

Effets de deux huiles essentielles de plantes aromatiques pour le contrôle de *Magnaporthe oryzae* B.C. Couch et sur les paramètres de rendement du riz au Burkina Faso

Souleymane OUATTARA^{1*}, Inoussa SANANE⁴, Abalo Itolou KASSANKOGNO³,
Sylvain ZOUGRANA³, Adama SIRIMA¹, Abdoulaye SÉRÉMÉ² et Kadidia KOÏTA¹

¹ Université Joseph KI-ZERBO, Ecole doctorale Sciences et Technologie, Laboratoire Biosciences,
Equipe Phytopathologie et Mycologie tropicale, 03 BP 7021 Ouagadougou 03, Burkina Faso

² Centre National de Recherche Scientifique et Technologique (CNRST), Institut de Recherche en Sciences
Appliquées et Technologies (IRSAT), 03 BP 7047 Ouagadougou 03, Burkina Faso

³ Centre National de Recherche Scientifique et Technologique (CNRST), Institut de l'Environnement et de
Recherches Agricoles (INERA), 01 BP 910 Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso

⁴ Université de Ouahigouya, Unité de Formation et de Recherche en Sciences et Technologies,
01 BP 346 Ouahigouya 01, Burkina Faso

(Reçu le 26 Juin 2023 ; Accepté le 19 Septembre 2023)

* Correspondance, courriel : s.ouattara34@yahoo.com

Résumé

Ce travail a pour objectif d'évaluer l'effet des huiles essentielles de *Cymbopogon schoenanthus* et de *Lippia multiflora* ainsi que leur combinaison à des doses respectives de 1,5 µl/ml, 0,6 µl/ml, et 0,3 µl/ml pour le contrôle en milieu semi-contrôlé de *Magnaporthe oryzae* et sur les paramètres de rendement du riz. Les plants de riz ont été inoculés à 10⁵ conidies par millilitre de *Magnaporthe oryzae* au 14^{ème} jour après repiquage en pot. Les huiles essentielles ont été appliquées suivant les méthodes préventive et curative. Un fongicide de synthèse et un témoin absolu ont été utilisés. Les paramètres évalués ont été la sévérité, l'incidence paniculaire, le taux d'inhibition de la sévérité et de l'incidence paniculaire, le pourcentage de talles productives, la hauteur des plantes et le rendement grain par pot. Les résultats montrent que l'huile essentielle de *Lippia multiflora* à la dose de 0,6 µl/ml a réduit significativement le degré de sévérité et a amélioré la hauteur des plantes respectivement à 16,33 % et à 101 cm en méthode préventive. La combinaison des deux huiles à la dose de 0,3 µl/ml a réduit l'incidence paniculaire et a amélioré le pourcentage de talles productives et le rendement grain par pot respectives à 7 %, 96,33 % et 61,28 g en application préventive. Le fongicide chimique a présenté de meilleurs résultats dans l'inhibition de la maladie. Au regard de leur efficacité, l'huile essentielle de *Lippia multiflora* ainsi que sa combinaison avec celle de *Cymbopogon schoenanthus* peuvent être utilisées dans la lutte contre la pyriculariose du riz dans les rizières.

Mots-clés : *Oryza sativa* L., *Magnaporthe oryzae*, huiles essentielles, Burkina Faso.

Abstract

Effects of two essential oils of aromatic plants against *Magnaporthe oryzae* B.C. Couch and on rice yield parameters in Burkina Faso

The aim of this study is to evaluate the effect of *Cymbopogon schoenanthus* and *Lippia multiflora* essential oils and their combination at doses of 1.5 µl/ml, 0.6 µl/ml and 0.3 µl/ml respectively in controlling *Magnaporthe oryzae* in semi-controlled environments and on the rice yield parameters. Rice plants were inoculated with 10⁵ conidia/ml of *Magnaporthe oryzae* on the 14th day after transplanting. Essential oils were applied using the preventive and curative methods. A synthetic fungicide and an absolute control were used. The parameters assessed were the severity, the panicular incidence, the rate of productive tillers, the plant height and the grain yield per pot. The results show that the essential oil of *Lippia multiflora* at the dose of 0.6 µl/ml significantly reduced the degree of severity and improved plant height to 16.33 % and 101 cm respectively in the preventive method. The combination of the two oils at the dose of 0.3 µl/ml reduced panicular incidence and improved the rate of productive tillers and grain yield per pot in the preventive method to 7%, 96.33 % and 61.28g respectively. The chemical fungicide showed better results in inhibiting the disease. Considering their efficacy, *Lippia multiflora* essential oil and its combination with *Cymbopogon schoenanthus* essential oil can be used to fight against rice blast in rice fields.

Keywords : *Oryza sativa* L., *Magnaporthe oryzae*, essential oils, Burkina Faso.

