

Evaluation de l'activité antifongique *in vitro* et *in vivo* d'extraits de *Terminaliaivorensis* et *Terminaliasuperba* sur *Fusariumoxysporum*

Ruffin Kouakou Angaman^{1*}, Kouabenan Abo², Bernadine Marie Arobia Bosson Orsot¹, Djakalia Ouattara¹, Noël Guédé Zirihi¹

¹Université Félix HOUPHOUËT BOIGNY, UFR Biosciences, Laboratoire de Botanique, 22 BP 582 Abidjan 22 (Côte d'Ivoire)

²Institut National Polytechnique Félix HOUPHOUËT-BOIGNY de Yamoussoukro, Laboratoire de Phytopathologie et Biologie Végétale.

Summary

Background: The use of chemical pesticides for the treatment of phytopathogenic fungi has harmful effects on the environment and human health. The objective of this study is to propose a strategy for the use of natural substances of plant origin as an alternative to the use of chemical fungicides.

Materials and Methods: To meet this objective, we evaluated by the method of the double dilution of a geometric sequence of reason $\frac{1}{2}$, on PDA medium the antifungal potential of the aqueous and ethanolic extracts of *Terminaliaivorensis* and *Terminaliasuperba* on *Fusariumoxysporum*. Greenhouse tests of tomato cultivars arranged in Fisher blocks

Results: The ethanolic bark extract of *Terminaliaivorensis* was fungicide at CMF = 6,25 mg / mL on *Fusariumoxysporum*. For the ethanolic extract of leaves of *Terminaliasuperba*, the minimum fungicidal concentration on the two strains was CMF = 6.25 mg / mL. Tests under shelter of these extracts on the tomato revealed, a beneficial effect on the growth and the development of the inoculated plants.

Conclusion: The ideal in the promotion of agriculture in this new world concerned with the health of consumers and the preservation of the balance of ecosystems, would be that the pesticides of the future are natural biodegradable products.

Keywords: phytopathogens, antifungal activity, development, biofungicide

Date of Submission: 14-03-2020

Date of Acceptance: 30-03-2020

I. INTRODUCTION

Les traitements chimiques en agriculture ont des effets néfastes sur la santé du consommateur et l'environnement ainsi que l'apparition de souches résistantes aux produits fongicides utilisés^{1,2}. Les produits naturels, notamment d'origine végétale, sont utilisés comme une source de diversité moléculaire dans plusieurs programmes de découverte³. Les perspectives offertes par l'exploitation de produits naturels dans le secteur agricole sont de nouvelles approches qui consistent en l'utilisation des agents bio-compétitifs non toxiques sur les cultures aux champs⁴. Les extraits de plantes ont l'avantage d'être non seulement disponibles à moindre coût pour les paysans, mais aussi non toxiques et facilement biodégradables et donc sains pour l'environnement^{5,6}. En effet, des résultats très encourageants ont été rapportés sur l'usage des biofungicides contre les pourritures de fruits en France tels que les agrumes^{2,7}, les pêches⁸, les fraises⁹, les poires¹¹. Cependant, moins de 10 % seulement des plantes à fleur terrestre auraient été étudiées scientifiquement pour leurs propriétés pharmacologiques sur près de 240 000 à 300 000 espèces^{11,12}. C'est dans ce contexte que ce projet proposé évalue le potentiel antifongique *in vitro* et *in vivo* des extraits aqueux et éthanoliques de *Terminaliaivorensis* et *Terminaliasuperba*; sur *Fusariumoxysporum*.

II. MATERIEL

Matériel végétal

Il se compose d'écorce de tronc et les feuilles de *Terminaliaivorensis*A.Chev.(Figure 1) et *Terminaliasuperba*Engl. &Diels. (Figure 2a et 2b).



Matériel biologique

L'agent phytopathogène utilisé, a été choisi comme modèle à cause de son importance en agriculture. Il est représenté par la souche *Fusariumoxysporum*. Il provient du Laboratoire de Biotechnologie Végétale et Microbiologie Environnementale de l'Institut National Polytechnique Félix HOUPHOUËT-BOIGNY de Yamoussoukro (Côte d'Ivoire).

