



ESJ Natural/Life/Medical Sciences

Controle Des Maladies De La Tomate (Solanum Lycopersicum L.) En Culture Avec Trois Extraits De Plantes A Daloa (Cote D'ivoire)

***Yah N'guettia Marie,
N'douba Amako Pauline,
Koffi Ahébé Marie Hélène,
Soro Senan,
Kante Drissa,
Koffi N'dodo Boni Clovis,***

Université Jean Lorougnon Guédé, UFR Agroforesterie, Laboratoire de
Physiologie et Pathologie Végétale, Daloa, Côte d'Ivoire

[Doi:10.19044/esj.2022.v18n17p111](https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n17p111)

Submitted: 24 November 2021

Accepted: 09 February 2022

Published: 31 May 2022

Copyright 2022 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

Cite As:

Yah N'guettia M., Amako Pauline N., Marie Hélène K.A., Senan S., Drissa K., & Boni Clovis K.,(2022). *Controle Des Maladies De La Tomate (Solanum Lycopersicum L.) En Culture Avec Trois Extraits De Plantes A Daloa (Cote D'ivoire)* European Scientific Journal, ESJ, 18 (17), 111.

<https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n17p111>

Resume

La culture de la tomate en Côte d'Ivoire est sujette aux attaques de nombreux pathogènes qui sont à l'origine de dégâts au champ et en post-récolte. Aussi pour réduire l'impact des maladies sur les cultures, différentes méthodes de lutte sont utilisées. C'est dans cette optique que cette étude a été entreprise. Elle a consisté à tester l'efficacité des extraits d'*Alchornea cordifolia* ; *Mezoneuron benthamianum*, et *Tithonia diversifolia* sur les symptômes des maladies d'une parcelle de tomate cultivée à Daloa. Les extraits poudreux de ces trois plantes ont été utilisés pour traiter un sol de culture infesté à la quantité 5 g et 15 g par poquet à différentes périodes : un mois et deux semaines avant repiquage et le jour du repiquage. Les résultats montrent que les extraits de *A. cordifolia*, *M. benthamianum* et *T. diversifolia* réduisent considérablement l'incidence et la sévérité des symptômes par rapport au témoin. Ainsi, le traitement du sol un mois avant le repiquage a montré des incidences plus faibles au niveau des symptômes de jaunissement

(32,27 à 55 %), de l'enroulement (30 à 45,55 %) et de flétrissement (0 à 8,33 %). Au niveau de la sévérité des symptômes foliaires, le traitement du sol le jour du repiquage a induit une sévérité moindre du jaunissement et de l'enroulement sur les plants de tomate avec *M. benthamianum* tandis que le sur le flétrissement, c'est le traitement du sol un mois avant le repiquage qui donne les plus faibles sévérités (0 à 0,5) pour tous les traitements. Au niveau des galles racinaires, le traitement du sol un mois avant le repiquage induit des faibles incidences et des symptômes moins sévères. *A. cordifolia* a été plus efficace à la quantité de 5 g/poquet. Cette étude montre que les extraits de plantes tels que *A. cordifolia*, *M. benthamianum*, et *T. diversifolia* pourraient être utilisés comme méthode efficace de contrôle des maladies de la tomate en culture.

Mots clés : Solanum lycopersicum (L.) ; Enroulement ; Jaunissement ; Flétrissement.

Control Of Tomato (Solanum Lycopersicum L.) Diseases With Three Plant Extracts In Daloa (Côte d'Ivoire)

*Yah N'guettia Marie,
N'douba Amako Pauline,
Koffi Ahébé Marie Hélène,
Soro Senan,
Kante Drissa,
Koffi N'dodo Boni Clovis,*

Université Jean Lorougnon Guédé, UFR Agroforesterie, Laboratoire de
Physiologie et Pathologie Végétale, Daloa, Côte d'Ivoire

Abstract

The tomato crop in Côte d'Ivoire is subject to attack by many pathogens that cause damage in the field and post-harvest. This study consisted in testing the efficacy of extracts of *Alchornea cordifolia*; *Mezoneuron benthamianum*, *Tithonia diversifolia* on the symptoms of diseases in a tomato plot grown in Daloa. The powdery extracts of these three plants were used to treat crop soil in the quantity of 5g and 15g/pack at different periods: one and two months before transplanting and the day of transplanting. The health analysis of the plants from the infested soil after different applications of *A. cordifolia*, *M. benthamianum* and *T. diversifolia* extracts gave lower incidences and severities of symptoms compared to the control. Thus, the soil treatment one month before transplanting showed the lowest incidences of yellowing (32.27

to 55%), leaf curl (30 to 45.55%), and wilting (0 to 8.33%) symptoms. Regarding the severity of foliar symptoms, the soil treatment on the day of transplanting induced a lower severity of yellowing and leafroll on tomato plants with *M. benthamianum* while wilting, the soil treatment one month before transplanting gave the lowest severity (0 to 0.5) for all treatments. For root galls, soil treatment one month before transplanting induced low incidences and less severe symptoms. *A. cordifolia* was more effective at 5 g/pack. This study shows that plant extracts such as *A. cordifolia*, *M. benthamianum*, and *T. diversifolia* could be used as an effective method for controlling tomato diseases in cultivation.

Keywords: *Solanum lycopersicum* (L.); Leaf curl, Yellowing, Wilt.