1. Introduction

La culture du riz occupe une place importante dans la production céréalière au Burkina Faso. Sa production est confrontée à plusieurs contraintes parmi lesquelles les maladies fongiques dont la pyriculariose causée par *M. oryzae* qui est la principale affection fongique de toutes les régions rizicoles au Burkina Faso [1]. Elle est susceptible de causer d'énormes dégâts et pertes de rendement pouvant atteindre 100 % [2 - 5]. Des études ont montré que de meilleures conditions climatiques et édaphiques sont très favorables à l'apparition et à l'évolution de *M. oryzae* [6]. Aussi, l'effet de l'âge de la plante sur la réceptivité des feuilles du riz à la maladie diffère selon le stade de croissance de la plante, les espèces fongiques et les variétés testées [7, 8]. De nombreuses méthodes de lutttes sont prospectées parmi lesquelles celle utilisant les produits chimiques de synthèse a connu un succès avec l'augmentation des rendements mais celle-ci reste coûteuse et son utilisation a des répercussions désastreuses sur l'environnement et la santé humaine [9]. D'où la nécessité de recourir à des bio-pesticides comme moyen alternatif pour le contrôle de cette maladie [10 - 12]. Des études ont montré que des huiles essentielles de plantes aromatiques telles que *Citrus sp*, *L. multiflora*, *C. schoenanthus*, *Ocimum sp* et *Thymus sp* possèdent des propriétés insecticides, bactéricides ou fongicides [13 - 15]. Certains travaux ont montré que l'huile essentielle de *C. schoenanthus* et de *L. multiflora* ont présenté une forte activité antifongique en stoppant la croissance mycélienne de l'isolat d'*Alternaria sp* pour des doses allant de 5 % à 100 % [16]. Egalement, d'autres auteurs ont montré que l'huile essentielle de *L. multiflora* avait une forte activité antifongique en inhibant totalement la croissance mycélienne de *P. oryzae*, de *F. moniliforme* et de *B. oryzae* respectivement à 600 ppm, à 100 ppm et à 400 ppm [17]. Cependant, l'utilisation des huiles essentielles de plantes aromatiques en milieu semi-contrôlé reste peu évoquée. C'est la raison pour laquelle cette étude a été réalisée avec pour objectif d'évaluer l'effet des huiles essentielles de *L. multiflora* et de *C. schoenanthus* ainsi que leur combinaison contre *M. oryzae* et sur les paramètres de rendements du riz.

2. Matériel et méthodes

2-1. Présentation du site d'expérimentation

L'étude a été réalisée du 1er Mars au 30 Septembre 2022, à la station de recherche de l'INERA sise à Farako-Bâ, à une dizaine de km au Sud-Ouest de Bobo-Dioulasso. Elle se trouve à une altitude de 405 m avec une latitude Nord de 11° 06' et de longitude Ouest 4° 20' [18]. Le cumul pluviométrique recueilli à la station de Mars à septembre 2022 était de 1260,4 mm en 59 jours pluvieux. Les sols sont de type ferrugineux tropicaux à texture sablo-limoneuse, légèrement acide, pauvre en azote et phosphore assimilable [19].

2-2. Matériel végétal et fongique

Le matériel végétal utilisé est la variété TS2, reconnue sensible à la pyriculariose foliaire et paniculaire. La souche BF201 de *M. oryzae* utilisée est une souche provenant du Burkina Faso isolée à partir des feuilles de riz collectées sur le site de Farakô-Bâ et caractérisées. Le choix de cette souche se justifie par son niveau de virulence élevé [20].

2-3. Huiles essentielles

Les huiles essentielles de *C. schoenanthus* (*Lm*) et de *L. multiflora* (*Cs*) utilisées pour les tests, ont été extraites à partir des rameaux feuillés. Leur extraction a été faite par distillation au Laboratoire du Département Substances Naturelles de l'Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologies de Ouagadougou sis à Kossodo. La distillation à la vapeur humide à l'aide d'un alambic a été utilisée pour l'extraction des huiles essentielles. Ces huiles ont été utilisées en pure individuellement (100 %) puis combinées (50 % *Lm* + 50 % *Cs*).

2-4. Dosage des huiles essentielles

Les huiles essentielles de *C. schoenanthus* et de *L. multiflora* ainsi que leur combinaison (*Lm* + *Cs*) reconnues très efficace à des doses minimales d'inhibition respectives de 0,6 µl/ml, 1,5 µl/ml et 0,3 µl/ml dans l'évaluation antifongique *in vitro* de la croissance mycélienne en méthode de contact direct, ont été utilisées aux mêmes doses pour la conduite des tests sous serre. L'éthanol a été utilisé comme émulsifiant pour la dilution des huiles essentielles [16, 21].

2-5. Dispositif expérimental et conduite de l'essai

L'essai, conduit sous serre comportait trois (03) traitements (*Lm*, *Cs* et *Lm* + *Cs*) avec trois répétitions chacun. Un fongicide chimique, le mancozeb et un témoin absolu ont été utilisés. Les plants, après pré-germination des grains, ont été repiqués dans des pots, préalablement remplis de terreau stérilisé à raison d'un plant par pot. Pour l'inoculation des plantes, du mycélium issu de culture pure a été prélevé et étalé sur du papier buvard dans des boîtes de Pétri contenant le milieu PDA (Potato Dextrose Agar). Après sporulation, la surface du milieu de culture a été raclée à l'aide d'un pinceau stérile après ajout de 15 ml d'eau distillée stérile. La suspension sporale obtenue a été agitée pendant 60 secondes à l'aide d'un agitateur puis filtrée à l'aide d'un tamis à mailles fines afin de séparer les spores des débris mycéliens. Après comptage des spores sur une Cellule de Malassez. Le filtrat obtenu a été ajusté avec de l'eau distillée stérile contenant 0,1 % de gélatine et 0,05 % de Tween20 de façon à avoir une concentration finale de 10⁵ spores/ml. L'inoculation a été réalisée 14^{ème} jour après repiquage par pulvérisation de la suspension conidienne sur les feuilles des plantes de riz. Ensuite les plantes ont été incubées pendant 24 heures dans une chambre noire humidifiée avec de l'eau de robinet à l'aide d'un brumisateur.

