



RESEARCH ARTICLE

EFFET DU COMPOST À BASE DE COQUES D'ANACARDE DANS LA GESTION DURABLE DE *Ralstonia solanacearum*, AGENT RESPONSABLE DU FLÉTRISSEMENT BACTÉRIEN DE LA TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.)

KONE Dotanah Tiépé Aicha¹, KONE Nahoua¹, DOUMBOUYA Mohamed^{1*} and SANOGO Minlaharaban Inza¹

¹Laboratoire Environnement, Climat, santé, Ingénierie et Développement Durable (LECI2D); Département de Biologie Végétale; UFR Sciences Biologiques; Université Peleforo GON COULIBALY; Korhogo; Côte d'Ivoire

ARTICLE INFO

Article History:

Received 18th June, 2026

Received in revised form

24th July, 2026

Accepted 26th August, 2026

Published online 30th September, 2026

Keywords:

Compost, cashew shells, tomato, *Ralstoniasolanacearum*, bacterialwilt.

*Corresponding author:

KONE Dotanah Tiépé Aicha

ABSTRACT

In Côte d'Ivoire, tomatoes are a strategic crop, but their production remains limited by bacterial wilt caused by *Ralstonia solanacearum*. Conducted in the Korhogo department, this study evaluates the agronomic value of cashew-shell-based compost for sustainable tomato production. Two complementary approaches are being implemented: first, an *in vitro* analysis of the antibacterial activity of compost juice against three strains of *Ralstonia solanacearum*; and second, an *in vivo* greenhouse trial designed to measure the suppressive effect on wilt. *In vitro* results show that compost juice, whether sterilized or not, produces no inhibition zone, unlike streptomycin, which exerts strong inhibition. As for the *in vivo* trial, it is based on a split-plot design. The parameters evaluated are the wilting index (IF), colonization index (IC), severity index (IS), and reduction index (TR), as well as above-ground and root biomass. The T4 treatment, corresponding to a dose of 40 t/ha, yielded the highest biomass for both tested strains and reduced the incidence of bacterial wilt by 67%. The RUN 1827 strain proved to be more aggressive than the RUN 1539 strain. Thus, cashew shell-based compost could be an effective biological control strategy against bacterial wilt in tomatoes.

Copyright©2026, KONE Dotanah Tiépé Aicha et al. 2026. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citation: KONE Dotanah Tiépé Aicha, KONE Nahoua, DOUMBOUYA Mohamed and SANOGO Minlaharaban Inza¹. 2026. "Effet du compost à base de coques d'anacarde dans la gestion durable de *Ralstonia solanacearum*, agent responsable du flétrissement bactérien de la Tomate (*solanum lycopersicum* L.)". *International Journal of Current Research*, 18, (09), 38282-38291.

INTRODUCTION

L'exploitation de l'anacarde génère d'importantes quantités de résidus de coques d'anacarde, dont la valorisation agronomique demeure à ce jour largement sous-exploitée. Cette abondance de résidus ouvre ainsi une opportunité de valorisation au bénéfice des cultures vivrières et maraîchères, dont la tomate (*Solanum lycopersicum* L.), qui occupe une place stratégique dans la sécurité alimentaire et nutritionnelle en Côte d'Ivoire avec une production modeste, estimée à seulement 53 546 tonnes en 2023(Anstat.ci, 2024). Cette faible performance s'expliquerait par plusieurs contraintes dont la faible fertilité des sols et des menaces phytosanitaires majeurs comme le flétrissement bactérien causé par *Ralstonia solanacearum* (Fondio et al., 2013). Face à ces contraintes, le compostage, en tant que technique de biotransformation de la matière organique, représente une piste stratégique prometteuse. Des travaux conduits au Burkina Faso ont ainsi démontré l'effet bénéfique d'un compost à base de coques d'anacarde sur la croissance du cotonnier en conditions de culture biologique (Traore, 2017). Cependant, aucune étude ne semble avoir été menée sur l'effet suppressif d'un compost à base de coques d'anacarde sur ce pathogène dans les conditions pédoclimatiques ivoiriens. C'est dans cette lacune scientifique

que s'inscrit ce travail qui est une contribution à la valorisation agronomique des coques d'anacarde pour une production durable de la tomate. Il s'agira plus spécifiquement d'évaluer l'activité des extraits de compost de ce résidu agricole dans la réduction de l'incidence du flétrissement bactérien causé par *Ralstonia solanacearum*.

MATÉRIELS

Matériel végétal: Le matériel végétal sélectionné est constitué de coques d'anacarde et de semence de Tropimech, une variété hybride F1 de tomate obtenue auprès du distributeur Semivoire.

Matériel fertilisant: Les fertilisants utilisés ont été de deux types, minéral et organique. L'engrais minéral a été le NPK 15-15-15, obtenu auprès du distributeur Z-Phyto. Le fertilisant organique testé a été un compost à base de coques d'anacarde dont les caractéristiques physicochimiques seront déterminées (Figure 1).

Matériel biologique: Les souches bactériennes de *Ralstonia solanacearum* utilisées ont été le RUN 1539, RUN 1822 et RUN 1827(Tableau 1), caractérisées par N'guessan et al.

(2012) et fournies par le laboratoire de Biotechnologie, Agriculture et Valorisation des Ressources Biologiques de l'université de Félix HOUPOUËT BOIGNY de Cocody (Côte d'Ivoire).



Figure 1. Matériel fertilisant

MÉTHODES

Détermination du potentiel d'Hydrogène (pH) du compost:

Un échantillon de vingt (20) grammes du compost ont été placés dans un béccher auquel 100 mL d'eau distillée stérile ont été ajoutée. Le mélange a ensuite été incubé pendant 24 heures à température ambiante (25 °C), sous agitation continue et à l'obscurité. L'extrait obtenu a alors été centrifugé à 120 rpm pendant 15 minutes. Le pH a finalement été mesuré à l'aide d'un pH-mètre à électrode de verre (Radouane, 2024).