Dans le contexte actuel de changements climatiques, l'agriculture est confrontée à deux défis majeurs qui sont éliminer la faim, la pauvreté, et préserver le fragile équilibre climatique indispensable à la survie et à la prospérité de l'humanité (FAO, 2016). Pour ce faire, la nécessité d'une transformation profonde dans le temps et dans l'espace des systèmes agricoles et alimentaires, est indispensable. Ainsi, les systèmes de culture se sont diversifiés avec l'introduction de diverses cultures y compris la production maraîchère. La tomate (*Solanum lycopersicum* L.) est l'une des spéculations maraîchères les plus produites dans le monde aussi bien en plein champ que dans les jardins potagers (Soro *et al.*, 2007). En effet, selon la FAO, la production de la tomate en 2014 couvrait une superficie de 3,7 millions d'hectares, avec une production estimée à plus de 159 millions de tonnes. De ce fait, la tomate reste, dans le contexte alimentaire mondial, l'un des piliers de la lutte contre l'insécurité alimentaire. Au-delà de ses vertus alimentaires, cette spéculations maraîchère possède des vertus sanitaires à cause de ses propriétés antioxydantes importantes (Barguini et Torres, 2009). En Afrique, le rendement moyen de la tomate est estimé à 10 tonnes/hectare, contre 25 tonnes/hectare environ au niveau mondial (Soro *et al.*, 2007). En Côte d'Ivoire, la production nationale de tomate est estimée à 52 000 tonnes/an (N'zi *et al.*, 2010). Cette production est très faible et est inférieure à la demande (Fondio *et al.*, 2013). La culture de la tomate, à l'instar des autres cultures maraîchères dans les régions tropicales est confrontée à de nombreuses contraintes qui réduisent la production. Ces contraintes sont entre autres, la persistance des pratiques agricoles rudimentaires, la baisse de la fertilité des sols et la forte pression parasitaire qui est influencée par les facteurs environnementaux et climatiques (De Bon *et al.*, 2018).

En vue de réduire les pertes engendrées par les maladies qui attaquent la tomate, de nombreuses méthodes de lutte, à savoir la lutte prophylactique, la lutte chimique, la lutte biologique, la lutte génétique et la lutte culturale ont été prospectées. En Côte d'Ivoire, des travaux sur l'amélioration génétique des variétés de tomate ont été effectués en vue d'une gestion efficace et durable des maladies de la tomate (Lebeau, 2010). En dépit de ces multiples méthodes de lutte, les maladies attaquent sévèrement des solanacées en Côte d'Ivoire. La lutte variétale et la lutte chimique qui sont les stratégies de lutte les plus efficaces sont souvent confrontées à des résultats mitigés à cause de la forte capacité d'adaptation des agents pathogènes (bactéries ; virus ; champignon) ; de leurs grandes diversités génétiques ; des risques sur l'environnement et la santé humaine (Ouédraogo, 2016 ; Lebeau, 2010). Au vu de ce qui précède, il apparaît primordial, dans le cadre de la sécurité alimentaire et de la lutte contre la pauvreté, de prospecter de nouvelles stratégies de lutte durables contre ces maladies afin d'assurer des rendements optimaux et des produits de bonne qualité. C'est dans ce contexte que s'inscrit cette étude qui a pour objectif de contribuer à augmenter durablement les rendements de la tomate par l'utilisation des extraits de plantes à effets antiparasitaires comme moyen de lutte contre les pathogènes de la tomate.

1- Matériel et méthodes

1.1 Matériel

Le matériel biologique était composé de plants de tomate de la variété COBRA 26 et des feuilles fraîches de trois plantes : *Tithonia diversifolia* (Hemsl) A. Gray (Asteraceae), *Mezoneuron benthamianum* Baill. (Fabaceae) et de *Alchornea cordifolia* (Euphorbiaceae).

1.2 Méthodes

1.2.1 Dispositif expérimental

La parcelle expérimentale a été réalisée sur une surface de 68 m² en un bloc aléatoire complètement randomisé constitué de 6 billons de 10,5 m² (3,5 m x 3 m) espacés de 0,5 m sur la ligne et de 0,4 m entre les lignes. Chaque billon constitue un traitement et chaque traitement est constitué de deux quantités de chaque extrait de plante et du témoin non traité. Chaque traitement a été répété 2 fois.

1.2.2 Traitement du sol de culture de la tomate

Le but était de mettre en évidence la capacité des extraits de plantes à assainir le sol et limiter le développement des maladies. Trois espèces de plante à savoir *T. diversifolia*, *M. benthamianum* et *A. cordifolia* ont été utilisées sur les tomates pour évaluer leurs effets sur les maladies qui attaquent les

plantes de tomate. Pour ce faire, les feuilles de ces espèces ont été récoltées et séchées au laboratoire à température ambiante. Les feuilles ainsi séchées sont ensuite broyées dans une machine broyeuse de type RETSCH afin d'obtenir la poudre de chaque espèce. Chaque billon de la parcelle comprenait sept traitements qui sont le traitement du sol avec 5 et 15 g d'extrait poudreux de chaque plante (*T. diversifolia*, *M. benthamianum* et *A. cordifolia*) et un témoin n'ayant pas reçu d'extrait. Les quantités d'extraits pesées ont été mises dans les points de semis et mélangées au sol de culture à différentes périodes : Traitement 1 : poquets traités au repiquage ; traitement 2 : poquets traités deux semaines avant le repiquage et traitement 3 : poquets traités un mois avant le repiquage. Le repiquage a été réalisé avec des plants de tomate âgés de 21 jours à raison d'un plant par poquet et sept plants par traitement. Après le repiquage, un arrosage régulier (matin et soir) est effectué pendant les deux premières semaines et après une fois par jour. Des sarclages manuels ont été effectués afin d'éviter l'enherbement de la parcelle à partir du 15^{ème} jour après le repiquage.

1.2.3 Observations

Les observations ont été réalisées chaque deux semaines sur les parties aériennes des plantes de tomates jusqu'à la semaine 10 et sur les racines à la fin de l'expérimentation. Pour les observations des symptômes sur les racines, les plants de tomates ont été délicatement déterrés pour connaître le nombre de plants atteint de galle. Ainsi, le taux de survie des plants de tomate, l'incidence et la sévérité des symptômes foliaires et des galles racinaires ont été déterminés.

Taux de survie

Deux semaines après repiquage, le nombre de plants de tomates ayant survécu a été évalué par comptage. Le taux moyen de survie a été ainsi calculé par traitement, par concentration et pour chaque extrait de plante.