Matériel pour les tests en culture sous abri

L'évaluation *in vivo* de l'activité antifongique des substances naturelles d'origine végétale s'est effectuée sur deux cultivars de tomate inoculés au *Fusarium*. Il s'agit de variétés recommandées pour les cultures en zone tropicale. La variété Caraïbo à croissance déterminée, cultivable sans tuteur a été utilisée de même que Tropimech. Ces différentes variétés de tomates ont été achetées à Semivoire à Abidjan (Côte d'Ivoire). Les essais biologiques sont été réalisés avec deux différents extraits :

- Des extraits éthanoliques poudreux d'écorce de *Terminaliaivorensis* ;
- Des extraits éthanoliques poudreux de feuilles de *Terminalia superba* ;

Ces extraits poudreux ont été émulsionnés dans de l'eau distillée.

III. METHODE

Méthode de préparation des extraits aqueux et éthanoliques

Les feuilles et écorces de plantes sélectionnées ont été récoltées, nettoyées pour les débarrasser de toute impureté, découpées et séchées séparément selon les espèces à l'ombre, à la température ambiante et à l'abri de l'humidité pendant deux semaines. Après séchage, elles ont été rendues en poudre fine grâce à un broyeur électrique de type IKA Labortechnik. La fine poudre (broyat) a subi une extraction selon la méthode de¹³. Ainsi, 100 g de broyat ont été macérés dans 1 L d'eau distillée à l'aide d'un mixer (Blender) pendant trois fois 3 minutes. L'homogénat obtenu a été d'abord essoré dans un carré de tissu, puis filtré successivement deux fois sur du coton hydrophile et une fois sur du papier filtre Wathman 3 mm. Le filtrat recueilli, a été séché à l'étuve à 50 °C. Le solvant évaporé, une poudre de couleur marron foncé a été récupérée et constitue l'extrait total aqueuxnoté ETA.

L'extrait éthanolique a été réalisé par fractionnement de l'extrait aqueux, selon la méthode de¹³, ainsi décrite : 10 g d'ETA ont été dissouts dans 200 ml de solution hydro-alcoolique (70 % éthanol et 30 % eau distillée). On obtient une phase supérieure liquide alcoolique et un résidu qui se dépose dans le fond de l'ampoule à décanter. La phase liquide alcoolique obtenue est recueillie, réduite et séché à l'étuve à 50 °C ; c'est l'extrait éthanolique noté (ETE). Les extraits aqueux et éthanoliques des feuilles et écorces, au nombre de huit (8) au total ont été conservés au réfrigérateur à 6 °C et utilisé plus tard pour les testsantifongiques de*Fusariumoxysporum*.

Calcul de rendement des extraits végétaux

Le rendement de l'extrait est le rapport de la masse de l'extrait obtenu par rapport à la masse du matériel extrait. Il est déterminé par la formule ci-dessous.

$$R (\%) = \frac{\text{Poids sec extrait (g)}}{\text{Poids sec de départ (g)}} \times 100$$

Préparation du milieu de culture PDA (Potato Dextrose Agar)

Le milieu PDA (Potato Dextrose Agar) a été utilisé pour la culture des champignons. Il est composé de 20 g d'Agar, 20 g de purée de pomme de terre et de 20 g de saccharose pour 1L d'eau distillée. Les milieux ont été préparés dans huit erlenmeyers, et stérilisés à l'autoclave à 120 °C pendant 20 min. L'incorporation des différents extraits végétaux au milieu PDA avant sa solidification a été faite selon la méthode¹⁴ de la double dilution de suite géométrique de raison ½ réalisée de la manière suivante : 2 g d'extrait végétal ont été dilués dans 40mL de PDA de l'erlenmeyer n° 1. Ce mélange a été homogénéisé par un agitateur magnétique (IKA-MAG-RCT). La moitié du volume de ce mélange homogène est transférée dans 20 mL de PDA de l'erlenmeyer n° 2 et homogénéisée. Cette opération est reprise avec l'erlenmeyer n° 3, et ainsi de suite jusqu'à l'erlenmeyer n° 8. A la fin de cette opération, c'est-à-dire à l'erlenmeyer n° 8, la moitié du volume du mélange est rejetée. Cette double dilution donne les gammes de concentrations suivantes : 50 mg/mL, 25 mg/mL, 12,5 mg/mL, 6,25 mg/mL, 3,12 mg/mL, 1,56 mg/mL, 0,78 mg/mL et 0,39 mg/mL. Soit huit concentrations retenues pour les extraits aqueux (ETA). Pour les extraits éthanoliques (ETE) six concentrations ont été retenues et ce sont les suivantes : 12,50 mg/mL, 6,25 mg/mL, 3,12 mg/mL, 1,56 mg/mL, 0,78 mg/mL et 0,39 mg/mL. Ces différentes concentrations ont été utilisées pour tester la croissance mycélienne de *Fusariumoxysporium*. Les témoins n'ont subi aucun amendement avec les extraits. Ces différents milieux ont été coulés à 40 °C dans des boîtes de Pétri de 90 mm de diamètre sous la hotte, autour d'une flamme. Pour chaque concentration et chaque souche fongique, l'essai a été répété trois fois. Les boîtes de Pétri ont été maintenues sous la hotte jusqu'à la solidification du milieu et à l'ensemencement du fragment mycélien.