Détermination de la conductibilité électrique (CE) et de la salinité:

La conductivité électrique constitue une approximation de la teneur en sels solubles présents dans l'échantillon de compost. L'extraction est réalisée dans un rapport de 1:5 (m/V) avec de l'eau distillée, afin de dissoudre les électrolytes. Un échantillon dix (10) grammes du compost à base de coques d'anacarde ont été placés dans un flacon en polyéthylène fermé, puis 50 mL d'eau distillée ont été ajoutés. Le mélange agité pendant 30 minutes a été laissé à décanter, puis filtré. La conductivité électrique de l'extrait filtré a ensuite été mesurée à l'aide d'un conductimètre, exprimée en $\mu\text{S}/\text{cm}$, et corrigée à une température de référence de 25 °C (Radouane, 2024). La conductivité électrique et la salinité étant fortement corrélées, la salinité de l'extrait a été déterminée comme suit (M'Sadak et Bembli, 2018):

$$S \text{ (g/l)} = 0,7 \times \text{CE (mS/cm)}$$

Le facteur de conversion 0,7 correspond au maximum d'un intervalle de coefficient variant entre 0,55 et 0,70 selon les types de sels présents.

Évaluation du pouvoir germinatif: Le pouvoir germinatif (PG) a été évalué en disposant deux couches de papier filtre humidifié avec de l'eau distillée au fond de chaque boîte de Pétri, puis en y répartissant 10 graines de tomate par boîte, avec deux (02) répétitions, soit 20 graines au total. Les boîtes ont été disposées à l'obscurité, pendant sept jours. Le comptage des graines germées a été réalisé à partir du septième jour, afin de déterminer le pouvoir germinatif (Abobi et al., 2021). Le pouvoir germinatif est calculé selon la formule suivante:

$$\text{PG (\%)} = \frac{\text{Nombre de graines germées}}{\text{Nombre total de graines}} \times 100$$

Test de phytotoxicité du compost: Le test de phytotoxicité consiste à analyser l'effet d'extrait de jus du compost à base de

coques d'anacarde sur la germination de graines de tomate (*Solanum lycopersicum*). Une proportion 1/5,7 (m/V) a ainsi été préparée. Ce mélange a été centrifugé à 600 rpm pendant 15 minutes. Puis le surnageant a été filtré deux (02) fois sur papier filtre de diamètre 0,8 μm . Trois dilutions ont été préparées à partir du filtrat final pour avoir une concentration de 100%, 50 % et 25% du jus de compost. Les grains de tomate ont été trempés dans l'eau distillée stérile pendant 1 heure et mis à germer dans des boîtes de Pétri contenant du papier filtre stérilisé reparté en deux groupes. Un groupe de 5 boîtes de Pétri ayant reçu 5 mL d'eau distillée stérile et un autre (10 boîtes de Pétri) dont les boîtes ont reçu chacune avec 5 mL de l'extrait du jus de compost (5 boîtes pour chaque dilution). Chacune des boîtes a reçu 10 grains de tomate. La germination a lieu à l'obscurité (27 °C). Le nombre de grains germés a été compté et les longueurs des racines mesurées afin de déterminer l'indice de germination (IG) (Zucchini, 1983):

$$\text{IG} = \frac{\text{Nombre moyen de graines germées} \times \text{Longueur moyen de la racine}}{\text{Nombre moyen de graines germées (témoin)} \times \text{Longueur de la racine du témoin}} \times 100$$

On désigne par IG 100, IG 50 et IG 25, les indices de germination des grains dont le papier filtre a reçu l'extrait du jus de compost correspondant respectivement aux dilutions 100%, 50 % et 25%. L'indice de germination moyen pour l'essai est obtenu comme suit ;

$$\text{IG} = \frac{(\text{IG 100} + \text{IG 50})}{2}$$

Ce test permet de détecter la présence éventuelle de substances phytotoxiques dans le jus de compost (Antil et al., 2012). Préparation de la solution mère d'extrait de jus de compost à base de coques d'anacarde Les extraits de compost à base de coques d'anacarde ont été préparés en mettant en suspension 10 g de compost sec et homogène dans 100 mL d'eau distillée stérile. Le mélange a ensuite été incubé pendant 24 heures à température ambiante (25 °C), sous agitation continue et à l'obscurité. L'extrait obtenu a alors été centrifugé à 120 rpm pendant 10 minutes, puis le surnageant récupéré par double filtration sur papier filtre Whatman n°4 (Labrie, 1998). Cette préparation constitue la solution mère, correspondant à une concentration de 100 %. À partir de celle-ci, trois (03) concentrations ont été obtenues par double dilution (C0 = 100 %, C1 = 50 % et C2 = 25 % d'extrait du jus de compost). Deux témoins incluant un témoin positif (streptomycine) et un témoin négatif (eau distillée stérile). Test de diffusion du jus de compost et les souches bactériennes testées.

Les jus de compost stérilisés et non stérilisés à base de coques d'anacarde ont été testés sur trois souches bactériennes de *R. solanacearum* (RUN 1822 ; RUN 1539 et RUN 1827), en utilisant de l'eau distillée stérilisée comme témoin négatif et un antibiotique (streptomycine) comme témoin positif. Pour chaque souche, un inoculum bactérien a été préparé à partir de colonies âgées de 24 heures cultivées sur un milieu gélosé Mueller-Hinton (MH). La suspension a été ajustée à une concentration de 10^8 UFC/mL correspondant à une densité optique (DO) de 0,1 à 600 nm. Un (01) millilitre, de cet inoculum a ensuite été déposé et homogénéisé à la surface de chaque boîte de Pétri (Tassadit et Koceila, 2016). Les boîtes de Pétri ont été laissées entrouvertes sous une hotte à flux laminaire, pendant 5 minutes afin de permettre le séchage de la gélose ensemencée. Cinq puits ont alors été creusés dans

chaque boîte à l'aide d'un emporte-pièce. Trois puits ont reçu chacun 40 µL d'extrait de jus des composts, aux concentrations C1 = 100 %, C2 = 50 % et C3 = 25 %, les puits témoin positif et témoin négatif ont respectivement reçu la streptomycine et de l'eau distillée stérile. Les boîtes ont ensuite été soumises à une préincubation d'une (01) heure à température ambiante afin de favoriser la diffusion des extraits dans la gélose, puis placées à l'étuve à 28 °C pendant 24 heures. Évaluation des zones d'inhibition de la croissance mycélienne. À l'issue des tests de confrontations, les diamètres des zones d'inhibition sont mesurés pour chaque boîte de Pétri. Ces mesures sont effectuées à l'aide d'une règle graduée. L'effet inhibiteur est évalué par le calcul du taux d'inhibition selon la formule suivante (Attrassi *et al.*, 2005).