2-6. Méthodes d'application des huiles essentielles aux plantes

Deux méthodes d'application ont été utilisées à savoir la méthode préventive et la méthode curative. La méthode préventive a consisté à faire une pulvérisation des huiles 24 heures avant l'inoculation des plantes de riz. La méthode curative a consisté à faire une application des huiles essentielles 24 heures après l'inoculation des plantes de riz.

2-7. Les paramètres évalués

Pour évaluer l'effet des huiles essentielles, des observations visuelles périodiques ont été faites sur les feuilles au 7^{ième}, 14^{ième}, 21^{ième} et 28^{ième} jour après inoculation et sur les panicules au 10^{ième}, 20^{ième} et 30^{ième} jour après épiaison à l'aide de l'échelle de IRRI [22]. La sévérité, l'incidence paniculaire ainsi que leurs pourcentages d'inhibition ont été évalués.

- La sévérité a été exprimée en pourcentage de surface foliaire malade.
- L'incidence paniculaire (IP) a été évaluée en comptant le nombre de panicules infectées sur le nombre total de panicules selon la **Formule** suivante :

$$IP = \sum_{i=1}^n \left(\frac{x_i + \dots + x_{i+1}}{X} \right) \times 100 \quad (1)$$

avec, n : le nombre de répétitions, x_i : le nombre de panicules malades et X : le nombre total de panicules.

- Le taux d'inhibition (TI) a été calculé suivant la **Formule** :

$$TI_{(\%)} = \left(1 - \frac{T}{T_0} \right) \times 100 \quad (2)$$

avec, T_0 : la valeur moyenne enregistrée par le témoin, T : la valeur moyenne enregistrée par le traitement contenant l'huile essentielle ou le fongicide. La hauteur des plantes et le pourcentage de tiges productives ont été évalués au 60^{ième} jour après repiquage et le rendement grains par pot a été évalué à la récolte.

2-8. Analyse des données

Les données collectées ont été saisies sur le tableur Microsoft Excel 2013 puis analysées avec le logiciel XLSTAT.2016. L'analyse statistique de la variance et la comparaison des moyennes ont été faites au moyen d'ANOVA en utilisant le test de Fisher au seuil de 5 % de probabilité.

3. Résultats

3-1. Effets des huiles essentielles pour le contrôle de *Magnaporthe oryzae*

3-1-1. Effets des huiles essentielles pour le contrôle de la pyriculariose foliaire

Le **Tableau 1** présente l'effet des huiles essentielles et leur combinaison pour le contrôle de la pyriculariose foliaire en méthodes préventive et curative. Quelle que soit la période d'incubation, les huiles essentielles ainsi que leur combinaison permettent de contrôler significativement ($p < 0,001$) la pyriculariose foliaire par rapport au témoin T_0 . Cet effet reste le même en traitement curatif ou préventif. Parmi les deux huiles essentielles et leur combinaison, les résultats montrent au 28^{ième} jour après inoculation (JAI) que les pourcentages de surfaces foliaires malades les plus faibles ont été enregistrés par l'huile essentielle de

L. multiflora en application préventive (16,33 %) et par la combinaison des deux huiles essentielles en application curative (19,57 %). En application préventive et curative, l'huile essentielle de *C. schoenanthus* a enregistré au 28^{ième} JAI les pourcentages de surfaces foliaires malades les plus élevés avec respectives 25,66 %, et 27,77 %. Le fongicide chimique et le témoin absolu ont enregistré respectivement 9,33 % et 49 % de surface foliaire malade.

Tableau 1 : Effets des huiles essentielles pour le contrôle de la pyriculariose foliaire

Méthodes	Périodes (JAI)	Cs	Lm	Lm/Cs	Fongicide	T0	Pr > F	Signification
Préventive	7	0,90 ^b	0,90 ^b	0,90 ^b	0,67 ^c	1,00 ^a	0,0001	THS
	14	1,70 ^b	1,00 ^c	1,70 ^b	0,88 ^d	5,00 ^a	0,0001	THS
	21	24,87 ^b	14,00 ^d	18,86 ^c	7,78 ^e	44,75 ^a	0,0001	THS
	28	25,66 ^b	16,33 ^c	19,57 ^{bc}	9,33 ^d	49,00 ^a	0,0001	THS
Curative	7	0,90 ^b	0,90 ^b	1,00 ^a	0,67 ^c	1,00 ^a	0,0001	THS
	14	5,00 ^b	4,00 ^c	4,00 ^c	0,88 ^d	5,00 ^a	0,0001	THS
	21	25,00 ^b	16,00 ^c	17,00 ^c	7,78 ^d	44,75 ^a	0,0001	THS
	28	27,77 ^{bc}	21,12 ^{cd}	19,33 ^d	9,33 ^e	49,00 ^a	0,0001	THS

JAI = Jour Après Inoculation, Cs = *Cymbopogon schoenanthus*, Lm = *Lippia multiflora*, Lm/Cs = combinaison de *Cymbopogon schoenanthus* et de *Lippia multiflora*. Les valeurs de la même colonne affectées de la même lettre ne sont pas statistiquement différentes au seuil de probabilité de 5 %