Incidence et sévérité des symptômes

L'évaluation des maladies et dégâts a consisté à l'observation des symptômes présents sur les plants de tomate et à noter l'incidence et le degré de sévérité. L'incidence a été calculée par comptage des pieds malades par types de symptôme. L'indice de sévérité des symptômes foliaires a été déterminé grâce à une échelle de notation allant de 0 à 5 (Vakalounakis et Fragkiadakakis 1999) avec 0 : plant sain ; 1 : quelques feuilles atteintes par la maladie ; 2 : la moitié des feuilles atteintes par la maladie ; 3 : plus de la moitié des feuilles atteintes par la maladie ; 4 : la plante entière atteinte par la maladie et 5 : mort de la plante. Quant aux galles racinaires, la sévérité a été évaluée selon la table d'indexation pour les nématodes à galles de Bridge et

Page (1980) cité par Coyne *et al.* (2010) en fonction de la proportion et des types de racines présentant les galles. Cette échelle de sévérité part de 0 à 10 avec 0= racines saines (pas de galles) ; 10 = présence de galles sur toutes les racines (infestation maximale de galles).

Test de détection du symptôme de flétrissement bactérien

Pour les symptômes de flétrissement, les tests de verre d'eau ont été effectués sur le terrain selon la méthode de Yabuuchi *et al.* (1996). Ce test a consisté à faire une section de la tige et de la plongée dans un verre d'eau limpide. Après 30 à 60 minutes, l'observation d'un film blanc d'exsudat dans le verre d'eau est caractéristique de la présence de la bactérie *Ralsonia solanacearum* dans la section de tige

1.2.4 Analyses des données

Le traitement des données a été effectué par le logiciel Excel pour le dépouillement des données et STATISTICA version 7.1 pour l'analyse statistique des données. L'analyse statistique a porté sur le taux de survie, l'incidence et la sévérité moyenne des différentes maladies observées sur les plantes de tomate après traitement avec les extraits de plante. Le Test ANOVA Factoriel a été utilisé pour déterminer l'effet des extraits de plante sur les paramètres mesurés. Le test LSD de Fischer a été réalisé pour classer les différents traitements en groupes homogènes, lorsqu'une différence significative était observée au seuil de 5 %.

2. Résultats et discussion

2.1 Résultats

2.1.1 Effet des extraits de *A. cordifolia*, *M. benthamianum* et *T. diversifolia* sur le taux de survie des plants de tomate

Le taux moyen de survie des plants de tomates a varié en fonction des traitements, des quantités et du type d'extrait de plante. Cependant l'analyse statistique a montré qu'il n'y a pas de différence significative entre les paramètres mesurés (Tableau I). Les plants de tomate traités avec les extraits ont dans l'ensemble présenté un taux moyen de survie de 61,5 à 100 %. En général, tous les traitements montrent un bon taux de survie. La quantité C2 (15 g) de *M. benthamianum* et le témoin enregistrent les faibles taux de survie (66,5 %).

Tableau I : Taux de survie des plants de tomates en fonction des traitements deux semaines après repiquage

Traitements	Plantes	Quantités d'extraits	Taux de survie (%)
Témoin	NT	C0	66,5±19,05
T1	A	C1	83±0

	A	C2	100±0
	M	C1	75±11,31
	M	C2	66,5±23,33
	T	C1	91,5±12,0
	T	C2	91,5±12,02
T2	A	C1	91,5±12,02
	A	C2	100±0
	M	C1	100±0
	M	C2	83±0
	T	C1	83,5±23,33
	T	C2	91,5±12,02
T3	A	C1	75±11,31
	A	C2	83±0
	M	C1	91,5±12,02
	M	C2	100±0
	T	C1	83±0
	T	C2	100±0
P			0,1

M : *Mezoneuron benthamianum* ; A : *Alchornea cordifolia* ; T : *Tithonia diversifolia* ; NT : Non traité
 C1=5g ; C2=15g ; T1 : Traitement le jour du repiquage ; T2 : Traitement deux semaines après repiquage ;
 T3 : Traitement un mois après repiquage ; P = probabilité.

2.1.2 Effets des extraits de *A. cordifolia*, *M. benthamianum* et *T. diversifolia* sur les symptômes des parties aériennes et sur les racines des plants de tomate

Des symptômes de jaunissement, d'enroulement des feuilles et de flétrissements de plants ont été observés chez certaines plantes de 28 à 70 jours après repiquage (Figure 1A,C,D). Le test du verre d'eau réalisé sur les plants présentant des symptômes de flétrissement a montré la présence d'écoulement d'un exsudat caractéristique de la présence de la bactérie *Ralsonia solanacearum* (Figure 1B).