$$I (\%) = \frac{DO - DC}{DO} \times 100$$

I (%): Taux d'inhibition; **DO**: Diamètre moyen de la zone d'inhibition du témoin positif;

DC: Diamètre moyen d'inhibition de la concentration de jus de compost

Évaluation *in vivo* de l'effet suppressif du compost sur le flétrissement bactérien des plants de tomate

Préparation des souches bactériennes et inoculation des plants de tomates: Des plants, âgés de 21 jours et ayant atteint le stade de six feuilles ont été repiqués dans des pots contenant 1 kg de sol stérilisé, enrichi de différentes doses de compost à base de coques d'anacarde. L'inoculation des plants a débuté par la préparation des inocula bactériens à partir des souches RUN 1539 et RUN 1827 de *R. solanacearum*.

Des colonies âgées de 24 heures ont été raclées à l'aide d'une spatule stérile, puis transférées dans des erlenmeyers contenant de l'eau distillée stérile, afin d'obtenir une suspension bactérienne concentrée. Celle-ci a ensuite été ajustée, pour chaque souche, à une concentration de 10^8 UFC/mL, correspondant à une densité optique (DO) de 0,1 (Lallemand, 2017). L'inoculation a été réalisée sept jours après le repiquage des plants de tomate dans les sachets noirs en polyéthylène. Afin de faciliter la pénétration de l'inoculum dans le système racinaire, une scarification superficielle des racines a été effectuée au préalable. L'inoculation a ensuite consisté à prélever 5 mL de la suspension bactérienne à l'aide d'une seringue, puis à la répartir uniformément dans le sol au niveau du collet de chaque plant. Les plants traités ont été disposés en serre selon le dispositif expérimental.

Dispositif expérimental : Le dispositif expérimental adopté est un split-plot comportant deux facteurs. Ce dispositif est constitué de 03 blocs séparés de 0,5 m et chaque bloc comporte un témoin blanc (sans apport d'amendement et sans être inoculé). Chaque bloc comporte 6 traitements ; avec T0 : Apport minéral (inoculé et NPK 15-15-15) avec la dose de 300 kg/ha soit 0,4 g par pots ; T1 : Témoin négatif (inoculé et sans amendement) ; T2 : Compost (inoculé et 20 t/ha) ; T3 : Compost (inoculé et 30 t/ha) ; T4 : Compost (inoculé et 40 t/ha) ; T5 : Compost (inoculé et 50 t/ha (Figure 2).

Suivi du développement de la maladie en serre: Les observations ont débuté trois jours après l'inoculation. Les évaluations ont été réalisées tous les trois jours pendant 28 jours. L'évaluation agro-morphologique de la plante de tomate

a porté sur cinq paramètres, à savoir ; la hauteur du plant (HP), le nombre de feuilles par plant (NFP), le diamètre au collet (DC), ainsi que la biomasse aérienne et racinaire. Le suivi des symptômes a été réalisé à partir du troisième jour après inoculation. Les évaluations ont été faites tous les deux jours durant 28 jours. La sévérité de la maladie a été notée sur chaque plante selon l'échelle suivante (Coupa-Goutaland *et al.*, 2011) :

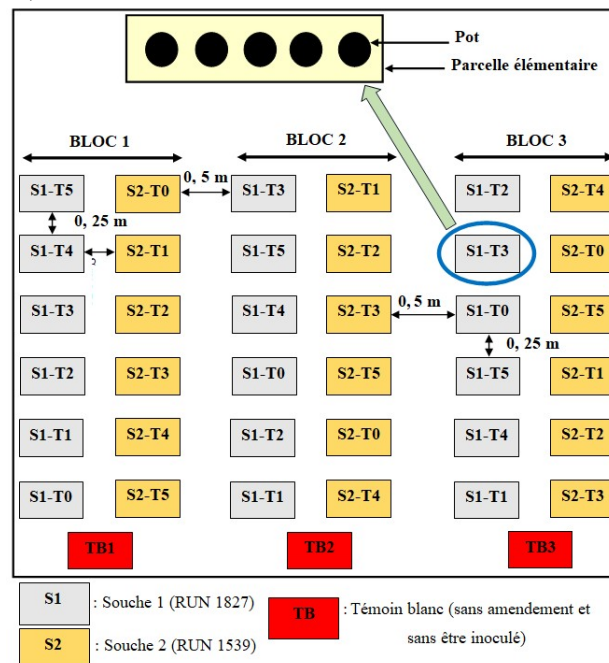


Figure 2. Dispositif expérimental

- 0 : Aucun symptôme
 1 : Une feuille flétrie,
 2 : Deux ou trois feuilles flétries,
 3 : Toutes les feuilles flétries,
 4 : Tige pliée ou mort de la plante

À la fin des observations, les infections latentes ont été estimées sur les plants asymptomatiques. Pour ce faire, des isollements ont été effectués sur les tiges afin de vérifier la présence ou non de *Ralstonia solanacearum*. Des fragments de tige, prélevés au niveau du collet, ont été découpés en sections de 2 à 3 cm. Ces fragments ont ensuite été désinfectés, puis transférés dans 5 mL d'eau distillée et laissé à température ambiante pendant 2 heures afin de vérifier la diffusion d'un exsudat bactérien blanchâtre dans l'eau distillée. Les plants asymptomatiques ont été considérés comme positifs pour une infection latente lorsque l'exsudat bactérien caractéristique de *Ralstonia solanacearum* a été observé. L'indice de flétrissement (IF), l'indice de colonisation (IC), l'indice de sévérité et le taux de réduction de la maladie ont été calculés après 28 jours d'observation à partir des échelles de notations. L'indice de flétrissement (IF) traduit l'incidence de la maladie en prenant en compte les indices 3 et 4 (Coupa-Goutaland *et al.*, 2011):

$$IF (\%) = \frac{N3 + N4}{N} \times 100$$

IF: Indice de flétrissement; N3: Nombre de plants ayant la note 3; N4: Nombre de plants ayant la note 4; N: Nombre total de plants observés.

$$IC (\%) = IF + (NS \times RS)$$

IC: Indice de colonisation; IF: Indice de flétrissement; NS: Taux de plants asymptomatiques; RS: Taux de plants asymptomatiques avec infection latente.