3-1-2. Taux d'inhibition de la pyriculariose foliaire par les huiles essentielles

Le **Tableau 2** présente les taux d'inhibition de la pyriculariose foliaire. L'analyse de la variance a montré une différence significative entre les traitements en méthodes préventive et curative. Les résultats ont montré que du 7^{ième} au 28^{ième} jour après inoculation (JAI), les taux d'inhibition de la pyriculariose foliaire ont varié selon la méthode et la période d'application des huiles essentielles. Les résultats montrent que tous les traitements ont présenté un pouvoir d'inhibition très élevé au 14^{ième} JAI en méthode préventive avec des valeurs de 73 %, 80 % et 73 % enregistrés respectivement par les huiles de *C. schoenanthus*, de *L. multiflora* et la combinaison des huiles de *L. multiflora* et de *C. schoenanthus*. En méthode curative, les taux d'inhibition les plus élevés ont été enregistré au 21^{ième} JAI par les huiles de *C. schoenanthus* (66,67 %), *L. multiflora* (68,67 %) et la combinaison des deux huiles (67,33 %). Le fongicide chimique a enregistré des taux d'inhibition le plus élevés au 14^{ième} et au 21^{ième} JAI avec respectivement 96,84 % et 96,25 % de surface foliaire malade.

Tableau 2 : Effets des huiles essentielles dans l'inhibition de la pyriculariose foliaire

Méthodes	Périodes (JAI)	Cs	Lm	Lm/Cs	Fongicide	P > F	Sign
Préventive	7	10,00 ^b	10,00 ^b	10,00 ^b	63,00 ^a	0,0001	THS
	14	73,00 ^c	80,00 ^b	73,00 ^c	96,84 ^a	0,0001	THS
	21	56,58 ^d	68,73 ^{bc}	64,51 ^{cd}	96,25 ^a	0,0001	THS
	28	53,23 ^c	66,60 ^b	61,95 ^b	92,30 ^a	0,0001	THS
Curative	7	10,00 ^b	10,00 ^b	0,00 ^c	63,00 ^a	0,0001	THS
	14	50,00 ^c	60,00 ^b	60,00 ^b	96,84 ^a	0,01	HS
	21	66,67 ^b	68,67 ^b	67,33 ^b	96,25 ^a	0,0001	THS
	28	63,83 ^b	62,49 ^b	64,82 ^b	92,30 ^a	0,0001	THS

JAI = Jour Après Inoculation, Cs = *Cymbopogon schoenanthus*, Lm = *Lippia multiflora*, Lm/Cs = combinaison de *Cymbopogon schoenanthus* et de *Lippia multiflora*.

3-1-3. Effet des huiles essentielles pour le contrôle de la pyriculariose paniculaire

Le **Tableau 3** présente l'effet des huiles essentielles et de leur combinaison pour le contrôle de la pyriculariose paniculaire en fonction des méthodes et des périodes d'application. L'analyse de la variance a montré une différence très hautement significative. En méthode préventive, la combinaison des huiles essentielles de *L. multiflora* et de *C. schoenanthus* a enregistré les pourcentages de panicules malades les plus faibles avec 1,5 % au 10^{ième} JAI, 6,96 % au 20^{ième} JAI et 7 % au 30^{ième} JAI. En méthode curative, la combinaison des deux huiles a également enregistré les pourcentages de panicules malades les plus faibles avec 2,77 % au 10^{ième} JAI, 9,18 % au 20^{ième} JAI et 14,55 % au 30^{ième} JAI. Les pourcentages de panicules malades les plus élevés ont été enregistrés par l'huile essentielle de *C. schoenanthus* en méthode préventive puis par l'huile essentielle de *L. multiflora* en méthode curative. Le témoin a enregistré des valeurs allant de 25,55 % à 72,44 %. Le fongicide chimique a enregistré les plus faibles taux de panicules malades avec des valeurs de 1,08 %, 4,33 % et 5,76 % respectivement au 10^{ième}, 20^{ième} et 30^{ième} JAI.

Tableau 3 : Effet des huiles essentielles pour le contrôle de la pyriculariose paniculaire

Méthodes	Périodes (JAE)	Cs	Lm	Lm/Cs	Fongicide	T0	P > F	Sign
Simultanée	10	6,55 ^b	3,33 ^c	1,50 ^d	1,08 ^e	25,55 ^a	0,0001	THS
	20	20,00 ^{bc}	17,50 ^c	6,96 ^d	4,33 ^e	70,89 ^a	0,0001	THS
	30	21,00 ^{bc}	18,12 ^c	7 ^{de}	5,76 ^e	72,44 ^a	0,0001	THS
Curative	10	9,25 ^b	7,50 ^c	2,77 ^d	1,08 ^e	25,55 ^a	0,0001	THS
	20	24,44 ^b	24,67 ^b	9,18 ^c	4,33 ^e	70,89 ^a	0,0001	THS
	30	33,56 ^b	29,87 ^c	14,55 ^d	5,76 ^e	72,44 ^a	0,0001	THS

JAE = Jour Après Epiaison, Cs = *Cymbopogon schoenanthus*, Lm = *Lippia multiflora*, Lm/Cs = combinaison de *Cymbopogon schoenanthus* et de *Lippia multiflora*. Les valeurs de la même colonne affectées de la même lettre ne sont pas statistiquement différentes au seuil de probabilité de 5 %.