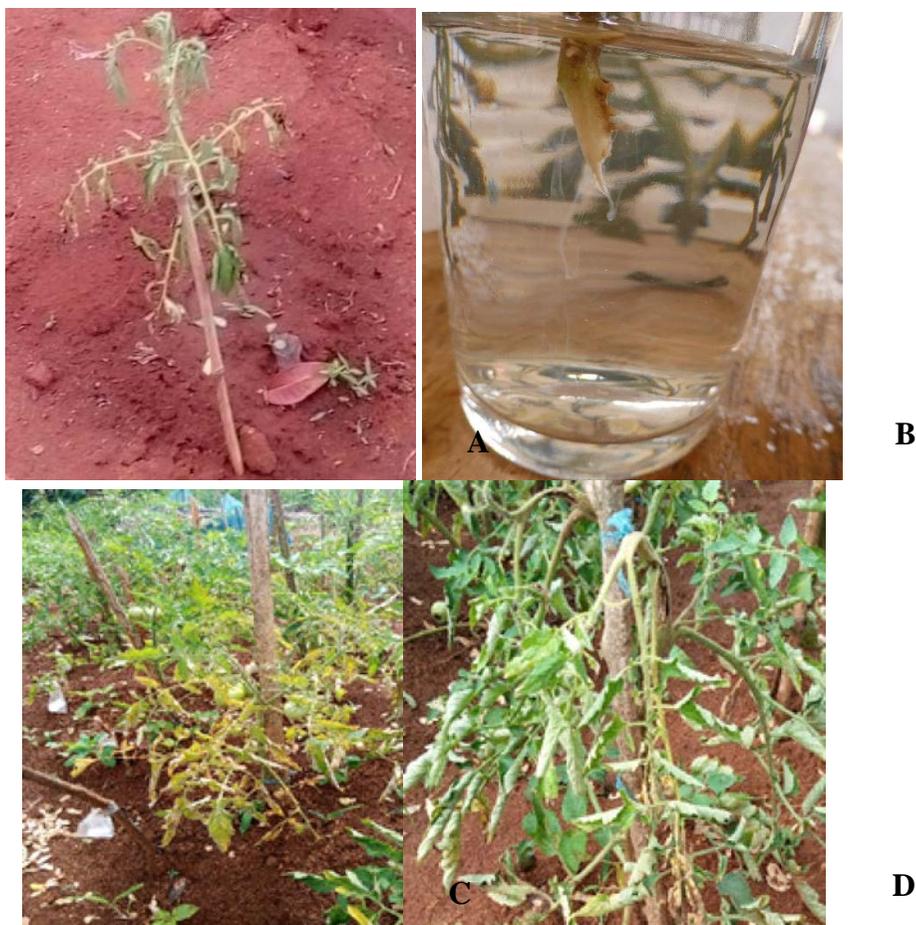


Figure 1 : Symptômes observés sur la culture de tomate
Flétrissement (A) ; Exsudat bactérien (B) ; Jaunissement (C) ; Enroulement (D) (C)

Résultats

Effet des traitements sur l'incidence des symptômes foliaires

Le traitement du sol de culture avec les différents extraits de plantes a eu un effet sur l'incidence des maladies foliaires de la tomate en fonction des traitements et des plantes utilisées (Tableau II). Ainsi, l'analyse statistique des données de l'incidence du jaunissement a montré qu'il existe une différence ($P < 0,05$) entre les différents traitements et le témoin. L'efficacité des extraits est proportionnelle aux différents traitements. La quantité 15 g de *M. benthamianum* et *A. cordifolia* du traitement 3 (sol traité un mois avant repiquage) ont enregistré les incidences les plus faibles avec les valeurs respectives de 32,77 % et 41,66 %. Les quantités C2 (15 g) de *T. diversifolia* et C1 (5g) de *M. benthamianum* du traitement 1 ont présenté les incidences les plus élevées avec des valeurs respectives 72,21 % et 74,16 %. Le traitement 3

de *M. benthamianum* à la quantité C2 (15 g) a été le plus efficace avec une faible incidence (32,72 %) de jaunissement sur les organes de plantes. L'incidence des symptômes de l'enroulement des feuilles de tomate montre des différences hautement significatives au niveau de l'analyse statistique des données (Tableau II). L'incidence des symptômes de l'enroulement sur les plantes varie d'un traitement à l'autre. La tendance est, que l'efficacité des extraits est proportionnelle aux différents traitements (plus la quantité d'extrait appliquée est élevée, plus les extraits sont efficaces). Les quantités C1 (5 g) de *M. benthamianum* et C2 (15 g) de *T. diversifolia* du traitement 3 ont révélé les incidences de l'enroulement les plus faibles, de valeurs respectives 30,55 % et 30 %. Alors que les incidences les plus élevées ont été observées pour le traitement 1 de *A. cordifolia* à la quantité C2 (15 g) et *M. benthamianum* à la quantité C2 (15 g) avec des taux d'incidences respectives de 70,83 % et 67,77 %. Le meilleur traitement reste *T. diversifolia* à la quantité (C2 = 15g) avec traitement 3 pour lequel les analyses effectuées révèlent une faible incidence de l'enroulement des feuilles des plants de tomate. Quant au symptôme du flétrissement, l'analyse statistique des données de l'incidence a montré des différences significatives entre les traitements pour le nombre de pieds flétris de 28 à 70 jours après le repiquage. Toutefois, l'ampleur de ce symptôme a été faible sur l'ensemble des traitements effectués. En effet, le traitement 3 de toutes les quantités ont enregistré les faibles incidences du flétrissement. Le traitement 2, de la quantité C2 (15 g) de *A. cordifolia* a donné un taux d'incidence intermédiaire de 16,66 % alors qu'au traitement 1, c'est *T. diversifolia* à la quantité C1 (5 g) qui enregistre l'incidence la plus élevée.

Tableau II : Incidence (%) des symptômes foliaires des plants de tomates en fonction des traitements

Traitements	Plantes	Quantités d'extraits	Jaunissement	Enroulement	Flétrissement
Témoin	NT	C0	66,33±7,44 ^{bcd}	80,87±1,15 ^g	33,33±19,24 ^c
T1	A	C1	61,1±7,85 ^{bcd}	55,55±0,00 ^{defg}	8,33±11,78 ^{ab}
	A	C2	51,66±10,21 ^{bc}	70,83±5,89 ^{fgh}	0±0 ^a
	M	C1	74,16±1,18 ^e	48,33±2,35 ^{cde}	10±14,14 ^{ab}
	M	C2	68,88±3,14 ^{bcd}	67,77±17,28 ^{fgh}	0±0 ^a
	T	C1	45±7,07 ^{ab}	63,88±3,92 ^{efg}	29,16±5,89 ^{bc}
	T	C2	72,21±7,85 ^{bcd}	55,55±7,85 ^{defg}	10±14,14 ^{ab}
T2	A	C1	42,22±3,13 ^{ab}	42,22±3,14 ^{abcd}	20±0 ^{abc}
	A	C2	52,77±3,92 ^{bc}	42,22±3,14 ^{abcd}	16,66±0 ^{abc}
	M	C1	70,55±13,35 ^{bcd}	39,44±0,78 ^{abcd}	0±0 ^a

