

Evaluation de l'activité antifongique de trois huiles essentielles sur *Fusarium Oxysporum* un champignon pathogène des grains de maïs

Ambe Alain Serge Augustin
Nea Fatimata

Département des Sciences et Technologie,
Ecole Normale Supérieure d'Abidjan, Côte d'Ivoire

Kassi Koffi Fernand Jean-Martial

UFR Biosciences Université Félix HOUPHOUET-BOIGNY, Côte d'Ivoire

Kouassi Roland Hervé

Département des Sciences et Technologie,
Ecole Normale Supérieure d'Abidjan, Côte d'Ivoire

Doi: 10.19044/esipreprint.12.2025.p460

Approved: 19 December 2025

Posted: 21 December 2025

Copyright 2025 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Ambe, A.S.A., Nea, F., Kassi, K.F.J-M. & Kouassi, R.H. (2025). *Evaluation de l'activité antifongique de trois huiles essentielles sur Fusarium Oxysporum un champignon pathogène des grains de maïs*. ESI Preprints. <https://doi.org/10.19044/esipreprint.12.2025.p460>

Résumé

Le présent travail a pour objectif de mettre en évidence le potentiel antifongique de trois (03) huiles essentielles extraites de *Cymbopogon citratus*, *Ocimum gratissimum* et *Citrus sinensis* sur *Fusarium oxysporum* un champignon phytopathogène qui infecte les grains de maïs stockés. Ces huiles essentielles ont été obtenues par hydrodistillation et l'activité antifongique des huiles a été évaluée *in vitro* par la méthode de contact directe. Les résultats de l'activité antifongique des huiles essentielles montrent que les taux d'inhibition de *Cymbopogon citratus* et de *Ocimum gratissimum* ne diffèrent pas significativement au seuil 5% sur la croissance mycélienne de *Fusarium oxysporum*. Ces deux huiles ont un taux d'inhibition compris entre 10 et 40% sur la croissance mycélienne de *Fusarium Oxysporum*. Contrairement aux huiles de *Cymbopogon citratus* et de *Ocimum gratissimum*, l'huile essentielle de *Citrus Sinensis* stimule ou augmente la croissance mycélienne de *Fusarium Oxysporum* au fur et à

mesure que sa concentration augmente avec un taux de stimulation de 20 à 50%. Les huiles essentielles de *Cymbopogon citratus* et *Ocimum gratissimum* pourrait ainsi être une alternative dans la lutte contre les champignons phytopathogènes extraits des grains de maïs.

Mots clés : Huiles essentielles, activité antifongique, *Fusarium oxysporum*, Maïs, *Cymbopogon citratus* et *Ocimum gratissimum*, *Citrus sinensis*

Evaluation of the antifungal activity of three essential oils on *Fusarium Oxysporum*, a pathogenic fungus of corn grains

Ambe Alain Serge Augustin
Nea Fatimata

Département des Sciences et Technologie,
Ecole Normale Supérieure d'Abidjan, Côte d'Ivoire

Kassi Koffi Fernand Jean-Martial

UFR Biosciences Université Félix HOUPHOUET-BOIGNY, Côte d'Ivoire

Kouassi Roland Hervé

Département des Sciences et Technologie,
Ecole Normale Supérieure d'Abidjan, Côte d'Ivoire

Abstract

The present work aims to highlight the antifungal potential of three (03) essential oils extracted from *Cymbopogon citratus*, *Ocimum gratissimum*, and *Citrus sinensis* on *Fusarium oxysporum*, a phytopathogenic fungus that infects stored corn grains. These essential oils were obtained through hydrodistillation, and the antifungal activity of the oils was evaluated *in vitro* using the direct contact method. The results of the antifungal activity of the essential oils show that the inhibition rates of *Cymbopogon citratus* and *Ocimum gratissimum* do not differ significantly at the 5% threshold regarding the mycelial growth of *Fusarium oxysporum*. These two oils have an inhibition rate ranging from 10 to 40% on the mycelial growth of *Fusarium Oxysporum*. Unlike the oils from *Cymbopogon citratus* and *Ocimum gratissimum*, the essential oil of *Citrus Sinensis* stimulates or increases the mycelial growth of *Fusarium Oxysporum* as its concentration increases, with a stimulation rate of 20 to 50%. The essential oils of *Cymbopogon citratus* and *Ocimum gratissimum* could thus be an alternative in the fight against phytopathogenic fungi extracted from maize grains.