3-1-4. Taux d'inhibition de la pyriculariose paniculaire par les huiles essentielles

Le **Tableau 4** présente l'effet inhibiteur de l'application des huiles essentielles pour le contrôle de la pyriculariose paniculaire. L'analyse de la variance a montré une différence très hautement significative ($p < 0,0001$) entre les traitements en méthodes préventive et curative. Du 10^{ième} au 30^{ième} JAI, les taux d'inhibition de la pyriculariose paniculaire ont varié selon la méthode et la période d'application des huiles essentielles. Les résultats ont montré que l'huile essentielle de *L. multiflora* ainsi que sa combinaison avec l'huile essentielle de *C. schoenanthus* ont enregistré les taux d'inhibition les plus élevés au 10^{ième} JAI avec des valeurs respectives de 76,68 % et 83,36 % en application préventive. En application curative ces deux formulations ont enregistré 60 % et 78,92 % en application curative respectivement. Le fongicide chimique a enregistré les meilleurs taux d'inhibition de la maladie avec des valeurs de 93,46 %, 90,06 % et 83,73 % respectivement enregistrées au 10^{ième}, 20^{ième} et 30^{ième} JAI.

Tableau 4 : Effets des huiles essentielles dans l'inhibition de la pyriculariose paniculaire

Périodes	Périodes (JAE)	Cs	Lm	Lm/Cs	Fongicide	P > F	Sign
Préventive	10	55,48 ^c	76,68 ^{bc}	83,36 ^{ab}	93,46 ^a	0,0001	THS
	20	64,07 ^c	71,39 ^{bc}	79,69 ^b	90,06 ^a	0,0001	THS
	30	56,54 ^d	70,85 ^c	72,74 ^{bc}	83,73 ^a	0,0001	THS
Curative	10	53,00 ^d	60,00 ^c	78,92 ^b	93,46 ^a	0,0001	THS
	20	55,52 ^c	53,79 ^c	77,05 ^b	90,06 ^a	0,0001	THS
	30	43,60 ^d	48,70 ^c	69,88 ^b	83,73 ^a	0,0001	THS

JAE = Jour Après Epiaison, Cs = *Cymbopogon schoenanthus*, Lm = *Lippia multiflora*, Lm/Cs = combinaison de *Cymbopogon schoenanthus* et de *Lippia multiflora*.

3-2. Effets des huiles essentielles sur les paramètres de rendements

3-2-1. Effets des huiles essentielles sur le tallage et la hauteur des plantes de riz

Le **Tableau 5** présente l'effet des huiles essentielles sur le taux de talles productives et la hauteur des plantes. Les résultats montrent une différence significative entre les différentes huiles essentielles et leur combinaison sur la hauteur et le taux de talles productives des plantes. Pour la hauteur des plantes, l'huile de *L. multiflora* et de *C. schoenanthus* ont enregistré les hauteurs les plus élevées respectivement en méthode préventive (101 cm) et curative (95,23 cm). Le fongicide a enregistré une hauteur de 105,16 cm contre 63,16 cm pour le témoin. Quant au taux de talles productives, les résultats ont montré que les taux les plus élevés ont été enregistrés par la combinaison des deux huiles en méthode préventive et curative avec des valeurs respectives de 96,33 % et de 86,22 %. Le fongicide a enregistré 86,57 % et 84,77 % de talles productives respectivement en méthode préventive et curative contre 41,21 % pour le témoin.

Tableau 5 : Effets des huiles essentielles sur l'évolution du nombre de talles productives et de la hauteur des plantes de riz

Huiles essentielles	% Talles productives		Hauteur (cm)	
	Préventive	Curative	Préventive	Curative
<i>Cs</i>	90,25 ^{bc}	81,29 ^c	94,67 ^b	95,23 ^b
<i>Lm</i>	95,30 ^{ab}	85,97 ^{ab}	101,00 ^a	94,00 ^b
<i>Lm/Cs</i>	96,33 ^a	86,22 ^a	95,33 ^b	93,88 ^b
Fongicide	86,57 ^c	84,77 ^{bc}	105,16 ^a	105,16 ^a
T0	41,21 ^d	41,21 ^d	63,11 ^c	63,11 ^c
Probabilité	< 0,0001	< 0,0001	< 0,05	< 0,01
Signification	HS	HS	S	HS

Cs = *Cymbopogon schoenanthus*, *Lm* = *Lippia multiflora*, *Lm/Cs* = combinaison de *Cymbopogon schoenanthus* et de *Lippia multiflora*. Les valeurs de la même colonne affectées de la même lettre ne sont pas statistiquement différentes au seuil de probabilité de 5%

3-2-2. Effets des huiles essentielles sur le rendement grain par Pot

La **Figure 1** présente l'effet des huiles essentielles sur le rendement et le taux de pertes dues à la pyriculariose. Les résultats de l'analyse des rendements ont montré une différence hautement significative entre les différentes huiles essentielles et leur combinaison selon les méthodes d'application. Ainsi, pour le rendement grain par pot, l'huile essentielle de *C. schoenanthus* a enregistré 59,69 g/pot en méthode curative tandis que la combinaison des deux huiles a enregistré 61,28g/pot en méthode préventive. Le fongicide a enregistré les rendements grain le plus élevés avec 63,78 g/pot.