	M	C2	48,32±13,35 ^b	47,22±3,92 ^{bcde}	0±0 ^a
	T	C1	58,88±20,42 ^{bc}	54,16±17,67 ^{def}	10±14,14 ^{ab}
	T	C2	51,10±6,28 ^a	48,88±6,28 ^{cde}	8,33±11,78 ^{ab}
T3	A	C1	55±7,07 ^{bc}	45,55±1,57 ^{abcd}	8,33±11,78 ^{ab}
	A	C2	41,66±3,92 ^{ab}	30,55±3,92 ^{ab}	0±0 ^a
	M	C1	49,99±7,85 ^b	36,66±4,71 ^{abc}	0±0 ^a
	M	C2	32,77±8,64 ^a	44,44±0,00 ^{abcd}	0±0 ^a
	T	C1	53,33±0,002 ^{bc}	33,33±0 ^{abc}	0±0 ^a
	T	C2	62,22±25,14 ^{bcd}	30±4,71 ^a	0±0 ^a
	P			0,02	0,0001

A : *Alchornea cordifolia* ; M : *Mezoneuron benthamianum* ; T : *Tithonia diversifolia* ; NT : Non traité C1=5g; C2=15g; T1 : Traitement le jour du repiquage ; T2 : Traitement deux semaines après repiquage ; T3 : Traitement un mois après repiquage ; P = probabilité. Les moyennes suivies de la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% (test LSD de Fisher).

Effet des traitements sur la sévérité des symptômes foliaires.

L'effet du traitement du sol de culture avec les extraits poudreux de plantes a varié en fonction des symptômes et du type de traitement effectué (Tableau III). Les résultats de l'analyse statistique de la sévérité moyenne des symptômes du jaunissement ont montré qu'il existe une différence ($P < 0,05$) entre les traitements et le témoin. Le traitement (T3) du sol de culture un mois avant le repiquage avec *A. cordifolia* aux quantités C1 (5 g) et C2 (15 g) ont enregistré les sévérités de symptômes les plus élevées de valeurs respectives 2,5 et 2,12. Tandis les quantités C2 (15 g) de *A. cordifolia* et C2 (15 g) de *T. diversifolia* ont montré les sévérités les plus faibles pour le traitement 1 (sol traité le jour du repiquage). L'analyse statistique des données de la sévérité de l'enroulement a montré qu'il existe une différence très hautement significative ($P < 0,001$) entre les différents traitements et le témoin. Le traitement 1 de *M. benthamianum* aux quantités C1 et C2 ont eu les sévérités les plus faibles. Quant au traitement 3 de la quantité C2 de *A. cordifolia*, il a enregistré la sévérité la plus élevée de 2,93. La tendance est que les traitements sont inversement proportionnels à l'efficacité des extraits. En général, le traitement 1 de *M. benthamianum* à la quantité C2 a été plus efficace sur le symptôme de l'enroulement des feuilles de tomate. L'analyse de variance de la sévérité du flétrissement démontre des différences significatives entre les traitements au seuil de 5 %. Ainsi, le traitement du sol avec les extraits poudreux (*A. cordifolia*, *M. benthamianum* ; et *T. diversifolia*) a réduit la sévérité des

symptômes. Cependant, les extraits des trois plantes ont présentées des sévérité moyenne plus faible avec le traitement 3.

Tableau III : Sévérité moyenne des symptômes foliaire des plants de tomates en fonction des traitements

Traitements	Plantes	Quantités d'extraits	Jaunissement	Enroulement	Flétrissement
Témoin	NT	C0	3,75±0,53 ^{abcd}	3,62±0,17 ^{cde}	3,1±2,33 ^C
T1	A	C1	1,12±0,53 ^{abc}	1,12±0,17 ^{bcde}	0,5±0,7 ^{ab}
	A	C2	0,5±0 ^a	0,75±0,35 ^{abc}	0±0 ^a
	M	C1	0,75±0,88 ^{ab}	0,25±0 ^{ab}	0,25±0,35 ^{ab}
	M	C2	0,87±0 ^{ab}	0±0 ^a	0±0 ^a
	T	C1	0,87±0,35 ^{ab}	1,5±1,5 ^{cde}	3,1±2,33 ^c
	T	C2	0,5±0,53 ^a	1,12±1,25 ^{bcde}	1,25±1,76 ^c
T2	A	C1	1±0 ^{ab}	0,75±0 ^{abc}	2,3±1,97 ^a
	A	C2	1,37±0,88 ^{abc}	2±0,35 ^e	0,5±0,70 ^{ab}
	M	C1	1,43±0,70 ^{abc}	0,87±0,17 ^{abc}	0±0 ^a
	M	C2	0,87±0,79 ^{ab}	1,3±0,79 ^{cde}	0±0 ^a
	T	C1	1,5±0,17 ^{abcd}	0,75±0,70 ^{abc}	0,5±0,7 ^{ab}
	T	C2	1,06±0,6 ^{ab}	1±0,35 ^{bcd}	0,5±0,7 ^{ab}
T3	A	C1	2,12±0,53 ^{cd}	1,93±0,26 ^e	0,5±0,7 ^{ab}
	A	C2	2,5±0 ^d	2,93±0,09 ^f	0±0 ^{ab}
	M	C1	1,62±0,17 ^{bcd}	1,37±0,17 ^{cde}	0±0 ^a
	M	C2	1,12±0,35 ^{abc}	1,37±0,53 ^{cde}	0±0 ^a
	T	C1	1,62±0,53 ^{bcd}	1,37±0,53 ^{cde}	0±0 ^a
	T	C2	1,5±0,53 ^{abcd}	1,87±0,88 ^{de}	0±0 ^a
P			0,020000	0,0003	0,001

A : *Alchornea cordifolia* ; M : *Mezoneuron benthamianum* ; T : *Tithonia diversifolia* ; NT : Non traité C1=5g ; C2=15g ; T1 : Traitement le jour du repiquage ; T2 : Traitement deux semaines après repiquage ; T3 : Traitement un mois après repiquage ; P = probabilité. Les moyennes suivies de la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% (test LSD de Fisher).