Keywords: Essential oils, antifungal activity, *Fusarium oxysporum*, Maize, *Cymbopogon citratus* and *Ocimum gratissimum*, *Citrus sinensis*

Introduction

Les cultures céréalières occupent une part importante dans l'agriculture ivoirienne (Kouakou et *al.*, 2024). Parmi elles, le maïs (*Zea mays* L.) est très largement utilisé dans l'alimentation humaine et animale (volailles, porcs, bovins). En conséquence, la préservation des récoltes, notamment le maïs (*Zea mays* L.) dont la culture est implantée en Côte d'Ivoire et en Afrique de l'Ouest depuis le XVIème siècle (James 2001 ; RONGEAD – ONG CHIGATA, 2014), constitue un enjeu majeur à l'échelle nationale. Cette problématique revêt une importance particulière en Côte d'Ivoire en raison de la place centrale des cultures céréalières parmi lesquelles figure le maïs dans l'alimentation des ivoiriens (RONGEAD – ONG CHIGATA, 2014 ; Diarrassouba et *al.*, 2015). En effet, le maïs constitue la deuxième céréale la plus cultivée et consommée après le riz (Kimou, 2019 ; Kouakou et *al.*, 2024). Sa culture est pratiquée dans toutes les régions agroécologiques de la Côte d'Ivoire (Kouakou et *al.*, 2024). La production moyenne nationale a été estimée, en 2021 à 1 140 000 tonnes (FAOSTAT, 2021). Cette culture, généralement récoltée à maturité et avec une teneur élevée en eau, est particulièrement vulnérable au développement des champignons phytopathogènes tels que les moisissures microscopiques, qui prolifèrent tant à la surface qu'à l'intérieur des produits stockés (Kossou, 1994 ; RONGEAD – ONG CHIGATA, 2014).

Fusarium Oxysporum est un champignon phytopathogène présent dans toutes les régions de cultures céréalières du monde et provoque une maladie destructrice qui entraîne non seulement une réduction significative du rendement et une mauvaise qualité des grains, mais également une contamination des grains depuis les champs jusqu'au stockage avec diverses mycotoxines (Kang et Buchenauer, 2000 ; Lenteren, 2012 ; Hamdani et Allem, 2015 ; Uwineza et *al.*, 2018). Pour remédier à cette contrainte, la lutte chimique semble être le moyen le plus efficace. Elle permet de contrôler les parasites fongiques au champ et en stock (Doubouya et *al.*, 2021). Cependant, elle présente de nombreux inconvénients sur l'environnement, la santé des opérateurs et des consommateurs (Zhang et *al.*, 2004 ; Akanza, 2022). L'utilisation judicieuse de pesticides naturels issus des plantes locales se présente comme une alternative intéressante pour protéger les cultures, l'environnement et les organismes vivants (Amadioha, 2000 ; Iftikhar et *al.*, 2010, 2021, Doubouya et *al.*, 2021). Les effets antifongiques des substances naturels, extraites des plantes telles que les huiles essentielles ont fait l'objet de nombreuses études (Pavel et *al.*, 2015) et ont donné des résultats probants (Uddin et *al.*, 2010 ; Katooli et *al.*, 2011 ; Doubouya et

al., 2021). C'est dans cette perspective que ce travail se propose d'évaluer l'effet in vitro des huiles essentielles extraites de trois plantes sur *Fusarium Oxysporum* un champignon phytopathogène des grains de maïs stockés.

Materiel et Methodes

Matériel végétale

Le matériel végétal utilisé pour cette étude est constitué des huiles essentielles extraites par la méthode d'hydrodistillation en utilisant un montage de type Clevenger (**Clevenger, 1928**) du zeste de l'orange (*Citrus sinensis*), des feuilles de citronnelle (*Cymbopogon citratus*) et des feuilles de basilic (*Occimum. gratissimum*). Ces huiles essentielles ont été fournies par l'Unité de Recherche Industrielle (URI) sur les biopesticides de l'Université Félix HOUPHOUËT-BOIGNY.

Souche fongique

La souche fongique est constituée de *Fusarium oxysporum* obtenue à partir des grains de maïs infectés depuis le stockage (**Figures 1**).