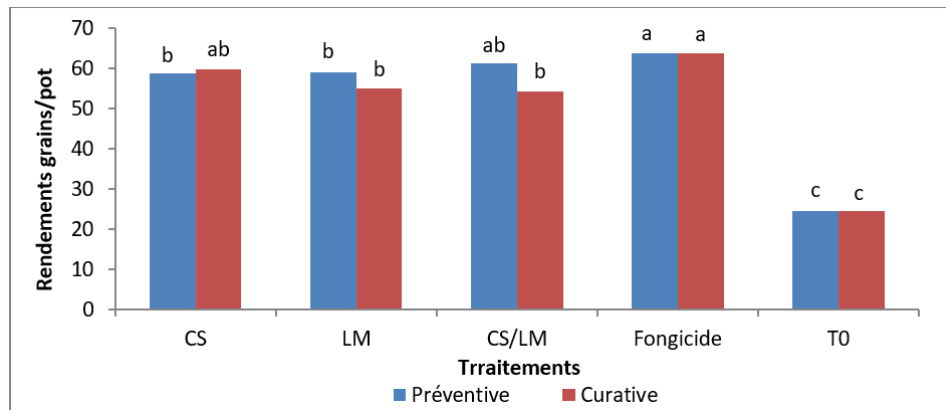


Figure 1 : Effets des huiles essentielles sur le rendement grain

Cs : *Cymbopogon schoenanthus*, Lm : *Lippia multiflora*, Lm/Cs : combinaison de *Cymbopogon schoenanthus* et de *Lippia multiflora*. Les histogrammes de même couleur affectée de la même lettre ne sont pas statistiquement différentes au seuil de probabilité de 5 %.

4. Discussion

4-1. Effet des huiles essentielles pour le contrôle de *M. oryzae*

Les résultats de l'étude sur l'effet des huiles essentielles et leur combinaison pour le contrôle de la pyriculariose foliaire et paniculaire ont montré une nette régression de la maladie comparativement aux témoins. Ces huiles et leur combinaison ont exercé un effet inhibiteur sur la progression de la pyriculariose foliaire et paniculaire, mais cet effet diminue en général avec le temps et avec l'âge de la plante. Cet état de fait s'explique par le faible niveau de rémanence des huiles essentielles moins dangereux sur l'environnement [23]. Le niveau de résistance des plantes de riz vis-à-vis de *M. oryzae* s'explique également par leur changement de stade végétatif conjugué aux effets des huiles essentielles. On enregistre un faible niveau de sévérité foliaire et de l'incidence paniculaire en méthode préventives. Cela peut être attribué à la durée de contact des huiles essentielles avec les plantes de riz, qui est de 24 heures avant l'infection, ce qui favorise l'augmentation de la résistance de la plante. Certains travaux ont montré que les huiles essentielles des citrus développent un fort pouvoir inhibiteur sur *A. alternata* dont les indices de sévérité les plus faibles ont été enregistrés en traitement préventif [16]. D'autres travaux menés *in vivo* ont montré que l'huile essentielle de *L. multiflora* a eu un effet réducteur sur le flétrissement bactérien de la tomate comparativement au témoin et l'indice de flétrissement diminuait au fur et à mesure lorsque que le volume de l'huile essentielle augmente [24]. Les pourcentages de panicules malades les plus faibles ont été enregistrés en méthode préventive avec un effet d'inhibition plus marqué enregistré par la combinaison des deux huiles essentielles de *L. multiflora* et de *C. schoenanthus*. La combinaison des huiles essentielles peut avoir des effets synergiques, favorable à la lutte contre les champignons [14].

4-2. Effet des huiles essentielles sur les paramètres de rendements du riz.

Quelle qu'en soit la méthode d'application des huiles essentielles, les résultats ont montré une augmentation du taux de talles productives et de la hauteur des plantes ainsi que les rendements comparativement au témoin non traité. Cependant, l'huile essentielle de *L. multiflora* a eu un effet plus marqué dans l'inhibition de la maladie et l'amélioration du nombre de talles productives, la hauteur des plantes et de rendements. Cela s'explique par sa teneur en éléments majeurs et sa composition chimique. Les champignons ne réagissent

pas de la même manière vis-à-vis des bio-pesticides, ce qui explique le comportement de *M. oryzae* vis-à-vis des trois formulations d'huiles essentielles [25]. Ces huiles essentielles peuvent être également des activateurs du système de défense des plantes contre *M. oryzae*. Les huiles essentielles, à travers leurs effets inhibiteurs, contribuent à améliorer les paramètres morphologiques des plantes. Des travaux similaires menés sur le cotonnier ont montré que l'application des huiles essentielles d'*O. gratissimum* et *C. citratus* ont induit l'obtention d'un bon rendement en coton fibre [26]. Des travaux ont montré que des plantes de tomates traitées *in vivo* avec l'huile essentielle de *X. Aethiopica* contre *F. oxysporum* ont produit une forte biomasse foliaire et racinaire comparativement au témoin [27]. Certains travaux réalisés dans la conservation des stocks ont montré que les huiles essentielles d'*O. gratissimum*, d'*O. canum* et de *H. suaveolens*, utilisées pour la sécurisation des denrées stockées, ont permis de réduire de 98,33 % la durée de vie de *S. zeamais*, principal prédateur des stocks de céréales [28].