Réalisation *in vitro* des tests d'activités antifongiques

Une fois la gélose solidifiée sous la hotte, les tests antifongiques ont été réalisés par la suite, un explant de 6 mm de diamètre de chaque champignon âgé de 7 jours, a été prélevé au niveau du front de croissance du champignon dans la boîte de culture. L'explant a été placé au centre géométrique de la boîte de Pétri sur le milieu PDA. Les boîtes de Pétri ensemencées, ont été scellées avec du film adhésif et mises en incubation à l'étuve à 25 ± 2 °C pendant 8 jours.

Mesure de la croissance radiale des champignons ensemencés

La mesure de la croissance radiale moyenne du mycélium des différentes souches fongiques a été effectuée quotidiennement jusqu'à ce que dans les lots témoins, les filaments mycéliens atteignent la périphérie de la boîte de Pétri. Elle a été réalisée en millimètre à partir de deux axes perpendiculaires tracés au revers de la boîte de Pétri.

Ces mesures ont permis de déterminer le taux d'inhibition de la croissance radiale mycélienne selon la formule de¹⁵.

$$T (\%) = \frac{(D - d)}{D} \times 100$$

T : taux d'inhibition

D : croissance mycélienne dans les boîtes témoins

d : croissance mycélienne dans les boîtes essais

Biotest en culture de la tomate sous abri

Le choix des extraits de plantes utilisés dans cet essai a été basé sur leur efficacité observée *in vitro*. Ce biotest a été conduit selon la méthode d'expérimentation sous serre en blocs de Fisher. La multiplication des champignons en vue de produire l'inoculum. La préparation des plants à inoculer après avoir effectué les pépinières en faisant germer les graines des différents cultivars de tomate dans des bacs contenant un substrat de culture préalablement stérilisé par autoclavage à 121 °C pendant 30 min sous une pression de 1,5 bar. Les plants obtenus en 2 semaines ont été transplantés dans des pots de 500 cm³ contenant un substrat de culture constitué de 25 p.c. de fumier de fermier bien décomposé et 75 p.c. de sol. Les extraits de plantes qui ont été émulsionnés dans de l'eau distillée. La solution (solvant + extraits) a été pulvérisée sur les parties aériennes de plants inoculés ainsi que ceux non inoculés de tomates à l'aide d'un pulvérisateur manuel. Les plants âgés de 8 semaines ont été dépotés, nettoyés et la mesure du poids secs ; aériens et racinaires a été effectuée.

Mesure des paramètres de croissance

Deux paramètres de croissance (hauteur, diamètre) ont été évalués sur les plants de tomates du stade 2 feuilles jusqu'à 8 semaines de croissance. La hauteur a été mesurée avec un double décimètre depuis le collet jusqu'à la cime de la plante.

$$Hm = \sum hv/N$$

$\sum hv$ = Somme des hauteurs mesurées par variété et par traitement

N = Nombre total de variété

Le diamètre a été mesuré avec un pied à coulisse de marque Mitutoyo de précision 10-2 mm. Le diamètre moyen a été calculé selon la formule suivante :

$$Dm = \sum dv/N$$

$\sum dv$ = Somme des diamètres mesurés sur une variété.

Paramètres de développement

Les paramètres de développement (indice de mortalité, biomasse) ont été mesurés simultanément avec les paramètres de croissance sur les mêmes plants de tomates. La matière sèche racinaire et foliaire a été mesurée 2 jours après le séchage à 45 °C à l'étuve sur une balance électrique de marque (Sauter 1000) de précision 10-1g

Méthodes statistiques d'analyse des données

Dans cette étude, les paramètres de distributions des différents échantillons ont été comparés entre eux grâce à deux tests statistiques : l'analyse de variance (ANOVA) et celui du Khi-deux. La nature qualitative des données obtenues nous a ramené vers deux types de techniques d'analyses : l'analyse en Composante Principale (ACP) sur les groupes de variables quantitatives. Les objectifs de la méthode sont d'obtenir une typologie des lignes, une typologie des colonnes et de relier les deux typologies ensemble¹⁶.