Figure 1 : Grains de maïs infectés depuis le stockage

Méthodes

Isolement des souches fongiques

L'isolement de la souche fongique a été réalisé selon la méthode proposée par **Doumbouya et al. (2021)** à partir de quatre grains de maïs infectés. Ces grains ont été conditionnés dans des tubes stériles adaptés. En laboratoire, elles ont été successivement immergées dans trois bocal distincts contenant une solution d'hypochlorite de sodium diluée à 70 % pendant une minute, puis dans une solution d'éthanol à 3 % pendant une minute également, afin d'éliminer les contaminants présents en surface. Chaque échantillon a ensuite été rincé trois fois à l'eau distillée stérile.

Préparation du milieu PDA, Ensemencement des grains de maïs et Purification de la souche fongique

Le milieu PDA (Potato Dextrose Agar), utilisé pour l'isolement des champignons, est composé de purée de pomme de terre (source minérale), de glucose (source de carbone) et d'agar-agar (gélifiant). Pour la préparation d'un litre de milieu, 20 grammes de chacun de ces composants ont été pesés à l'aide d'une balance de précision, puis incorporés dans un erlenmeyer. Le volume total a été ajusté à un litre à l'aide d'eau distillée. Le mélange ainsi obtenu a été porté à ébullition, puis stérilisé en autoclave pendant 30 minutes à une température de 120 °C sous une pression de 1 bar.

Nous avonsensemencé quatre (4) grains de maïs (**Figure 2**) dans deux boîtes de Pétri. L'opération d'ensemencement a été réalisée dans des conditions aseptiques, sous une hotte à flux laminaire. Elle a consisté à transférer les grains désinfectés sur la surface du milieu de culture PDA, préalablement préparé et solidifié, puis les boîtes ont été étiquetées et scellées à l'aide de film étirable pour éviter toute contamination. Les boîtes de Pétri hermétiquement scellées après ensemencement, ont été incubées à la température ambiante du laboratoire (25 °C). L'incubation a été poursuivie pendant une durée de sept (7) jours, afin de permettre l'observation et l'évaluation de la croissance mycélienne.



Figure 2 : Ensemencement des grains de maïs infectés dans le milieu PDA

La purification des souches a été réalisée par repiquages successifs des colonies fongiques observées, en vue d'obtenir des cultures pures. À l'aide d'une aiguille stérile, chaque colonie morphologiquement distincte a été prélevée avec précaution, puis transférée sur un nouveau milieu de culture stérile (PDA). Cette opération a été répétée à plusieurs reprises, de manière à éliminer toute contamination éventuelle et à isoler des souches fongiques exemptes d'impuretés.

Identification macroscopique et microscopique de la souche fongique

Les champignons purifiés ont été identifiés sur la base des caractères cultureux sur milieu de culture PDA, morphologique et microscopique tel que l'aspect, la couleur du thalle mycélien et des spores (**Botton et al., 1990 ; Messiaen et al., 1991 ; Blancard, 2010**). Les observations ont été faites au microscope optique au grossissement 40×. Après l'observation, la souche a été identifiée à l'aide d'une clé taxonomique dénommée **ILLUSTRATED GENERA OF IMPECTECT FUNGI**.

Evaluation de l'activité antifongique des huiles essentielles par contact direct

La méthodologie adoptée pour l'évaluation de l'effet antifongique de ces huiles essentielles repose sur la méthode de contact direct, qui permet de mettre en évidence l'activité antifongique (fongistatique ou fongicide) des extraits (**Doumbouya et al., 2012 ; Hamrouni, 2014 ; Sameza et al., 2014 ; Belliroun et Khelil, 2022**).

L'huile essentielle à tester est incorporée à des concentrations variables dans le milieu de culture gélosé. Après solidification, le milieu est inoculé et incubé.

Les huiles essentielles testées ont été incorporées dans le milieu de culture PDA (Potato Dextrose Agar) de 350ml afin d'obtenir des concentrations de 250 ; 500 et 750 ppm, choisies aléatoirement, à l'aide d'une pipette Pasteur stérile, suivi d'un ajout de tween 80 pour faciliter l'incorporation de l'HE au milieu de culture, un fragment de culture fongique a été prélevé sous forme de disque d'environ 3 mm de diamètre à partir d'un tapis mycélien âgé de sept (7) jours, puis délicatement déposé au centre de chaque boîte de Pétri contenant chacune 20 ml de milieu (PDA+HE) et dans les boîtes de pétri témoins 20 ml uniquement de milieu PDA dans chaque boîte. Les boîtes ainsi préparées sont hermétiquement scellées à l'aide de film étirable, puis incubées à une température constante de 30 °C. Le diamètre de la croissance mycélienne est mesuré régulièrement tout au long de la période d'incubation en faisant référence à la boîte témoin. Pour chaque concentration, quatre répétitions ont été réalisées selon un protocole identique, pour le témoin quatre boîtes ont été également utilisées pour chaque pathogène dans le but de réduire au maximum l'erreur expérimentale

