants que ceux enregistrés dans les parcelles ayant reçues des applications fongicides. Cette même comparaison montre qu'il n'existe pas de différence significative entre les taux de cabosses infectées par *Phytophthora* Spp. dans les parcelles où il ya eu des applications d'associations de matières actives oxydes de cuivre et métalaxyl, par contre dans ces dernières les taux de cabosses infectées sont statistiquement plus faibles que ceux enregistrés dans les parcelles ayant reçu les applications du fongicide de référence, l'oxyde de cuivre utilisé à 450g/ha (figure 2).

Tableau 1: Analyse de variance

	Somme des carrés	ddl	Moyenne des carrés	F	Signification
Inter-groupes	4875,635	5	975,127	980,397	,000**
Intra-groupes	17,903	18	,995		
Total	4893,539	23			

** : Hautement significatif $P = 0,000 < 1\%$

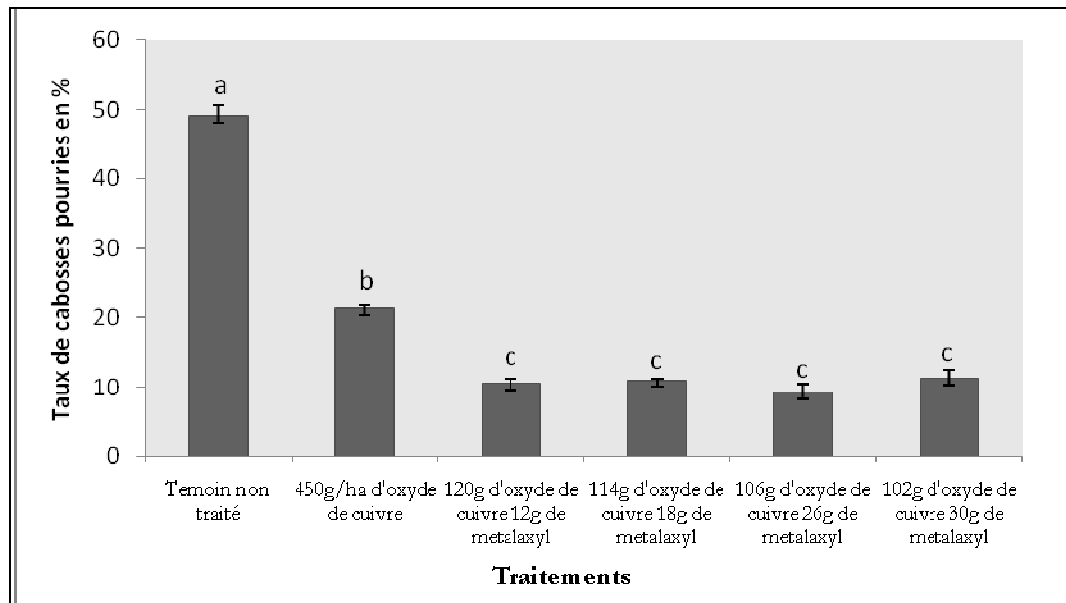


Figure 2 : Taux d'attaque en fonction des différents traitements effectués.

Les barres surmontées de la même lettre ne sont pas significativement différentes selon le test de PPDS à 5%. ($T_0 > T_1 > T_2 = T_3 = T_4 = T_5$)

5. DISCUSSION

L'utilisation de l'oxyde de cuivre a entraîné une réduction notable des taux des attaques de *Phytophthora* Spp. sur les cabosses de cacaoyer et davantage lorsque l'oxyde de cuivre est associé au métalaxyl. Face aux applications de ces fongicides, les caractéristiques épidémiques connues des maladies à *Phytophthora* Spp. avec des pics d'explosion liés aux conditions climatiques (Brasier and Hansen, 1992; pohe, 1996, 2012) ont disparu. Les résultats de nos études qui corroborent avec ceux d'autres auteurs (Davous et al., 1984; Dezaï, 2012) viennent militer en faveur de l'application des fongicides binaires à l'effet de remédier aux désidératas de l'un ou de l'autre des produits couramment utilisés. En effet, Les deux matières actives sont depuis longtemps utilisées séparément pour lutter contre les agents pathogènes des cultures et surtout contre ceux de la pourriture brune du cacaoyer (Davous et al., 1984; Matthews and al., 2003; Kebe et al., 2009). Cependant, des inquiétudes s'installent quant aux conséquences qui naîtraient de l'utilisation prolongée de ces produits. Le métalaxyl, fongicide organique, a la propriété

de se dégrader rapidement ce qui éviterait son accumulation dans le sol (Chaussod, 2009). Cependant, il est rapporté par de nombreux auteurs que son utilisation occasionnerait l'apparition des souches résistantes dans les populations de *Phytophthora* Spp. (Dadvise and al., 1981; Chang and Ko, 1990; Fontem and al., 2005; He and al., 2005; Tondje and al., 2006). Le cuivre, à travers les sels cupriques dont l'oxyde de cuivre, depuis la découverte de la bouillie bordelaise a été toujours considéré comme le fongicide idéal voire sans alternative (Rocher, 2004; Jonis, 2009). Par ses actions multi-sites, son utilisation n'aurait jamais provoqué d'apparition de souches résistantes dans la population des agents pathogènes tels que les *Phytophthora* Spp. (Leroux, 2003 A et B; Girard, 2004; Rocher, 2004). Par contre son utilisation est de plus en plus décriée. En effet, l'ion cuivre (Cu^{++}) qui se libère des sels cupriques dont l'oxyde de cuivre dans l'eau et qui a l'action fongicide (Leroux, 2003 A et B; Girard, 2004; Rocher, 2004), est un métal lourd qui ne se dégrade pas facilement. Son accumulation excessive serait néfaste pour la



biomasse et entrainerait la perte de fertilité des sols (Chaussod, 2009). Cette étude qui n'est qu'une contribution indique qu'il est possible de réduire la quantité de l'oxyde de cuivre donc du cuivre métal dans la lutte contre la pourriture brune des cabosses de cacaoyer. En passant de l'application de 450g/ha d'oxyde de cuivre soit, 225g de cuivre métal à 102g/ha soit, 51g de cuivre métal en association avec le métalaxyl, de meilleurs résultats de réduction des taux de cabosses atteintes de pourriture