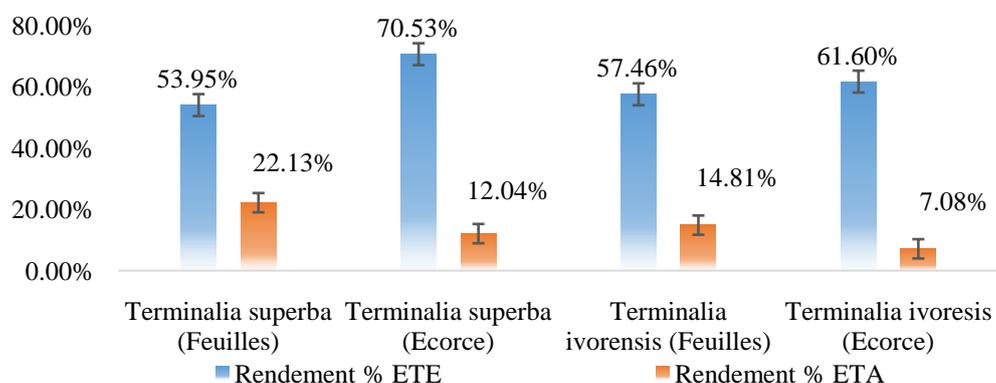
Le criblage phytochimique

Une analyse chimique basée sur des réactions de coloration et de précipitation a été effectuée sur les huit (8) extraits végétaux (T.I.E-f, T.I.E-é, T.I.A-f, T.I.A-é, T.S.E-f, T.S.E-é, T.S.A-f, T.S.A-é) selon la méthodologie utilisée par¹⁷.

IV. RESULTATS

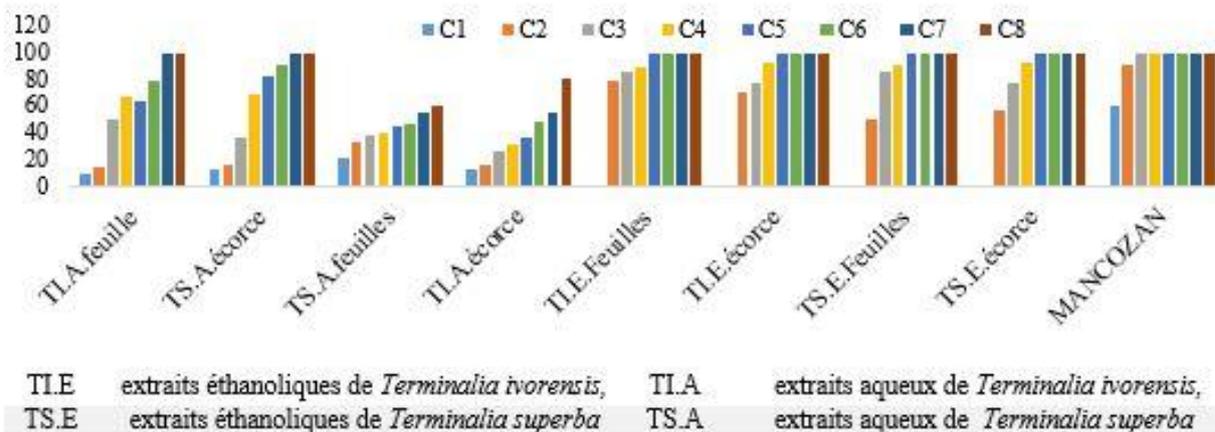
Rendement des différents extraits

Les rendements des extraits aqueux obtenus à partir de 100 g de poudre des différentes parties de *Terminaliasuperba* et *Terminaliaivorensis* ainsi que ceux des extraits éthanoliques issus du fractionnement de 10 g de chaque extrait aqueux des feuilles et écorces de nos plantes sont mentionnés sur la Figure 3.