Paramètres étudiés

Evaluation de la croissance mycélienne

Dans cette étude, la croissance mycélienne a été évaluée en comparant les différents taux d'inhibition obtenus en fonction des différentes concentrations testées. En effet, le taux d'inhibition a été déterminé de la manière suivante :

Le diamètre moyen a été calculé en partant des témoins négatifs aux témoins positifs, par la suite, la différence a été faite entre diamètre moyen du témoin négatif et celui de chaque diamètre positif sur le diamètre négatif le tout multiplier par cent pour avoir le taux d'inhibition à chaque concentration.

Taux d'inhibition (TI%)

Les taux d'inhibition de la croissance par rapport au Témoin, sont calculés selon la formule suivante (Leroux et Credet, 1978 ; Doumbouya *et al.*, 2012) :

$$TI (\%) = \frac{(dc - dHE)}{dc} \times 100$$

TI (%) = Taux d'inhibition exprimé en pourcentage ;

dc = Diamètre de colonies dans les boîtes du témoin négatif – ddi (mm) ;

dHE = Diamètre de colonies dans les boîtes contenant l'huile essentielle – ddi (mm) ;

ddi = Diamètre de disque initiale (03 mm).

Traitement statistique de données

Les résultats obtenus au laboratoire ont fait l'objet d'une analyse de la variance (ANOVA) à l'aide du logiciel Statistica (version 7.1). Cette approche statistique a permis d'évaluer l'effet des huiles essentielles testées selon les différentes concentrations appliquées, lesquelles ont significativement réduit ou complètement inhibé la croissance mycélienne *in vitro* des agents pathogènes. En présence de différences significatives, les moyennes ont été comparées et séparées à l'aide du test de Newman-Keuls, appliqué au seuil de 5 % pour classer les groupes homogènes.

Resultats et Discussion

Identification macroscopique et microscopique

L'observation macroscopique et microscopique a montré que la souche fongique extrait des grains de maïs infectés est *Fusarium Oxysporum*. Le thalle du champignon présente une coloration blanc-grisâtre a la face supérieure de la boîte de pétri et idem au revers avec une croissance rapide. L'aspect est duveteux avec un mycélium aérien plus moins diffuse ou dense. On note une présence de macro et microconidies ovales avec des chlamidospres fréquentes.