6 CONCLUSION

Cette expérimentation effectuée en plein champ vient une fois de plus confirmer l'efficacité du fongicide de référence l'oxyde de cuivre, déjà homologué pour la lutte contre la pourriture brune des cabosses de cacaoyer en Côte d'Ivoire. Aussi les résultats obtenus ont-ils permis de mettre en évidence l'efficacité forte même à petites doses de l'oxyde de cuivre lorsque celles-ci sont associées au métalaxyl.

7 REFERENCES

- Brasier, C.M. and Hansen, E.M. 1992. Evolutionary Biology of *Phytophthora*, Part. II: Phylogeny, speciation, and population structure. Annu. Rev. phytopathol. 30:173-200.
- Chang T and Ko W. 1990. Effect of metalaxyl on mating type of *Phytophthora infestans* and *P. parasitica*. Ann. Phytopath. Soc. Jpn ; 52 :194-198
- Chaussod R. 2009. Présentation journée «matières organiques», Estagel, 09 janvier 2009 chambre d'Agriculture des Pyrénées orientales.
- Davidse L.C., Looijens D. Turkensten L.J. and Van der wal D. 1981. Occurrence of metalaxyl-resistant strains of *Phytophthora infestans* in the Netherlands Eur. Plant prot. Bull. 15: 403-409
- Davous M.P., Djiekpor E.K. et Cilas C. Gokas K. 1984. Contribution à la mise au point de la lute chimique contre la pourriture brune de cabosses de cacaoyer au Togo. Etude des possibilités d'emploi de métalaxyl. Café Cacao Thé. 28(3) 191-202.
- Dezaï L.R. 2012. Efficacité des formulations fongicides binaires contre la pourriture brune des cabosses de cacaoyer. Mémoire de fin d'étude agronomique, option défense des cultures. ESA/INP-HB Yamoussoukro Côte d'Ivoire. 63p.
- Foko J. 2005. Bioassay of *Geniculosporium* species for *Phytophthora megakarya* biological control on cacao pod husk pieces. African Journal of Biotechnology vol. 5(8). 648-652.
- Fontem D.A, Olanya O.M., Isopenben G.B. and Owana M.A.P. 2005. Pathogenicity and metalaxyl sensitivity of *Phytophthora infestans* isolates obtained from garden huckleberry, potato and tomato in Cameroon. Crop protection. 24: 449-456
- Girard, H. 2004: - Le cuivre : Origine, usage, et différentes formes. Journées techniques de viticulture biologique Avignon les 8 e



- t9 décembre 2004 Ed. ITAB. PARIS. pp 72-89.
- He Z.L., Yang X.E. and Stoffela P.J. 2005. Trace elements in agroecosystems and impacts on the environment. 19: 125-140.
- Jonis M. 2009. Usage du cuivre en Agriculture biologique. Résultats d'enquête. In Usage du cuivre pour la protection de vins, fruits et légumes biologiques. Etude ITAB. Septembre 2009. pp 2-25
- Kebe, B., N'guessan F.K., Keli J.Z., Tahy G.M. Assiri A.A. Koko L.K. Kohi N.J. Irie Bi Z. et Koffi N. (200). Bien cultiver le cacaoyer en Côte d'Ivoire. Document CNRA/CTA. 4P.
- Leroux P. 200a. Fungicide resistance in plant pathogens: A phenomenon difficult to manage. Phytoma 566: 36-40
- Leroux P. 2003b. Modes d'action des produits phytosanitaires sur les organismes pathogènes des plantes. CR Biologies 326: 9-21
- Matthews G., Wiles T. and Beleguel P. 2003. A survey of pesticide application in Cameroon. Crop. protection 22: 707-714
- Pohé J. 1996. Contribution à l'étude de la pourriture du cœur et de la chute des noix immatures du cocotier dues à *Phytophthora katsurae* (Ko et Chang) en Côte d'Ivoire. Thèse de doctorat de l'Institut National Agronomique Paris-Grignon, 13 décembre 1996. 179p.
- Pohé J., 2012. Action du dosage en cuivre des sels cupriques et de la périodicité de leur application sur la pourriture brune des cabosses de cacaoyer en Côte d'Ivoire. Journal of Animal and Plant Sciences 15(3): 2243-2251.
- Rocher F. 2004 Lutte chimique contre les champignons pathogènes : Evaluation de la systémie phloémienne de nouvelles molécules à effet fongicide et d'activateur de réactions de défense. Thèse pour l'obtention de grade de Docteur de l'université de Poitiers
- Faculté des sciences Fondamentales et appliquées, 12 octobre 2004
- Tondje P.R. Hebbar K.P., Samuels G. Bowers J.H. Weise S. Nyembs E., Begoude D. and Foko J. 2005. Bioassay of *Geniculosporium* species for *Phytophthora megakarya* biological control on cacao pod husk pieces. African Journal of Biotechnology vol. 5(8). 648-652