2.1.3 Effets des extraits de *A. cordifolia*, *M. benthamianum* et *T. diversifolia* sur les symptômes des galles racinaires de la tomate

L'analyse statistique des données de l'incidence des galles a montré qu'il existe une différence significative ($P < 0,0001$) entre les différents traitements et le témoin. En effet, les résultats montrent que la quantité 5 g d'*A. cordifolia* est plus efficace aux traitements 2 et 3 comparativement aux quantités C1 (5

g) et C2 (15 g) des extraits des autres plantes. L'extrait de *A. cordifolia* à la quantité C2 (15 g) du traitement 3 est le plus efficace contre la formation des galles (Tableau IV).

L'analyse statistique des données relatives au niveau de sévérité a montré une différence très hautement significative ($p < 0,0001$) entre les différents traitements et le témoin. Les plants de tomates étaient sévèrement attaqués sur le sol non traité (témoin) la moyenne de sévérité était de 4. Après les différents traitements, une faible présence des galles a été observée sur le système racinaire. La sévérité variait de niveau 0 à 2, pour les traitements 1 et 2 ; et de niveau 0 à 1 pour les traitements 3. A ce stade, le niveau de sévérité était moindre (pas de galles sur les racines). Le traitement du sol avec 5 g de poudre de *A. cordifolia* un mois et 15 jours avant le repiquage des plants de tomates (traitement 3 et 2) se révèle plus efficaces par rapport aux autres traitements (Tableau IV).

Tableau IV : Incidence et sévérité des galles racinaires des plants de tomates en fonction des traitements

Traitements	Plantes	Quantités d'extraits	Incidence des galles (%)	Sévérité des galles
Témoin	NT	C2	83,33±0 ^h	2,5±2,26 ^c
1	A	C1	58,33±11,78 ^{efgh}	1,5±1,69 ^{abc}
	A	C2	55±7,07 ^{defg}	2,12±1,55 ^{bc}
	M	C1	65±21,21 ^{fgh}	2,25±1,66 ^{bc}
	M	C2	41,65±11,78 ^{cdefg}	1,12±1,12 ^{abc}
	T	C1	18,35±2,35 ^{abc}	1,12±1,80 ^{abc}
	T	C2	66,66±0 ^{gh}	2,25±1,14 ^{bc}
2	A	C1	0±0 ^a	0±0
	A	C2	24,95±11,78 ^{abc}	1,125±1,12 ^{abc}
	M	C1	55±7,07 ^{defg}	1,5±1,41 ^{abc}
	M	C2	65±21,21 ^{fgh}	2,125±1,64 ^{bc}
	T	C1	38,35±30,64 ^{cdef}	1±1,60 ^{abc}
	T	C2	35±21,21 ^{bcde}	1,37±1,92 ^{abc}
3	A	C1	0±0 ^a	0,0±0 ^a
	A	C2	8,33±11,78 ^{ab}	0,375±1,06 ^a
	M	C1	16,65±23,57 ^{abc}	0,75±1,38 ^{ab}
	M	C2	10±14,14 ^{ab}	0,375±1,06 ^a
	T	C1	30±14,14 ^{bcd}	0,87±1,35 ^{ab}
	T	C2	8,35±11,78 ^{ab}	0,25±1,65 ^a

P

0,00010

0,0001

A : *Alchornea cordifolia* ; M : *Mezoneuron benthamianum* ; T : *Tithonia diversifolia* ; NT : Non traité C1=5g ; C2=15g ; T1 : Traitement le jour du repiquage ; T2 : Traitement deux semaines après repiquage ; T3 : Traitement un mois après repiquage ; P = probabilité. Les moyennes suivies de la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% (test LSD de Fisher).

2.2 Discussion

Cette étude relative à l'efficacité des extraits de *Alchornea cordifolia*, *Mezoneuron benthamianum*, *Tithonia diversifolia* sur les maladies de la tomate a montré la capacité de ces plantes à lutter contre les maladies de la tomate en culture. Différents symptômes des maladies de la tomate ont été observés au cours de l'expérimentation. Les plants de tomates observés ont présenté des symptômes du flétrissement. Ces symptômes sont caractéristiques des maladies bactériennes. En effet, Lebeau, (2010) a attribué le ramollissement des feuilles, qui fanent, se nécrosent et qui finissent par mourir à *Ralstonia solanacearum*. Cet auteur a montré l'aptitude de cette bactérie vasculaire d'origine tellurique à provoquer des flétrissements soudains et irréversibles de l'appareil végétatif aérien de nombreuses solanacées. Les plants de tomates observés ont présenté des symptômes d'enroulement et de décoloration au niveau des feuilles. Ces symptômes sont caractéristiques des maladies virales. Selon Moriones & Navas-Castillo, (2000) après transmission par *Bemisia tabaci*, les particules virales du TYLC se multiplient dans les tissus de la plante et perturbe ainsi sa croissance.

Les résultats montrent également la capacité des trois plantes (*A. cordifolia*, *M. benthamianum*, *T. diversifolia*) de la flore ivoirienne à réduire l'incidence et la sévérité des symptômes des maladies de la tomate. Cela pourrait s'expliquer par l'inhibition de la croissance des agents pathogènes par les extraits. Ces extraits posséderaient des composés organiques naturels ayant des activités antimicrobiennes comme signalés chez d'autres plantes. Ces résultats sont en accord avec les travaux de Bolou *et al.* (2015), qui ont montré que les extraits de *Xylopiya aethiopica* permettaient de réduire l'incidence de la sclérotiniose ou pourriture sèche de la tomate en Côte d'Ivoire. Les symptômes de flétrissement observés sur les plants de tomate ont varié de façon significative en fonction des traitements. Selon Declert (1990), l'ampleur de cette maladie peut être plus ou moins prononcée selon les traitements. Ces flétrissements pourraient être dus à des bactéries dans la mesure où des tests préliminaires, d'identification effectués sur quelques pieds flétris se sont révélés positifs au flétrissement bactérien. D'un point de vue général, cette maladie a été d'une faible incidence sur l'ensemble des traitements. En effet selon Sood *et al* (2002), le flétrissement bactérien, causerait des pertes de plus