Activités antifongiques

Le pouvoir fongicide du MANCOZAN 80 WP sur *Fusariumoxysporum* s'est manifesté à C3 = 1,56 mg/mL. Une concentration C3 = 1,56 mg/mL a été suffisante pour inhiber à 100 % *Fusariumoxysporum* aucune reprise de la pastille mycélienne n'a été observée après repiquage dans le milieu PDA. Les extraits éthanoliques de feuilles et écorce de *Terminaliaivorensis* ont exercé un pouvoir inhibiteur plus important que les extraits aqueux sur *Fusariumoxysporum*. Cette souche a été inhibée à 100 % à la concentration C4 (3,12 mg/mL) de l'extrait éthanoliques d'écorce de *Terminaliaivorensis*. L'effet fongicide de cet extrait a été obtenu à la concentration CMF = C5 (6,25 mg/mL). Les extraits aqueux de *Terminaliasuperba* ont révélé une activité antifongique très faible de cette espèce sur *Fusariumoxysporum*. L'effet fongicide des extraits éthanoliques a été obtenu à la concentration CMF = 6,25 mg/mL sur *Fusarium*.

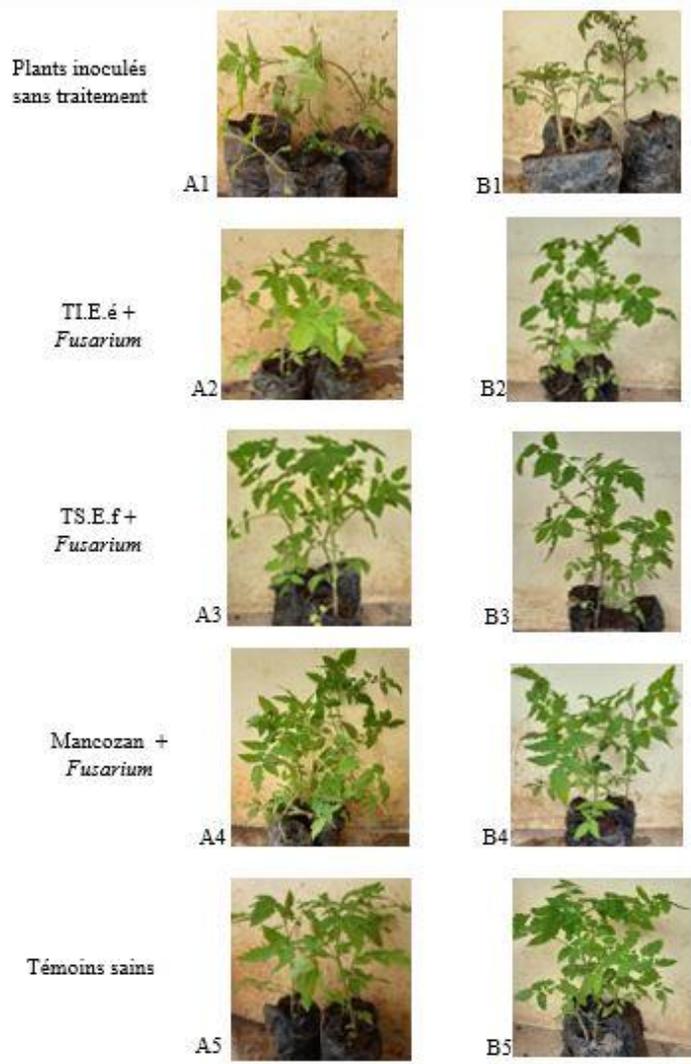
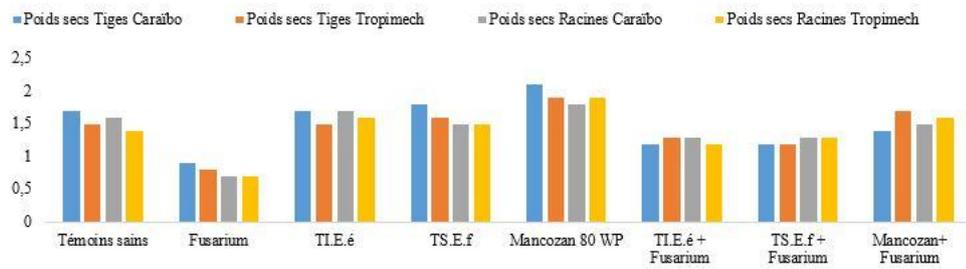
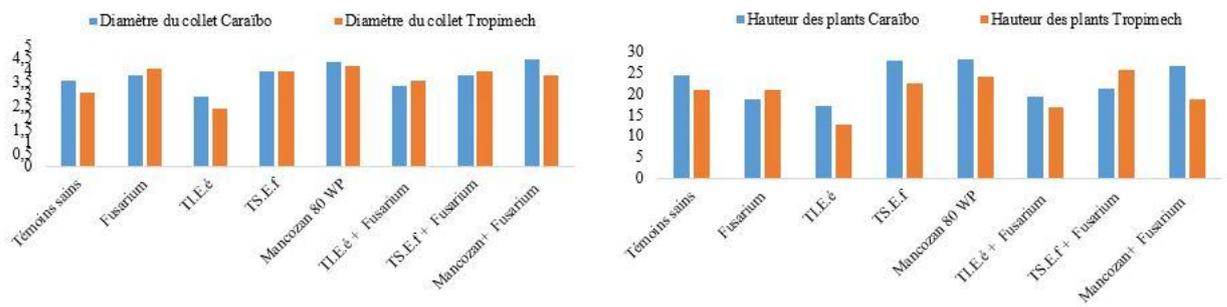