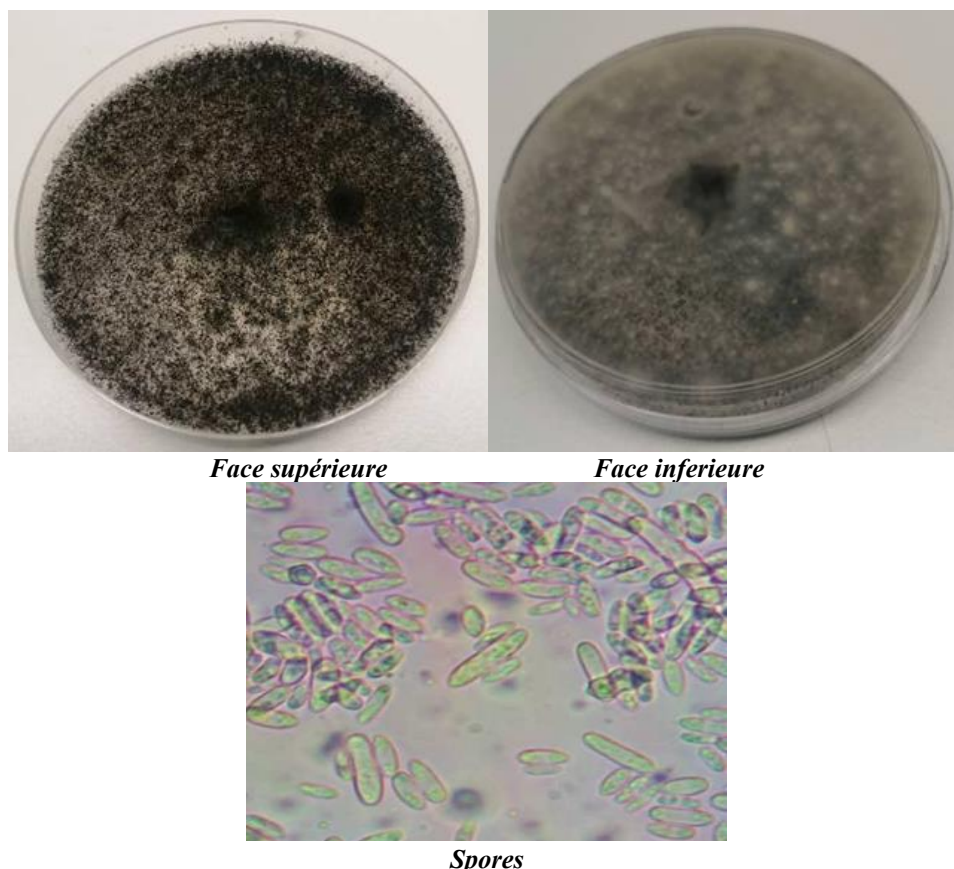


Figure 3 : Aspects macroscopique et microscopique de *Fusarium oxysporum*

Activité antifongique des huiles essentielles de *Cymbopogon citratus*, *Occimum gratissimum* et *Citrus sinensis* sur *Fusarium Oxysporum*

La figure 4 illustre les résultats du test *in vitro* évaluant l'effet des concentrations des huiles essentielles de *Cymbopogon citratus*, de *Occimum gratissimum* et *Citrus sinensis* sur la croissance mycélienne de *Fusarium Oxysporum*. L'analyse a permis de mettre en évidence une activité inhibitrice importante des huiles essentielles testées, à l'exception de l'huile essentielle du zeste d'orange (*Citrus Sinensis*) qui a présenté une activité inhibitrice nulle à l'encontre de la souche de *Fusarium Oxysporum* testé.

Les résultats du pouvoir antifongique des huiles essentielles testées montrent que les taux d'inhibition de *Cymbopogon citratus* et de *Ocimum gratissimum* ne diffèrent pas significativement au seuil 5% sur la croissance mycélienne de *Fusarium oxysporum* (**figure 4**). Le taux d'inhibition de la croissance mycélienne de *Fusarium Oxysporum* est plus élevé avec l'huile essentielle de *Cymbopogon citratus* avec un taux d'inhibition compris entre 20 et 40% et moins élevé avec l'huile essentielle de *Occimum gratissimum* (10 et 30% d'inhibition) alors qu'elle est quasi inexistante avec l'huile

essentielle de *Citrus Sinensis*. L'huile essentielle de *Citrus Sinensis* stimule ou augmente la croissance mycélienne de *Fusarium Oxysporum* au fur et à mesure que sa concentration augmente avec un taux d'inhibition compris entre -22 et -53%, c'est-à-dire un taux de stimulation de 20 à 50%. Les histogrammes présentés ci-dessous, montrent l'existence d'une relation proportionnelle entre les taux d'inhibition et les concentrations des huiles essentielles testées (**figure 4**). Il est clair que les huiles étudiées, ont exercé une importante activité inhibitrice, cependant la plus forte activité semble être attribuée à l'huile essentielle de *Cymbopogon citratus* et la plus faible à *Citrus Sinensis*.