L'indice de colonisation (IC) a été déterminé à partir des infections latentes selon la formule suivante (Prior *et al.*, 1996). L'indice de sévérité (IS) de la maladie a été calculé selon la formule suivante (Coupat-Goutaland *et al.*, 2011):

$$IS (\%) = \frac{(ni \times 0) + (ni \times 1) + (ni \times 2) + (ni \times 3) + (ni \times 4)}{N \times 4} \times 100$$

ni : nombre de plants ayant le même niveau d'attaque ; 0 ; 1 ; 2 ; 3 et 4 : niveau d'attaque de la maladie ; N : nombre total de plant utilisé pour chaque traitement.

L'efficacité des traitements pour le contrôle du flétrissement bactérien a été évaluée à partir du taux de réduction (TR) (Winstead et Kelman, 1952). Ce taux a été calculé à partir de l'indice de sévérité selon la formule ci-après :

$$TR (\%) = \frac{IS \text{ Témoin} - IS \text{ essai}}{N \times 4} \times 100$$

TR: Taux de réduction; IS Témoin: Indice de sévérité des plants n'ayant pas reçu de fertilisant; IS Essai: Indice de sévérité des plants ayant reçu un apport minéral ou organique ; N : nombre total de plants pour chaque traitement.

Test phytochimique : La détermination des métabolites secondaires (Tanins ; Polyphénols ; Flavonoïdes ; Coumarines et Saponines) impliqués dans l'induction des mécanismes de défense de la plante, ont été réalisées au moyen des tests de réactions colorées (Dohou *et al.*, 2003 ; Békro *et al.*, 2007).

Analyse statistique: La saisie et l'organisation des données ont été effectuées à l'aide du logiciel Microsoft Excel, puis les données ont été soumises à une analyse statistique via les logiciels R et Rstudio version 4.2.2. Les graphiques ont également été produits avec le logiciel Rstudio. Des analyses de variance à un facteur (Anova) ont été réalisées, suivies de la comparaison des moyennes par le test de Fisher, avec un seuil de signification fixé à 5 %.

RÉSULTATS

Paramètres chimiques du compost à base de coque d'anacarde
Le tableau 2, présente les paramètres chimiques du sol et du compost à base de coques d'anacarde. En effet, le compost à base de coques d'anacarde présente des paramètres chimiques sensiblement différents de ceux du sol. Son pH (8,27) est nettement plus alcalin que celui du sol (7,53), ce qui traduit une richesse en bases échangeables. Sa conductivité électrique (2630 $\mu\text{S}/\text{cm}$; soit 2,63 mS/cm) est considérablement plus élevée que celle du sol (161,9 $\mu\text{S}/\text{cm}$; soit 0,1619 mS/cm), ce qui traduit une concentration ionique importante et une meilleure disponibilité des éléments nutritifs. En fin, sa salinité (1,841 g/l) reste dans les limites acceptables pour la plupart des cultures.

Détermination du pouvoir germinatif: Le test de germination conduit *in vitro* en boîte de Pétri, a révélé un pouvoir germinatif de 85% des grains de tomate. Ce fort taux témoigne une excellente viabilité des graines de tomate et d'une qualité physiologique optimale.

Détermination de la phytotoxicité du compost: Les résultats du test de germination sont présentés dans le tableau 3. Les

taux de germination des grains de tomate ont été élevés avec 86% et 90% de germination respectivement aux concentrations de 100% et 50% de jus de compost. L'indice de germination de l'essai a ainsi été de 88%. Test de diffusion du jus de compost et les souches bactériennes testées. Les trois (03) concentrations 100 % ; 50 % et 25 % du jus de compost à base de coques d'anacarde, qu'il soit stérilisé ou non, n'ont induit aucune inhibition des souches de *R. solanacearum* RUN 1822, RUN 1827 et RUN 1539 (Tableau 4).

Évolution du diamètre des plants inoculés avec la souche RUN 1827 et RUN 1539 de *Ralstonia solanacearum*: Au 27^{ème} jour après inoculation, les plants inoculés avec la souche RUN 1539 ont atteint un diamètre maximal de 6,1 mm au traitement T4(40 t/ha soit 84 g/pot), tandis que le diamètre maximum des plants inoculés avec la souche RUN 1827 a été de 5,5 mm. Les plants ayant reçu du NPK et inoculés avec la souche RUN 1827 ou RUN 1539 ont respectivement présentés un diamètre de 4,2 mm et 4,5 mm (Figure 3).

Évolution de la hauteur des plants inoculés et non inoculés avec la souche RUN 1827 et RUN 1539: Au 27^{ème} jour après inoculation, sous le traitement T4 (40 t/ha de compost), les plants inoculés la souche RUN 1539 ont atteint environ 45 cm, contre 42 cm pour ceux inoculés la souche RUN 1827 (Figure 4). En absence d'amendement (Traitement T1), les plants inoculés ont présenté des résultats similaires, avec une hauteur comprise entre 30 cm (RUN 1827) et 33 cm (RUN 1539). Par contre, les amendements organiques (T2, T3, T4 et T5) induisent une croissance en hauteur nettement plus importante que l'apport minéral seul (T0).

Évolution du nombre de feuilles vivantes des plants inoculés et non inoculés avec la souche RUN 1827 et RUN 1539: Vingt-sept jours après inoculation, les plants ayant reçu le traitement T4 (inoculé et 40 t/ha) ont présenté environ 52 feuilles avec la souche RUN 1539, contre 46 avec la souche RUN 1827. Cette meilleure performance, s'observe dans l'ensemble des traitements ayant reçu un amendement organique (T2 à T5) (Figure 5).