de 80 % des superficies de tomates. Toutefois, les témoins ont été les plus atteints. Les plantes traitées avec les extraits ont faiblement été atteintes. Tandis que les traitements avec *Alchornea* et *Mezoneuron* se sont montrés plus efficaces contre cette maladie. La réduction de l'incidence et la sévérité des maladies du flétrissement de la tomate en présence de l'extrait des plantes montre qu'il existe un principe actif qui inhiberait le développement des bactéries du sol. Ces résultats sont similaires à ceux de Adegbite et Adesiyon (2005) qui ont indiqué dans leur rapport que *A. cordifolia* et *M. benthamianum* possèdent des alcaloïdes, des flavonoïdes et d'autres produits chimiques qui leur confèrent des propriétés bactéricides. Akpheokhai *et al.* (2012) rapportent également qu'*A. cordifolia* et *M. benthamianum* en plus des alcaloïdes, des flavonoïdes, des saponines, ils contiennent aussi des amides qui sont des produits de décomposition de la matière organique. Les résultats obtenus confirment ceux de Pavaraj *et al.* (2012) et Umar (2014) qui ont indiqué que la saponine et le tanin contenus dans *A. cordifolia* et *M. benthamianum* étaient responsables de l'inhibition des bactéries.

La plupart des traitements effectués se sont montrés efficaces contre le jaunissement et l'enroulement des symptômes caractéristiques de la virose TYLCV (*Tomato Yellow Leaf Curt Virus*) qui est considérée comme l'une des maladies virales dévastatrices des cultures de tomates (Moriones *et al.*, 2000). Une réduction de l'incidence et de la sévérité de ces symptômes a été observée sur les plantes traitées. Cette réduction de la virose pourrait s'expliquer par le fait que les traitements avaient limité la propagation du vecteur et ainsi freiné l'expansion de la maladie. En effet selon Yarou *et al.* (2018), certaines plantes possèdent des propriétés toxiques, répulsives, anti-appétant contre les bioagresseurs et peuvent donc être utilisés en protection foliaire sur les cultures. N'guessan *et al.* (1992), dans ces travaux réalisés à l'IDESSA (actuel CNRA-Bouaké), avait affirmé qu'en Côte d'Ivoire, la maladie de la jaunisse en cuillère des feuilles de tomate (TYLC) sévissait plus en zone de savane qu'en zone forestière. En outre, selon N'zi *et al.* (2010), la pullulation du vecteur du virus (*B. tabacci*) intervenait plus en saison sèche et les symptômes étaient plus importants en cette saison. Aussi, les résultats montrent que le traitement du sol au jour du repiquage réduit la sévérité des symptômes des jaunissements et d'enroulement. Cela pourrait s'expliquer par le fait que le principe actif des extraits est encore actif et inhiberait l'activité du vecteur.

L'utilisation d'extrait de *A. cordifolia* ; *M. benthamianum* ; *T. diversifolia*, a réduit significativement la formation des galles sur les racines de la tomate par rapport au témoin. La réduction des galles sur les racines de tomate en présence de l'extrait des plantes pourrait être expliquée par la richesse des plantes en alcaloïdes, en saponine et en quinones libres. Les

résultats obtenus confirment ceux de Pavaraj *et al.* (2012) et Umar (2014) qui ont indiqué que la saponine et le tanin contenus dans les espèces végétales étaient responsables de l'inhibition de l'éclosion de l'œuf, réduisant ainsi les individus du stade juvéniles 2 qui est le plus pathogène des nématodes. Selon Kamatchi *et al.* (2019), ces éléments chimiques sont des inhibiteurs létaux pour les juvéniles et très toxiques pour l'éclosion des œufs de *M. incognita*.

Conclusion

Cette étude, réalisée en parcelle expérimentale, a permis de mettre en évidence l'effet des extraits de *A. cordifolia*, *M. benthamianum* et *T. diversifolia* et d'en ressortir la nécessité de les utiliser comme méthode de lutte alternative à la lutte chimique en vue de réduire l'attaque des agents pathogènes. Tous les traitements ont réduit significativement l'incidence et la sévérité des symptômes par rapport au témoin quel que soit le paramètre considéré. L'étude a montré que le traitement avec ces plantes à effet inhibiteur des agents pathogènes. *A. cordifolia*, *M. benthamianum* et *T. diversifolia* ont réduit l'incidence et la sévérité des symptômes de flétrissement, de l'enroulement, de jaunissement des feuilles et les galles racinaires de la tomate. Parmi ces espèces végétales testées, *A. cordifolia* et *M. benthamianum* à la quantité C2 (15 g) renferment des propriétés biocides intéressants contre les maladies de la tomate. Les différents délais de traitements du sol avec les trois plantes (le jour, deux semaines et 4 semaines avant repiquage) ont également réduit l'incidence et la sévérité des maladies de la tomate. Le traitement 3 (4 semaines avant repiquage) s'est révélé plus efficace. L'utilisation de ces plantes est une alternative crédible et viable à la lutte chimique contre les ennemis des cultures de la tomate.