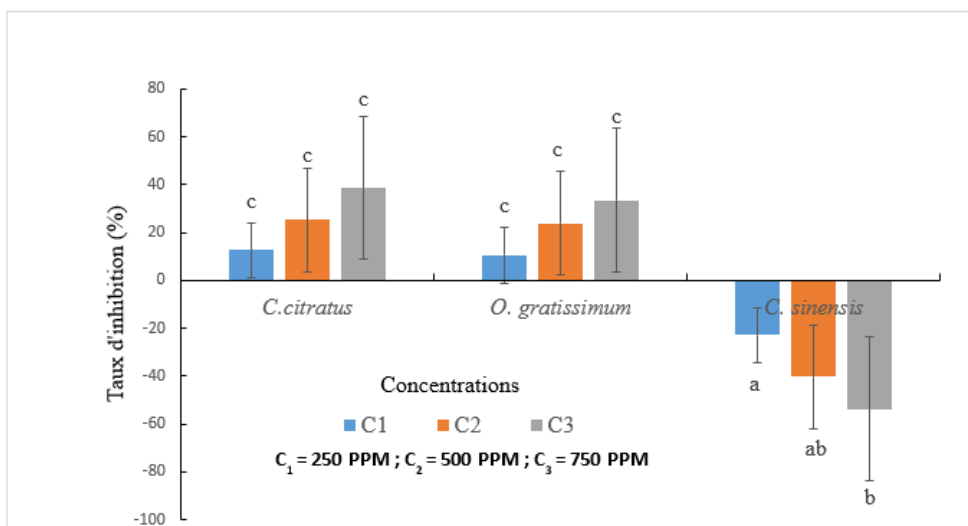


Figure 4 : Effets des concentrations des huiles essentielles de *Cymbopogon citratus*, de *Ocimum gratissimum* et *Citrus sinensis* sur la croissance mycélienne de *Fusarium oxysporum*. Les histogrammes affectés de la même lettre alphabétique ne diffèrent pas significativement au seuil de 5% (test de Newman-Keuls).

Discussion

Les tests effectués, *in vitro*, prouvent que les huiles essentielles des plantes étudiées ont agi différemment vis-à-vis de *Fusarium oxysporum* extrait des grains de maïs infectés. Ceux de *Cymbopogon citratus* et *Ocimum gratissimum* se sont montrés actifs sur la croissance mycélienne du champignon testé au fur et à mesure que la concentration augmente. Le taux d'inhibition varie donc en fonction de la concentration de l'huile essentielle de l'espèce végétale. Ces résultats sont conformes aux travaux de **Tahar et Zeradna (2022)** qui rapportent dans leurs études que les champignons ont montré une sensibilité accrue à l'augmentation de la concentration de l'huile essentielle dans leur milieu de culture où le diamètre de la colonie se réduit à chaque fois qu'on augmente la dose jusqu'à une inhibition totale où aucune croissance n'est observée. Par ailleurs, d'autres travaux ont montré que

l'huile essentielle de *Cymbopogon citratus* et *Ocimum basilicum* une espèce de la même famille que *Ocimum gratissimum* pouvaient inhiber à 100 % la croissance mycélienne de *Fusarium moniliforme* (Kaboré et al., 2007 ; Doumbouya et al., 2012). Ces résultats sont conformes aux travaux de Koffi et al. (2006) qui ont montré l'efficacité de l'huile essentielle de *Cymbopogon citratus* sur des micromycètes influençant la germination du Maïs.

L'huile essentielle de *Citrus Sinensis* semble stimuler la croissance mycélienne de *Fusarium Oxysporum* au fur et à mesure que sa concentration augmente. Nos résultats ont présenté un taux de stimulation de 20 à 50% sur *Fusarium Oxysporum* testé. L'huile essentielle du zeste de *Citrus sinensis* n'a aucun effet inhibiteur sur *Fusarium Oxysporum* extrait des grains de maïs infectés. Ces résultats sont contraires aux travaux de Belliroun et Khelil (2022) qui ont montré que l'huile essentielle *Citrus sinensis* a une activité antifongique remarquable avec un taux d'inhibition important sur la souche de *Fusarium roseum*. Van Hung et al. (2013) et Boughendjioua (2019) ont également confirmé respectivement que la croissance mycélienne de *Fusarium proliferatum* et *Fusarium oxysporum* diminue avec l'augmentation de la concentration en huile essentielle de *Citrus reticulata*. De façon générale, *Fusarium oxysporum* a présenté une sensibilité à une augmentation des doses testées, se traduisant par une augmentation progressive du taux d'inhibition. Cette action inhibitrice serait donc « dose dépendante ». L'efficacité de ces huiles pourrait s'expliquer par leur propriété antifongique qui leur permettrait d'arrêter ou de ralentir la production mycélienne des champignons (Doumbouya et al., 2012).

Conclusion

Cette étude a permis de mettre en évidence le potentiel antifongique *in vitro* des huiles essentielles de *Cymbopogon citratus*, *Ocimum gratissimum* et *Citrus sinensis* sur *Fusarium oxysporum* un champignon phytopathogène extrait des grains infectés de maïs. Le pouvoir antifongique des huiles essentielles de *Cymbopogon citratus* et *Ocimum gratissimum* testées ont montré une activité inhibitrice significative avec un taux d'inhibition important sur la croissance mycélienne de *Fusarium Oxysporum*. L'huile essentielle du zeste de *Citrus Sinensis* stimule la croissance mycélienne de *Fusarium Oxysporum* au fur et à mesure que sa concentration augmente. Les huiles essentielles de *Cymbopogon citratus* et *Ocimum gratissimum* pourrait ainsi être une alternative dans la lutte contre les champignons phytopathogènes extraits des grains de maïs. En perspective, il serait intéressant de faire des combinaisons de *Citrus sinensis* avec d'autres huiles essentielles pour évaluer ou potentialiser l'effet antifongique.