Concentrations	<i>Fusarium oxysporum</i>		
	CI ₅₀ (mg/mL)	CI ₉₀ (mg/mL)	CMF (mg/mL)
Extraits			
MANCOZAN	0,27	0,83	1,31
T.I.E-feuille	1,56	3,12	6,25
T.I.E-écorce	1,56	3,12	6,25
T.S.E-feuille	1,56	3,12	6,25
T.S.E-écorce	1,56	3,12	6,25

T.I.E extraits éthanoliques de *Terminalia ivorensis*,
 T.S.E extraits éthanoliques de *Terminalia superba*

Composés chimiques	Alca	Polyph	Tanins		Flavo	Terp	Sapo	Stérols et Séroïdes	Coum
			Cat	Gal					
Extraits									
TS.E-feuille	+	+++	-	++	+++	+++	+++	++	+++
TS.E-écorce	-	+++	-	++	++	++	++	+	++
T.I.E-feuille	+	+++	+	+	+	+	++	+	-
T.I.E-écorce	++	+	-	+	+++	+++	+++	++	+++

Evaluation de l'activité antifongique in vitro et in vivo d'extraits de *Terminalia ivorensis* et ..



TS.E -f : extraits éthanologiques de feuilles de *Terminalia superba* sur *Fusarium oxysporum*
 T.I.E -é : extraits éthanologiques d'écorce de *Terminalia ivorensis* sur *Fusarium oxysporum*

Les extraits aqueux et éthanoliques des différents organes des plantes ont fourni des rendements variables. En effet,¹⁸ rapportent que les conditions environnementales, la période de récolte et l'âge du matériel végétal à l'organe considéré peuvent influencer sur les rendements d'extraction. De plus, l'éthanol est un solvant organique qui fixerait plus de composés par rapport à l'eau et augmenterait, par conséquent, le rendement des extraits éthanoliques¹⁹. Selon la classification de²⁰, le niveau d'activité des extraits éthanoliques est qualifié de moyen. Le méthanol permet une meilleure extraction des composés tels que les flavonoïdes et les terpénoïdes qui sont des molécules reconnues pour leur activité antifongique²¹. Avec l'analyse des paramètres de croissance évalués sur deux variétés de tomate (Tropimech et Caraïbo), la résistance du cultivar Tropimech peut trouver son explication dans sa capacité de détruire les toxines produites par *Fusariumoxysporum* dans la plante de tomate²². En effet, les activités antimicrobiennes des poudres de *Terminaliasuperba* et *Terminaliaivorensis* dérivent des alcaloïdes²³, des tanins²⁴ et les activités antifongiques par la présence des composés phénoliques²⁵. Ces composés phénoliques auraient un effet inhibiteur sur l'activité et la production des protéases, des cellulases et des pectinases mis en évidence chez *Fusariumoxysporumf.sp. albedinis*²⁶. Le tri phytochimique des extraits aqueux et éthanoliques *Terminaliasuperba* et *Terminaliaivorensis* a montré la présence de plusieurs groupes chimiques.²⁷ ont rapporté que les extraits végétaux d'un certain nombre de plantes contiennent des composés tels que les tanins, et les flavonoïdes qui sont dotés de propriétés fongicides. L'incorporation de ces substances allélochimiques dans la gestion de l'agriculture peut réduire l'utilisation de fongicides et d'insecticides ; aussi diminuer la pollution de l'environnement²⁸.