Évaluation de la biomasse aérienne des plants inoculés et non inoculés avec la souche RUN 1827 et RUN 1539: La figure 6 présentent des histogrammes de la biomasse aérienne des plants de tomate en fonction des traitements face à l'infection de la souche RUN 1827 et RUN 1539. Pour la souche RUN 1827, la biomasse aérienne varie selon les traitements. Le traitement minéral T0 et le témoin négatif T1, ont présenté les biomasses aériennes les plus faibles, avec une valeur de 1,5 g. Pour la souche RUN 1539, les résultats suivent une tendance similaire, mais avec des amplitudes différentes. Les traitements T4 (compost à 40 t/ha) et TB (Témoin non inoculé), restent les plus efficaces, avec des biomasses aériennes atteignant respectivement 6,3 et 6 g. À l'opposé, les traitements T1 et T0 sont les moins performants, avec des valeurs comprises en 1,3 et 1,5 g.

Évaluation de la biomasse racinaire des plants inoculés et non inoculés avec la souche RUN 1827 et RUN 1539: La figure 7 présentent des histogrammes de la biomasse racinaire des plants de tomate en fonction des traitements face à l'infection de la souche RUN 1827 et RUN 1539. Pour la souche RUN 1827 la biomasse racinaire, présente un profil distinct de celui de la biomasse aérienne. Le traitement T4 a induit la valeur maximale de 2 g, tandis que le traitement T0 a présenté la biomasse racinaire la plus faible (0,3 g).

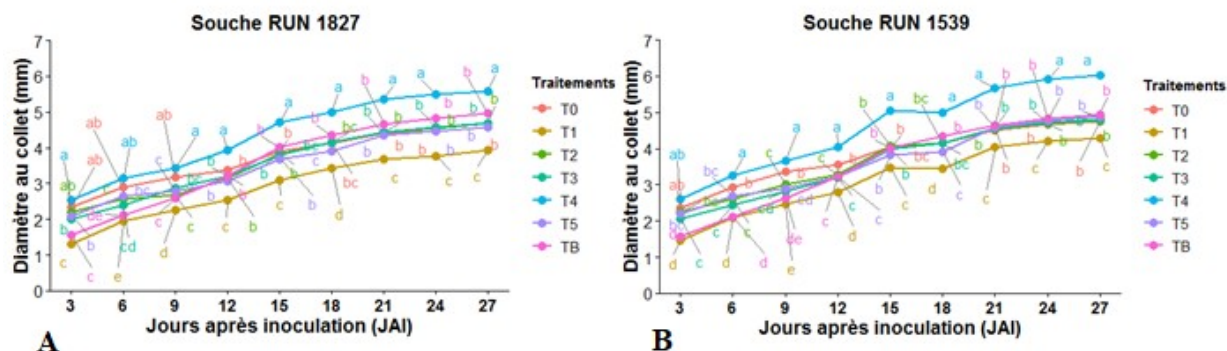


Figure 3. Évolution du diamètre au collet des plants de tomate en fonction des jours après inoculation avec la souche RUN 1827 (A) et la souche RUN 1539 (B)

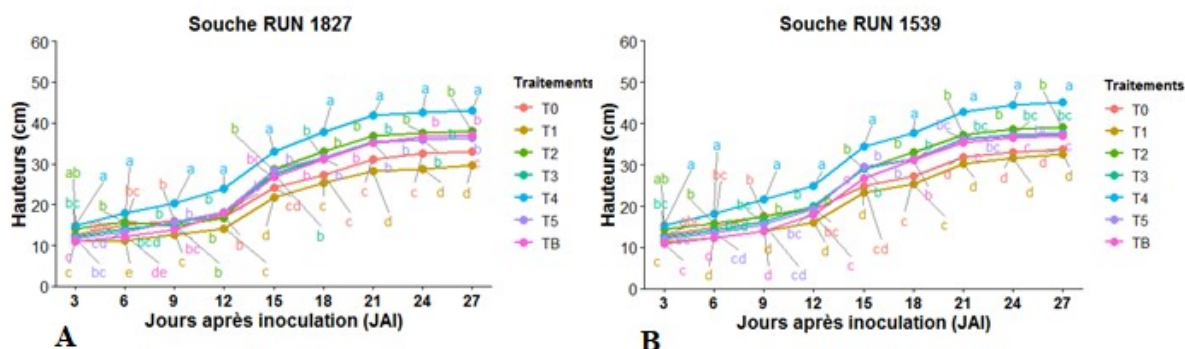


Figure 4. Évolution de la hauteur des plants de tomate en fonction des jours après inoculation avec la souche RUN 1827 (A) et la souche RUN 1539 (B)

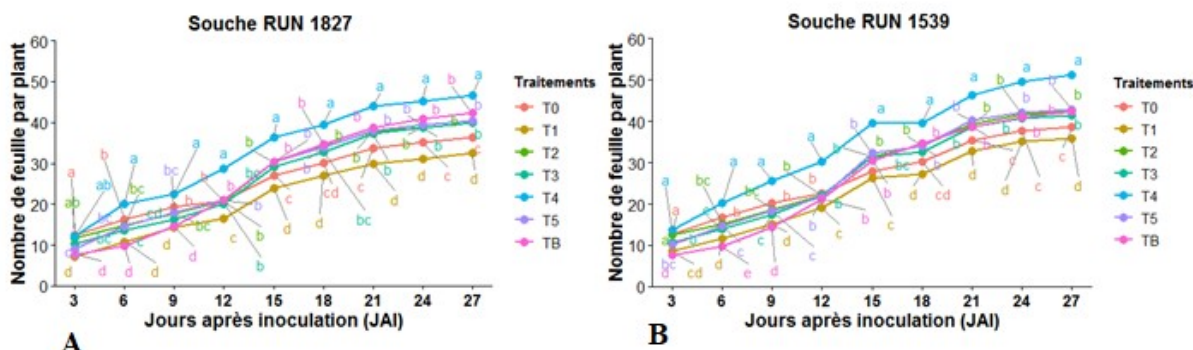


Figure 5. Évolution du nombre de feuille des plants de tomate en fonction des jours après inoculation avec la souche RUN 1827 (A) et la souche RUN 1539 (B)