References

1. Adegbite A.A. et Adesiyan S.O. (2005). Root extracts of plants to control root-knot nematodes on edible soybean. *Agricultural Sciences*, 1 (1) :18-21.
2. Akpheokhai I.L., Cole A.O.C. et Fawole B. (2012). Evaluation of some plant extracts for the management of *Meloidogyne incognita* on soybeans (*Glycine max*). *World Journal of Agricultural Sciences*, 8 (4) : 429-435.
3. Barguini R. et Torres E. (2009). Tomatoes and tomato products as dietary sources of antioxydants. *Food Reviews International*, 25 (3): 313-325.
4. Bolou. B. B., Kouakou. T. H., Koffi, K. G., Kassi F., Tuo S., Chérif M., C., Bomisso, L., & Koné D. (2015). Inhibition de *Sclerotium rolfsii*

- Sacc. (Corticaceae), agent causal de la pourriture du collet de la tige de la tomate (Solanaceae), Par *Xylopiia Aethiopica* (Dunal) A. Rich (Annonaceae) et *Trichoderma* Sp. *European Scientific Journal*, 11 (12) : 61-85.
5. Coyne D.L., Nicol J.M. et Claudius C.B. (2010). Les nématodes des plantes : Un guide pratique des techniques de terrain et laboratoire. Secrétariat SP-IPM, Institut International d'Agriculture Tropical (IITA), Cotonou, Benin. https://publications.cta.int/media/publications/downloads/1628_PDF.pdf
 6. De Bon H., Fondio L., Dugué Patrick, Coulibaly Z. et Biard Y. (2018). Etude d'identification et analyse des contraintes à la production maraîchère selon les grandes zones agro-climatiques de la Côte d'Ivoire. Rapport d'expertise PS n°009/FIRCA/DCARA/PRO2M/2018. <https://agritrop.cirad.fr/591600/1/Rapport%20complet%20Maraichage%20RCI%20CIRAD%20FIRCA%20VF%20%202019.pdf>
 7. Declert C. (1990). Manuel de phytopathologie maraîchère tropicale. Cultures de Côte d'Ivoire. Edition ORSTOM, Paris, France. https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers11-02/36393.pdf
 8. FAO (2016). Situation alimentaire mondiale. Ouvrir l'agriculture familiale à l'innovation. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture Rome, 109 p. <https://www.fao.org/3/i6030f/i6030f.pdf>
 9. Fondio L., Djidji H.A., N'gbesso F.P.M. et Kone D. (2013). Evaluation de neuf variétés de tomate (*Solanum Lycopersicum* L.) par rapport au flétrissement bactérien et à la productivité dans le Sud de la Côte d'Ivoire. *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 7 (3) : 1078-1086.
 10. Kamatchi K., Nattuthurai N. et Krishnamoorthy S. (2019). Evaluation of egg hatchability and larval mortality of methanolic extracts of *Chromolaena odorata* and *Annona squamosa* on *Meloidogyne incognita*. *International Journal of Life Sciences Research*, 7 (1) : 240-248.
 11. Lebeau A. (2010). Résistance de la tomate, de l'aubergine et du piment à *Ralstonia solanacearum*. Interactions entre les géniteurs de résistance et la diversité bactérienne, caractérisation et la cartographie des facteurs génériques impliqués chez l'aubergine. Thèse de Doctorat, option : Phytopathologie. Faculté des Sciences et Technologies,

- Université de la Réunion, Saint Denis de la Réunion.
<https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00752358/document>
12. Moriones E. et Navas-castillo J. (2000). *Tomato yellow leaf curl virus*, an emerging virus complex causing epidemics worldwide, *Virus Research*, 71 : 123-134.
 13. N'guessan K.P., Fargette D., Fauquet C. & Tbouvenel J.C. (1992). Aspects of the epidemiology of Okra leaf curl in Côte d'Ivoire. *Tropical Management*, 38 (2) : 122-126.
 14. N'zi J.C., Kouame C., Assanvo S.P.N., Fondio L., Djidji A.H., et Sangare A. (2010). Evolution des populations de *Bemisia tabaci* Genn. selon les variétés de tomates (*Solanum lycopersicum* L.) au centre de la Côte d'Ivoire. *Sciences et Nature*, 7 (1): 31-40.
 15. Ouedraogo R. (2016). Evaluation des effets de la fiente de volaille, du fumier de vache et du fumier de porc sur le flétrissement bactérien de la tomate. Mémoire d'ingénieur du développement rural, option : Agronomie. Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Institut du Développement Rural. Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.
<https://beep.ird.fr/collect/upb/index/assoc/IDR-2016-OUE-EVA/IDR-2016-OUE-EVA.pdf>
 16. Pavaraj M., Bakavathiappan G. et Baskaran S. (2012). Evaluation of some plant extracts for their nematocidal properties against root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*. *Journal of Biopesticides*,5: 106-110.
 17. Sood A.K., Kalha C.S. Parashar A., Ambardar V.K., Kumar P. et Aggarwarl P. (2002). Identification of components for integrated management of bacterial wilt of tomato in Himachal Pradesh. 3rd International bacterial wilt symposium, South Africa, February 4-8, P. 34.
 18. Soro S. Doumbia M., Dao D., Tschannen A. et Girardin O. (2007). Performance de six cultivars de tomates *Lycopersicon esculentum* Mills. contre la jaunisse en cuillère des feuilles, le flétrissement bactérien et les nématodes à galles. *Sciences & Nature*, 4 (2) : 123 - 130.
 19. Umar I. et Mamman A. (2014). Nematicidal potential of *Faidherbia albida* fruit against *Meloidogyne javanica* on cowpea. *Pakistan Journal of Nematology*, 32 (1): 77-83.
 20. Vakalounakis D.J. et Fragkiadakis G. A. (1999). Genetic diversity of *Fusarium oxysporum* isolates from cucumber : differentiation by pathogenicity, vegetative compatibility, and RAPD fingerprinting. *Phytopathology*, 89 : 161-168.

21. Yabuuchi E., Kosako Y., Oyaizu H., Yano I., Hotta H., Hashimoto Y., Ezaki T et Arakawa M. (1996). Proposal of Burkholderia gen. Nov and transfert of seven species of the genus *Pseudomonas* homology group II to the new genus, with the types *Pseudomonas* homology group II to the new genus, with the type species *Burkholderia cepacia*, *comb. Microbiology and Immunology*. 36 : 1251-1275.
22. Yarou B.B., Komlan F.S., Mensah A., Alabi T. Vershggen F. et Francis F. (2017). Plantes pesticides et protection des cultures maraichères en Afrique de l'Ouest. *Biotechnology Agronomie Société Environnement*, 21 (4) :288-304.