Conflit d'intérêts : Les auteurs n'ont signalé aucun conflit d'intérêts.

Disponibilité des données : Toutes les données sont incluses dans le contenu de l'article.

Déclaration de financement : Les auteurs n'ont obtenu aucun financement pour cette recherche.

References:

1. Akanza K. P. (2022). Fertilisation de cultures vivrières et diagnostic des déficiences minérales du sol dans deux zones agroécologiques de Côte d'Ivoire. Mémoire de recherche, Ferkessédougou, 110 p.
2. Belliroun N. et Khelil M. Y. (2022). Contribution à l'étude de l'activité antifongique des huiles essentielles des oranges douces (*Citrus sinensis*). Mémoire de Master ; Université 8 Mai 1945 Guelma ; Algérie ; 67 p.
3. Blancard, D. (2010). Identifier les maladies, Diagnostique, Guide, Anomalies, Altération des fruits. Ed. INRA. Paris. pp 45-56
4. Botton B., Breton A., Fèvre M., Gauthier S., Guy P., Larpent J.P., Reymond P., Sanglier J.J., Vayssier Y., Veau P. (1990). Moisissures utiles et nuisibles, Importance industrielle, *Ed.Masson*, Paris.
5. Boughendjioua H. (2019). Activité antifongique de l'huile essentielle extraite à partir des feuilles de *Citrus reticulata*, *Nature & Technology Journal*, Vol. B, *Agronomic and Biological Sciences*, 20 : 54-57. http://www.univ-chlef.dz/revuenatec/issue-20/Article_B/Article_561.pdf
6. Clevenger J.F. (1928). Apparatus for the determination of volatile oil, *Journal of the American Pharmacists Association*, 17 : 346-1.
7. Diarrasouba D., N'guessan M. T. et Koffi S. Y. (2015). Evaluation de l'inflation des prix des produits vivriers dans la commune de Yopougon (Abidjan, Côte d'Ivoire) *European Scientific Journal* ; Edition vol.11, No.29 ISSN : 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857-7431. 15 p.
8. Doumbouya M. et BROU K. G., ESSIS B. S., DIBY K. E. B., OYOUROU G. M., KONE D. (2021). Evaluation de l'activité antifongique des huiles essentielles de *Ocimum basilicum*, *Cymbopogon citratus*, *Eucalyptus camaldulensis* : *International Journal of Development Research* Vol. 11, Issue, 11, pp. 51506-51511, <https://doi.org/10.37118/ijdr.23238.11.2021>
9. Doumbouya, M., Abo, K., Lepengue, A. N., Camara, B., Kanko, K., Aidara, D. et Koné, D. (2012). Activités comparées in vitro de deux fongicides de synthèse et deux huiles essentielles, sur des

- champignons telluriques des cultures maraîchères en Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Bioscience* 50 : 3520-3532.
10. FAOSTAT (2021). Données de l'alimentation et de l'agriculture. [https : // Faostat.fao.org](https://Faostat.fao.org).
 11. Hamdani, F. Z. (2015). Déterminisme moléculaire de l'activité antifongique des huiles essentielles extraites à partir des feuilles d'agrumes. (Thèse de Doctorat), Institut des Sciences Agronomiques de Hassiba Bn Bouali de Chlef, 143p.
 12. Hamdani, F. Z. et Allem, R. (2015). Antifungal activity of the leaf essential oil of *Citrus* against *Alternaria alternata* in vivo. *International Journal of Applied and Natural Sciences (IJANS)* 4 :15-24
 13. Hamrouni L., Hanana M., Amri I., Romane A., Gargouri S., Jamoussi B. (2014). Allelopathic effects of essential oils of *Pinus halepensis* Miller : chemical composition and study of their antifungal and herbicidal activities. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 48 (2) : 1-14.
 14. Iftikhar, T., Babar, L.K., Zahoor, S. et Khan, N.G. (2010). Best irrigation management practices in cotton. *Pak. J. Bot.* 42(5) : 3023-3028.
 15. James M.C. (2001). « Maize and Grace : History, Corn, and Africa's New Landscapes, 1500 –1999 », Society for Comparative Study of Society and History,
 16. Kabore, B., Koita, E., Ouedraogo, I. et Nebie, R. (2007). Efficacité d'extraits de plantes locales en traitement de semence contre la mycologie du riz. *Science et Technique*, 1(1) : 49-57.
 17. Kang, Z. et Buchenauer, H. (2000). Cytology and ultrastructure of the infection of wheat spikes by *Fusarium culmorum*. *Mycological Research*, 104(9) : 1083-1093.
 18. Katooli, N., Maghsodlo, R. et Razavi, E.S. (2011). Evaluation of Eucalyptus essential oil against some plant pathogenic fungi. *Journal of Plant Breeding and Crop Science*, 3(2) : 41-43.
 19. Kimou S. H. (2019). Performances agromorphologiques du maïs et du niébé et efficience du mode d'arrangement spatial dans l'association culturale maïsniébé au Sud de la Côte d'Ivoire. Thèse unique de doctorat, Université Nangui Abrogoua, Abidjan, Côte d'Ivoire., 189P.
 20. Koffi, A. G., Komlan, B., Kouassi, A., Mireille, P.D., Messanvi, G., Philippe, B. et Koffi A. (2006). Activité antifongique des huiles essentielles de *Ocimum basilicum* L. (Lamiaceae) et *Cymbopogon schoenanthus* (L.) Spreng. (Poaceae) sur des micromycètes