5. Conclusion

Nous retenons de notre étude que l'huile essentielle de *L. multiflora* ainsi que sa combinaison avec celle de *C. schoenanthus* ont présenté une bonne efficacité dans la réduction de *M. oryzae* et dans l'amélioration des paramètres de rendement. En application préventive et curative ces deux formulations d'huile ont réduit considérablement le pourcentage de surface foliaire malade et de panicules infestées des plantes. L'huile essentielle de *L. multiflora* a amélioré la hauteur des plantes de riz en application préventive et a augmenté le pourcentage de talles productives en combinaison avec celle de *C. schoenanthus*. Au regard de leur efficacité, l'huile essentielle de *L. multiflora* ainsi que sa combinaison avec celle de *C. schoenanthus* peuvent être utilisées dans la lutte contre la pyriculariose du riz dans les rizières. Il est aussi important de comprendre le rôle physiologique de ces huiles essentielles dans le système de défense des plantes.

Remerciements

Nous remercions l'équipe phytopathologie et de mycologie tropicale du laboratoire Biosciences et le laboratoire de phytopathologie de l'INERA Farakô-Bâ ainsi que le département des substances naturelles de l'IRSAT/Kossodo pour avoir facilité la réalisation des travaux.

Références

- [1] - A. I. KASSANKOGNO, A. SAIBOU, I. OUEDRAOGO, K. E. KPEMOUA, A. NANA, L. OUEDRAOGO and P. SANKARA, Morphological and phenotypic characteristics of *Magnaporthe grisea* isolates from Burkina Faso and Togo. *Afrique SCIENCE*, 11 (4) (2015) 361 - 377
- [2] - W. LI, M. CHERN, J. YIN, J. WANG, X. CHEN, Recent advances in broad-spectrum resistance to the rice blast disease. *Curr. Opin. Plant Biol.*, 50 (50) (2019) 114 - 120. doi: 10.1016/j.pbi.2019.03.015
- [3] - S. SAVARY, L. WILLOCQUET, S. J. PETHYBRIDGE, The global burden of pathogens and pests on major food crops. *Nat. Ecol. Evol.*, 3 (2019) 430 - 439. <https://doi.org/10.1038/s41559-018-0793-y>
- [4] - A. I. KASSANKOGNO, G. SIDIBÉ, A. K. GUIGMA & K. KOÏTA, Caractérisation des symptômes foliaires et évaluation du pouvoir pathogène de quelques isolats de *Curvularia lunata* sur trois variétés de riz (*Oryza sativa* L) produites au Burkina Faso. *Afrique SCIENCE*, 19 (4) (2021) 106 - 117