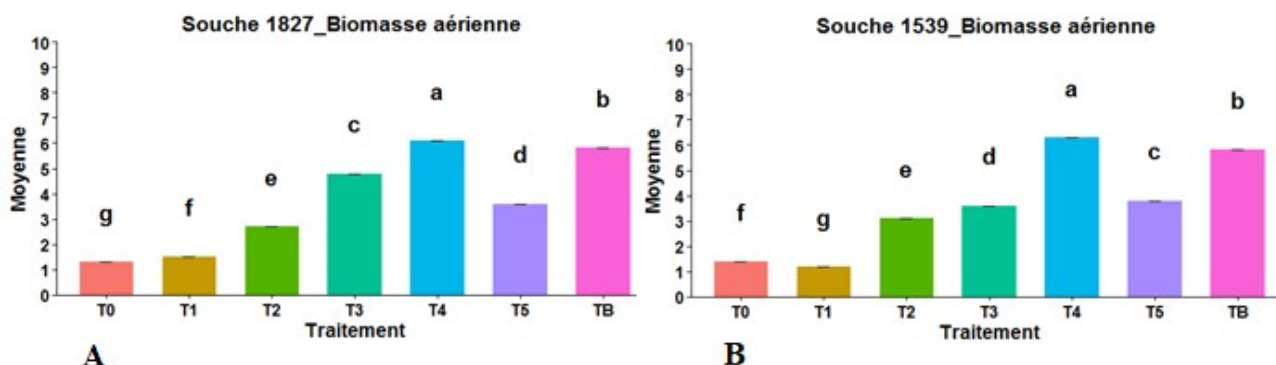


Figure 6. Évolution de la biomasse aérienne des plants de tomate en fonction des traitements face à l'infection de la souche RUN 1827 (A) et la souche RUN 1539 (B)

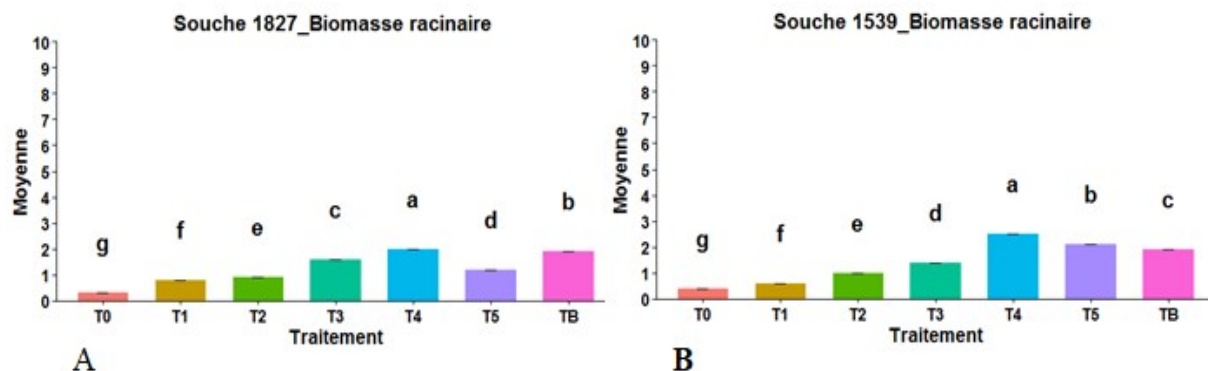


Figure 7. Évolution de la biomasse racinaire des plants de tomate en fonction des traitements face à l'infection de la souche RUN 1827 (A) et la souche RUN 1539 (B)

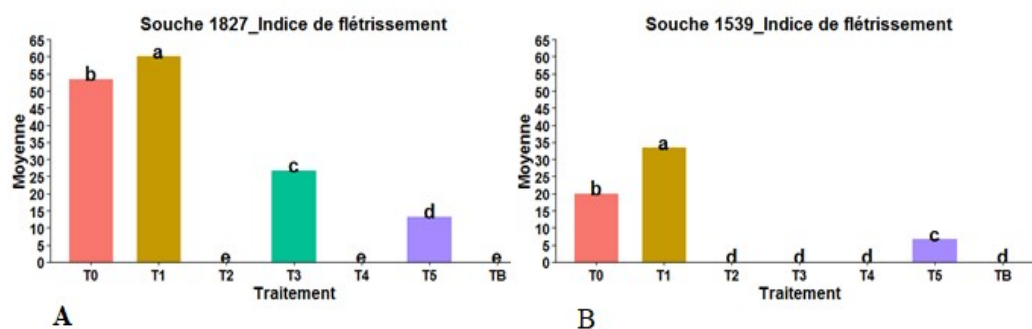


Figure 8. Évolution de l'indice de flétrissement des plants de tomate en fonction des traitements face à l'infection de la souche RUN 1827 (A) et la souche RUN 1539 (B)

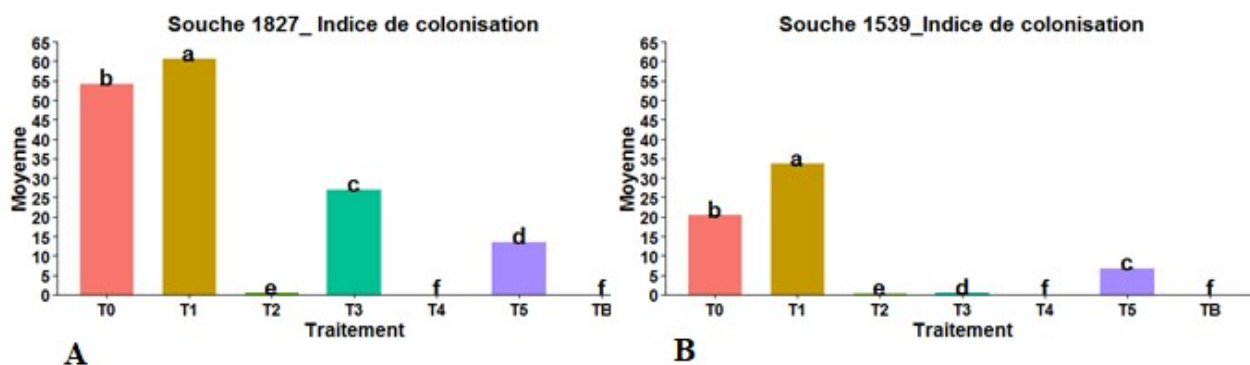


Figure 9. Évolution de l'indice de colonisation des plants de tomate en fonction des traitements face à l'infection de la souche RUN 1827 (A) et la souche RUN 1539 (B)