VI. CONCLUSION

Bien que l'activité antifongique *in vivo* des extraits éthanoliques ait été significativement comparable à celle du Mancozan 80 WP. Le tri phytochimique de nos extraits étudiés a révélé la présence de polyphénols, de flavonoïdes, de saponosides, et de terpènes dans l'ensemble des extraits. Le traitement des plants de *Capsicumannuum* L. par la pulvérisation foliaire des extraits ont entravés l'infection des champignons testés. Cette réduction est plus importante dans le cas des plants traités par les extraits végétaux et inoculés qui n'est pas différent de celle des traitements aux fongicides de synthèse. Dans ce nouveau monde soucieux de la santé des consommateurs et de la préservation de l'équilibre des écosystèmes, l'idéal serait que les pesticides de l'avenir soient des produits naturels biodégradables.

REMERCIEMENTS : Nous adressons nos remerciements au Professeur N'GUESSAN Kouakou Edouard, Professeur Titulaire au Laboratoire de Botanique de l'U.F.R. Biosciences de l'Université Félix Houphouët-Boigny de Cocody, Directeur du Laboratoire de Botanique. Au Groupe de Recherche Chimie de l'Eau et des Substances Naturelles de l'Institut National Polytechnique Félix HOUPHOUËT-BOIGNY.

REFERENCES

- [1]. Bus V.G., A.J. Bongers & L.A. Risse, 1997. Occurrence of *Penicilliumdigitatum* and *Penicilliumitalicum* resistant to benomyl, thiabendazole, and imazalil on citrus fruit from different geographic origin. *Plant Diseases*, 75, 1098-1100 p.
- [2]. Chalutz E. & C.L. Wilson, 1990. Postharvest biocontrol of Green and blue and sour rot of citrus fruit by *Debaryomyceshansenii*. *Plant Diseases*, 7(4): 134-137p.
- [3]. Rahman A.K.M. M., Sutradhar R. K., Ahmad M.U., Bachar, S. C., 2005. - Bioactive flavones of *Sidacordifolia*. *Phytochemistry Letters*, 1: 179-182.
- [4]. Valero, A., Oliván, S., Marín, S., Sanchis, V. and Ramos, A. J. 2007.- Effect of intra and interspecific interaction on OTA production by *A. section Nigri* in grapes during dehydration. *Food Microbiology*, 24, 254-259.
- [5]. Okigbo, R.N. & Nmeko I.N. 2005. Control of Yam tuber rot with leaf Extracts of *Xylopiiaethiopica* and *Zingiberoffinale*. *Afr. J. Biotechnology* 4(8): 804-807.
- [6]. Okigbo R.N. & Omodamiro O.D. 2006. Antimicrobial effect of leaf extract of pigeon pea (*Cajanuscajan* (L) Mill sp) on some human pathogen. *J. Herbs, spices and Med. Plants* 12 (1/2); 117-127.
- [7]. El-Ghaouth A., J.L. Smilanick, G.E. Brown, A. Ippolito, M. Wisniewski & C.L. Wilson, 2000. Application of *Candida saitoana* and glycolchitosan for the control of postharvest diseases of apples and citrus fruit under semi-commercial conditions. *Plant Diseases*, 84, 243- 248p.
- [8]. Wilson C.L. & M.E. Wisniewski, 1992. Future alternatives to synthetic fungicides for the control of postharvest diseases, In: *Biological control of plant diseases*. E.S. Tjames et al. (eds.), Plenum Press, New York, 133-138p.
- [9]. Guinebretiere M.H., C. Nguyen-The, N. Morrison, M. Reich & P. Nicot, 2000. Isolation and characterization of antagonists for the biocontrol of the postharvest wound pathogen *Botrytis cinerea* on strawberry fruits. *J. Food Protection*, 3, 386-394p.
- [10]. Nunes C., J. Usall, N. Teixido & I. Vinas, 2001. Biological control of postharvest pear diseases using a bacterium *Pantoeaagglomerans* CPA-2. *Intern. J. Food Microbiology*, 70, 53-61p.