- influençant la germination du Maïs et du Niébé, *Acta Botanica Gallica*, 153 :1, 115-124.
21. Kossou D. (1994). Les atouts économiques du secteur primaire des pays en voie de développement. p. 18-24.
 22. Kouakou K. R., N'Dah. A., N'cho A. L. (2024). Revue de littérature des céréales cultivées et produites dans le Nord de la Côte d'Ivoire : Cas des spéculations Maïs (*Zea mays* L.), Mil (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.), Sorgho (*Sorghum bicolor* L. Moench). *Journal of Animal & Plant Sciences (J.Anim.Plant Sci.* ISSN 2071-7024). Vol.60(2) : 11015 -11034.
 23. Lenteren, J.C. van. (ed.). (2012). Internet Book of Biological Control, version 6. www.iobc-wprs.org, Wageningen, *The Netherlands*. 182 p.
 24. Leroux P. et Credet A. (1978). Document sur l'étude de l'activité des fongicides, INRA, Versailles, France, 12 p.
 25. Messiaen C.M., Blancard D., Rouxel F. et Lafon R. (1991). Les maladies des plantes maraîchères, 3e édition, *INRA*, Paris, pp. 183-194.
 26. Oxenham, S. K., Svoboda, K. P. and Walters, D. R. (2005). Antifungal activity of essential oil Basil (*Ocimum basilicum*). *Phytopathology*. 153 : 174 – 180
 27. Pavel, M., Miloslav, Z., Roman, P. et Pavel, N. (2015). Antifungal effect of five essential oils against important pathogenic fungi of cereals. *Industrial Crops and Products*, 67 : 208-215
 28. RONGEAD – ONG CHIGATA. (2014). Diagnostic de la filière maïs en Côte d'Ivoire : Projet « Redynamiser les productions, l'accès au marché et le conseil agricole pour les filières vivrières et commerciales du Nord de la Côte d'Ivoire ». 59 p.
 29. Sameza M.L., Boat M.A.B., Nguemezi S.T., Mabou L.C.N., Jazet Dongmo P.M., Boyom F.F., Menut C. (2014). Potential use of *Eucalyptus globules* essential oil against *Phytophthora colocasiae* the causal agent of taro leaf blight. *European Journal of Plant Pathology*, 140 (2) : 243-250.
 30. Tahar A. I. et Zeradna N. H. (2022). Test de l'Activité antifongique d'huile essentielle commercialisée. Mémoire de Master, Université de Tissemsilt, Algérie, 86 p.
 31. Uddin, N, Rahman, A., Ahmed, N.U., Rana, S., Akter, R. et Chowdhury, A.M.MA. (2010). Antioxidant, cytotoxic and antimicrobial properties of *Eclipta alba* ethanol extract, *International Journal of Biological & Medical Research*, 1(4) : 341-346.
 32. Van Hung P., Thi Lan Ch. P., Thi Lan P. N. (2013). Comparison of antifungal activities of *Vietnamese citrus* essential oils, *Natural*

- Product Research, Formerly Natural Product Letters*, 27 (4,5) : 506-508.
33. Zhang F., Shen J., Li L. et Liu X. (2004). An overview of rhizosphere processes related with plant nutrition in major cropping systems in China. *Plant Soil*, 260 : 89-99.