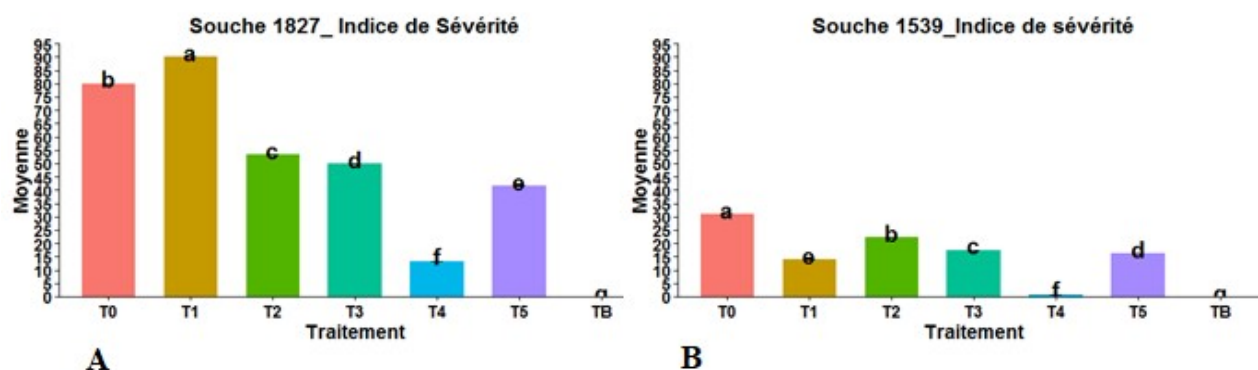


Figure 10. Évolution de l'indice de sévérité des plants de tomate en fonction des traitements face à l'infection de la souche RUN 1827 (A) et la souche RUN 1539 (B)

Tableau 1. Caractéristiques des souches bactériennes de *Ralstonia solanacearum* utilisées

Souches	Code	Phylotype	Localité (ZAE)	Hôte d'isolement
RUN 1539	CIV 9	I	Songon (I)	Tomate
RUN 1822	CIV 85	I	Man (III)	Aubergine
RUN 1827	CIV 90	I	Man (III)	Aubergine

Tableau 2. Paramètres chimiques du sol et du compost à base de coques d'anacarde

Paramètres Échantillons	pH	Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Salinité (g/l)
Compost à base de coques d'anacarde	8,27	2630	1,841
Sol	7,53	161,9	0,113

Tableau 3. Test de germination du compost à base de coque d'anacarde

Traitements	Longueur moyen des racines (cm)	Taux de germination
Témoin (Eau distillée)	3,838	85 %
25 % jus de de compost	5,482	90%
50 % jus de de compost	5,564	90%
100 % de jus de compost	5,358	86%

Pour la souche RUN 1539, le traitement T4 a induit la valeur maximale de 2,8 g. Les traitements T0 et T1, présentent des biomasses racinaires très réduites, comprises entre 0,4 et 0,6 g.

Paramètres phytosanitaires

Évaluation de l'indice de flétrissement des plants causé par les souches RUN 1827 et RUN 1539: La souche RUN 1827 a présenté un caractère hautement pathogène, avec des indices de flétrissement variant de 54 à 60 %, aux traitements T0 et T1, ce qui démontre une agressivité remarquable. En revanche, la souche RUN 1539, a induit un flétrissement beaucoup plus modéré, variant de 20 et 32 %, pour les mêmes traitements. Les traitements T2 et T4 de compost ont réduit le flétrissement à des valeurs quasi nulles, aussi bien en présence de la souche RUN 1539 que de la souche RUN 1827 (Figure 8).

Indice de colonisation causé par les souches RUN 1827 et RUN 1539: L'indice de colonisation vasculaire demeure le paramètre le plus discriminant entre deux souches bactériennes. En effet, la souche RUN 1827 a affiché des indices variés entre 55 et 61 %, pour les traitements T0 et T1. Pour la souche RUN 1539, les mêmes traitements ont donné des indices compris entre 21 et 32 %. Les traitements T2 ; T3 ; T4 ; T5 et TB des plants inoculés avec la souche RUN 1827 ont présenté des indices respectifs de 2 ; 28 ; 0 ; 12 ; et 0 %. Pour les plants inoculés avec la souche RUN 1539, les mêmes traitements ont induit des indices quasiment nuls sauf avec le traitement T5 (<10%) (Figure 9).

Indice de sévérité de la maladie causé par les souches RUN 1827 et RUN 1539: L'indice de sévérité observé a confirmé les observations du flétrissement bactérien. Pour la souche RUN 1827, les valeurs se situent entre 82 et 90 %, avec les traitements T0 et T1. Pour la souche RUN 1539, la sévérité a été modérée, avec des valeurs de 14 et 30 %, pour les mêmes traitements. Par contre, le compost, a radicalement modifié

cette dynamique. En effet, l'indice de sévérité a été de 55 à 14 % pour la souche RUN 1827 aux traitements T2 et T4. Par ailleurs, les traitements T3, T5 et TB affichent des indices compris entre 50 et 0 %. Pour la souche 1539, l'indice de sévérité a chuté de 22 à 2 %, dans les traitements T2 et T4. Pour la même souche, les traitements T3, T5 et TB ont présenté des indices compris entre 16 (T3 et T) et 0 % (TB) (Figure 10).

Taux de réduction du flétrissement des plants de tomate causé par les souches RUN 1827 et RUN 1539: Avec la souche RUN 1827, le traitement T4 atteint le taux de réduction le plus élevé (67 %), suivi du traitement T5 avec un taux de 37 %. Les traitements T0, T1 et TB, affichent des taux presque nuls. Pour la souche RUN 1539, le traitement T4 offre également la meilleure protection, avec un taux d'environ 30 %, suivi des traitements T5 et T1, dont les indices varient entre 14 et 17 %. Les traitements T0 et TB, présentent des taux nuls (Figure 11).