- [11]. Diallo D., 2000.- Ethnopharmacological survey of medicinal plants in Mali and phytochemical study of four them: *Glinus oppositifolius* (Aizoaceae), *Diospyros abyssinica* (Ebenaceae), *Entada africana* (mimosaceae), *Trichilia emetic* (Meliaceae). Thèse de doctorat, Lausanne, Suisse, 221 P.
- [12]. Anthony J.P., Fyfe L. & Smith H., 2005.- Plant active components a resource for antiparasitic agents? *Trends in Parasitology*, 21(10) : 462-468.
- [13]. Zirihi G. N., Kra A. K. M. et Guédé-Guina F., 2003. Evaluation de l'activité antifongique de *Microglossapyrifolia* Lam O. Ktze (Asteraceae) « PYMI » sur la croissance in vitro de *Candida albicans*. *Revue Médicale et Pharm. Afric*, 17 : 1-19.
- [14]. Ahon MG, Akapo-Akue JM, Kra Mathieu A, Ackah J B, Zirihi NG, Djaman JA. 2011.- Antifungal activity of the aqueous and hydro-alcoholic extracts of *Terminalia superba* Engl. on the in vitro growth of clinical isolates of pathogenic fungi. *Agriculture and Biology Journal of North America*, 2011; 2:250-257 p.
- [15]. Leroux P. et Credet A., 1978.- Document sur l'étude de l'activité des fongicides. INRA. Versailles, France, 12 p.
- [16]. Haury J., Jaffré M., Dutartre A., Peltre M.-C., Barbe J., Trémolières M., Guerlesquin M. & Muller S., 1998. Application de la méthode « Milieu e Végétaux fixés » à 12 rivières françaises : typologie floristique préliminaire. *Annls Limnol.*, 34 :129 – 138 p.
- [17]. N'Guessan K, Kadja B, Zihiri GN, Traoré D, Aké A. L. 2009. Screening phytochimique de quelques plantes médicinales ivoiriennes utilisées en pays Krobou (Agboville, Côte d'Ivoire). *Sciences & Nature* ; 6:1-15.
- [18]. Svoboda, K.P., Inglis, A., Hampson, J., Galambosi, B., Asakawa Y., 1999. Biomass production, essential oil yield and composition of *Myrica gale* L. harvested from wild populations in Scotland and Finland. *Flav. Fragr. J.* 13, 367 – 372 p.
- [19]. Kra A. K. M., 2016.- Recherche bioguidée de composés antifongiques à partir des plantes médicinales de Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat de l'UFR Biosciences, Université Félix Houphouët Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire, 242 p.
- [20]. Bougandoura N., Bendimerad N. 2012. Effet antifongiques des extraits aqueux et méthanolique de *Satureja calaminthassp* (Nepeta) briq. *Revue des Bio Ressources* 2 : 1-7.
- [21]. Klüpfel D. 1957.- Über die Biosynthese und die Umwandlungen der Fusarinsäure in Tomatenpflanzen. *Phytopathol Z* 29: 349-379.
- [22]. Clark A. M., Mc Chesney J. D., Adams, R. P. 1990. Antimicrobial properties of heartwood, bark/sapwood and leaves of *Juniperus* species. *Phytother Res* 4: 223-230
- [23]. Hans N. 1952. Tannin as a factor in the resistance of chestnut *Castanea* spp. To the chestnut blight fungus *Endothia parasitica* (Murr) A; *Phytopath* 43: 32.
- [24]. Coulibaly K., 2012. - Etude botanique, pharmacologique et exploration phytochimiques des extraits de *Terminalia ivorensis* et *Terminalia superba*, deux espèces ligneuses commerciales, médicinales antimicrobiennes de la forêt de Mopri. Tiassalé (Sud de la Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat de l'Université de Cocody-Abidjan. UFR Bioscience, 183 p.
- [25]. Dubost, D., Kechacha, R. Rether. 1970.- Etude des enzymes pectinolytiques et cellulolytiques d'une souche monospore du *Fusarium oxysporum* f.sp. *albiedinis* (Kilian Maire) Malençon. *Al Awamia* 35, 195-211.
- [26]. Pamo T.E., Tapondjou L., Tendonkeng F., Nzogang J.F., Djoukeng J., Ngandeu F. & Kana J.R. 2003. Effet des huiles essentielles des feuilles et des extrémités fleuries de *Cupressus lusitanica* sur la tique (*Rhipicephalus lunulatus*) à l'Ouest-Cameroun. *Revue de l'Académie des Sciences du Cameroun* 3(3): 169-175 p.
- [27]. Hans N. 1952. Tannin as a factor in the resistance of chestnut *Castanea* spp. To the chestnut blight fungus *Endothia parasitica* (Murr) A; *Phytopath* 43: 32.
- [28]. Hablaoui et Hakkoum, 2013 : L'effet allélochimique des extraits aqueux de quelque mauvaise herbe sur la germination et la croissance de blé. P 1.

Ruffin Kouakou Angaman, et al. "Evaluation de l'activité antifongique in vitro et in vivo d'extraits de *Terminalia ivorensis* et *Terminalia superba* sur *Fusarium oxysporum*" *IOSR Journal of Humanities and Social Science (IOSR-JHSS)*, 25(3), 2020, pp. 11-18.