- [5] - J. SINGH, R. K DANTRE, B. BHASKAR, S. V. KUMAR, K. R. MADHAVI and M. S. PRASAD, Performance of Gene Introgressed Lines against Blast Disease under Different Agro Climatic Locations of Chhattisgarh and Telangana, *Int. J. Pure App. Biosci.*, 6 (1) (2018) 1472 - 1477. doi: <http://dx.doi.org/10.18782/2320-7051.632>
- [6] - A. BOUET, M. VALES, N. A. AMANCHO, N. K. KOUASSI et F. SORHO, Evaluation of age-dependent partial resistance to leaf blast in rice of the japonica subspecies. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 6 (1) (2012) 337 - 354
- [7] - M. BAHOUS, A. OUAZZANI TOUHAMI, R. BENKIRANE et A. DOUIRA, Influence of plant age on susceptibility of rice leaves to blast, helminthosporium and curvulariosis. *Revue Marocaine de Protection des Plantes*, N° 1 (2010) 73 - 84
- [8] - B. BHASKAR, R. S. D. JAYALAKSHMI, S. V. KUMAR, C. P. D. RAJAN, B. R. REDDY and M. S. PRASAD, Assessment of Blast Disease Incidence in Major Rice Growing Areas of Andhra Pradesh State, India. *International Journal of Agriculture Sciences*, Vol. 10, (2018) 7336 - 7338
- [9] - M. LE BARS, F. SIDIBE, E. MANDART, J. FABRE, P. LE GRUSSE, C. H. DIAKITE, Évaluation des risques liés à l'utilisation de pesticides en culture cotonnière au Mali. *Cah. Agric.*, 29 (4) (2020) 9 p.
- [10] - B. B. YAROU, P. SILVIE, F. A. KOMLAN, A. MENSAH, T. ALABI, F. VERHEGGEN et F. FRANCIS, Pesticide plants and the vegetable crops protection in West Africa (bibliographic synthesis). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 21 (4) (2017) 288 - 304
- [11] - I. GAMSORE, L. OUATTARA, P. OUOBA, S. BONZI et I. SOMDA, Antifungal Activity and Phytotoxicity of *Vitex simplicifolia* Oliv. Leaves Essential Oil. *Journal of Agricultural Science*, Vol. 10, N°11 (2018) 203 - 210
- [12] - O. TOUNDOU, K. K. PALANGA, O. SIMALOU, M. ABALO, I. WOGLO et K. TOZO, Biopesticide Plants species of the mining area of Tokpli (South-Togo) effects on Okra (*Abelmoschus esculentus*) protection against *Aphthona spp.* *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 14 (1) (2020) 225 - 238
- [13] - F. AMARTI, B. SATRANI, M. GHANMI, A. FARAH, A. AFI, L. ARAB, M. E. AJOURI et A. CHAOUCH, Chemical composition and antimicrobial activity of essential oils of *Thymus algeriensis* Boiss. & Reut. et *Thymus ciliatus* (Desf.) Benth. of Morocco. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 14 (1) (2010) 141 - 148
- [14] - H. F. ZOHRA, A. RACHIDA, M. MALIKA, S. BENALI, A. A. SAMIR and B. MERIEM, Chemical composition and antifungal activity of essential oils of *Algerian citrus*. *African Journal of Biotechnology*, Vol. 14, (12) (2015) 1048 - 1055 p. DOI: 10.5897/AJB2013.1214
- [15] - C. ASMA, Use of plant extracts to control mycotoxic risk in agri-food systems. Toxicology and food chain. University of Montpellier, PhD thesis, (2021) 178 p.
- [16] - A. SIRIMA, A. SEREME, D. SEREME, K. KOÏTA, T. A. NANA et M. SAWADOGO, Effets de quatre huiles essentielles sur la croissance mycélienne radiale d'un isolat de *Alternaria sp.* au Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 14 (3) (2020) 762 - 771
- [17] - A. TIENDREBEOGO, I. OUEDRAOGO, S. BONZI et A. I. KASSANKOGNO, Etude de l'activité antifongique d'extraits de *Cymbopogon citratus* (DC.) Stap, *Eclipta alba* L., *Lippia multiflora* M. et *Agave sisalana* P. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 11 (3) (2017) 1202 - 1211
- [18] - S. GUINKO, Vegetation of Haute Volta. PhD thesis, University of Bordeaux III (France), (1984) 145 p.
- [19] - S. NACRO, S. OUEDRAOGO, K. TRAORE, E. SANKARA, C. KABORE et B. OUATTARA, Comparative effects of farmer practices and good agricultural practices for soil fertility management on soil properties and crop yields in the South Sudanian zone of Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 4 (4) (2010) 1044 - 1055
- [20] - A. I. KASSANKOGNO, Genetic and pathological diversity of *Magnaporthe oryzae* B. C Couch, agent of rice blast in Burkina Faso and Togo, and methods for sustainable management of the disease. PhD thesis. University of Ouagadougou, (2016) 198 p.
- [21] - E. S. DJOMAHA et J. C. NDOUNKING, Effet des extraits aqueux de *Lantana camara*, *Tephrosia vogelii* et d'huile d'*Azadirachta indica* sur *Tuta absoluta* M. (Lepidoptera : Gelechiidae) de la tomate à Dschang, Cameroun. *Afrique SCIENCE*, 21 (5) (2022) 35 - 45
- [22] - IRRI, Standard evaluation system for rice. Philippines : International Rice Research Institute, Manila, Philippines, (2002) 56 p.

- [23] - M. JOSEPH, M. T. F. GLADRICH, L. M. J. EMMANUELLE, O. L. D. MAKANGA & A. ATTIBAYEBA, Effets Insecticide et Insectifuge des Huiles Essentielles de Cinq Plantes Aromatiques Sur la Bruche de Haricot Cultivé en République du Congo. *European Scientific Journal, ESJ*, 19 (6) (2023) 294 - 329. <https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n6p294>
- [24] - O. TRAORE, Genetic and pathogenic diversity of *Ralstonia solanacearum* E. F. Smith, causal agent of bacterial wilt of tomato and evaluation of control methods in Burkina Faso. PhD thesis. University Bobo-Dioulasso, (2019) 143 p.
- [25] - Y. KONÉ, M. B. SANGARÉ, K. DAGNO, A. NIANGALY, S. DOUMBIA, H. AMADOU and M. KOUROUMA, Efficacy of several species of fungi bioagents and fungicides against *Magnaporthe oryzae in vitro*. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 17 (3) (2023) 935 - 949
- [26] - K. C. KOBENAN, B. J. KOUAKOU, K. K. N. BINI, M. KOUAKOU, A. E. DICK and O. G. OCHOU, Effects of Essential Oils of *Ocimum gratissimum* L. and *Cymbopogon citratus* Stapf on Growth and Production Parameters of Cotton in Côte d'Ivoire. *European Journal of Scientific Research*, (2019) 21 - 35 p.
- [27] - S. SORO, D. OUATTARA, G. N. ZIRIHI, C. KANKO, E. K. N'GUESSAN, D. KONE, J. Y. KOUADIO, S. AKE, *In vitro* and *in vivo* inhibitory effect of powder extract and essential oil of *Xylopiya aethiopica* (Dunal) A. Rich. (Annonaceae) on *Fusarium oxysporum* f. sp *radicis-lycopersici* (Forl), fungal parasite of tomato crops. *European Journal of Scientific Research*, 39 (2) (2010) 279 - 288
- [28] - F. JOHNSON, K. R. OUSSOU, K. COFFI, K. FOUA-BI, Z. F. TONZIBO, Y. TANO, Bioefficacy of essential oils from three plant species (*Ocimum Gratissimum*, *Ocimum Canum* and *Hyptis Suaveolens*) of the labieae family in controlling *Sitophilus Zeamais*, *European Journal of Scientific Research*, Vol. 150, (2018) 273 - 284