Détermination des métabolites secondaires: Le tableau 5 illustre l'accumulation des métabolites secondaires chez les plants de tomates inoculées avec deux souches bactériennes *R. solanacearum*, en fonction des traitements. En l'absence d'amendement organique et minéral (T0), on observe une faible activation des coumarines. L'apport d'amendement minéral (T1), a entraîné une activation des flavonoïdes en plus de la coumarine, tandis que l'ajout du compost à base de coques d'anacarde à des doses croissantes (T2 à T5), génère une accumulation massive de tanins, de flavonoïdes, de coumarines et de polyphénols. En revanche, les saponines restent totalement absentes dans tous les traitements. Cette dynamique, révèle une synergie entre l'amendement organique et la stimulation des métabolites secondaires.

DISCUSSIONS

L'augmentation du pH du compost exerce une influence déterminante sur la dynamique nutritionnelle et la structure des communautés microbiennes du sol. Un pH de 8,27 obtenue dans le cas du compost à base de coques d'anacarde, peut s'expliquer par un compost mûr, ce qui favorise une solubilité et une biodisponibilité de certains macro-éléments, tels que le phosphore et le potassium, essentiels à la nutrition végétale. Ces résultats corroborent avec ceux de Boulala (2005), qui dans son étude indique qu'un compost mature présente un pH compris entre 6,5 et 8,5. La conductibilité électrique (CE) du compost constitue un indicateur pertinent de sa maturité. Une valeur de 2,63 mS/cm du compost, peut s'expliquer par une bonne disponibilité de certains macro-éléments essentiels à la nutrition végétale. Ces résultats sont en adéquation avec ceux M'Sadak et Bemli (2018), qui dans leurs études ont rapporté que les composts devraient avoir une faible conductibilité électrique, inférieur à 3 mS/cm. Au-delà de cette valeur, la conductibilité inhibe l'imbibition de l'eau, diminue la germination des graines et peut également entraver le développement des plants repiqués. Le taux de germination des graines de tomate, évalué en boîtes de Pétri a été de 85 %. Cette valeur témoigne une excellente qualité physiologique des semences utilisées. Ces résultats sont en adéquation avec ceux de Brahim et Meziani (2021), qui démontrent qu'un taux de germination atteignant 85 % en conditions contrôlées, est un indicateur d'une bonne levée.

Tableau 4 : Effet des différentes concentrations du jus de compost à base de coque d'anacarde sur trois souches de la bactérie *Ralstonia solanacearum*

Traitements	Concentrations				
	C1 100%	C2 50%	C3 25%	Streptomycine	Eau distillée
JCNS1	-	-	-	+	-
JCNS2	-	-	-	+	-
JCNS3	-	-	-	+	-
JCSS1	-	-	-	+	-
JCSS2	-	-	-	+	-
JCSS3	-	-	-	+	-

JCNS : Jus Coque Non Stérilisé Souche (1 ; 2 ; 3) ; JCSS : Jus Coque Stérilisé Souche (1 ; 2 ; 3) ; - : Absence d'inhibition ; + : Présence d'inhibition.

Tableau 5 : Métabolites secondaires impliqués dans l'induction des mécanismes de défense des plants de tomate inoculés avec deux souches bactériennes

Métabolite secondaire	Traitement	T0	T1	T2	T3	T4	T5
Tanin		-	-	++	++	++	++
Flavonoïde		-	±	++	++	++	++
Coumarine		±	±	++	++	++	++
Polyphénol		-	-	++	++	++	++
Saponine		-	-	-	-	-	-

++ : Abondant ; ± : Moins abondant ; - : Absence

L'évaluation de la phytotoxicité du compost à base de coques d'anacarde, réalisée par le test de germination en boîtes de Pétri, a mis en évidence un indice de germination (IG) supérieur à 80 %. Ce résultat suggère que ce compost est de très bonne qualité et ne présente aucune toxicité pour les graines de tomate. Ces observations sont en conformité avec ceux de Zdenko *et al.* (2024), qui stipulent qu'un compost mature et non toxique présente un indice de germination compris entre 80 et 100 %, seuil auquel le compost est considéré comme ayant un effet biostimulant sur la germination des graines. L'effet direct de l'activité antibactérienne du jus de compost à base de coques d'anacarde a été évaluée *in vitro* sur les souches de *Ralstonia solanacearum* (RUN 1822 ; RUN1827 et RUN 1539), à partir du test de diffusion en milieu gélosé Mueller-Hinton (MH). Les résultats montrent que seul l'antibiotique (la streptomycine) exerce une forte inhibition sur ces trois (03) souches bactériennes testées. Cela peut s'expliquer par le fait que, le compost à base de coques d'anacarde, qu'il soit stérilisé ou non ne présente pas suffisamment de métabolites actifs contre ces souches bactériennes. Ces résultats sont en adéquation avec ceux de Vincent *et al.* (2022), dont les travaux ont montré qu'il existe certains thés de compost qui présentent un effet nul ou insuffisant sur certains agents pathogènes.

Les résultats relatifs aux biomasses aériennes et racinaires, indiquent que le compost à base de coques d'anacarde, compense efficacement la perte des biomasses induite par l'infection bactérienne, et ce pour les deux souches RUN 1827 et RUN 1539. Cette compensation pourrait être attribuée aux réactions de défense stimulées par les microorganismes antagonistes contenus dans le compost. Ces observations rejoignent celles de Mouria *et al.* (2010), qui rapportent dans leurs études que le compost, stimule une bonne croissance des plants de tomate. L'analyse de l'indice de flétrissement met en évidence une réponse différenciée des deux souches bactériennes aux amendements organiques appliqués. La souche RUN 1539 s'avère moins agressive que la souche RUN 1827, une différence qui pourrait s'expliquer par des variations génotypiques intrinsèques modulant la production de facteurs de virulence. Par ailleurs, l'efficacité du compost à base de coques d'anacarde augmente de manière progressive avec les doses

croissantes (T2 à T5), ce qui suggère que les microorganismes antagonistes présents dans ce substrat, limitent le développement des deux souches, avec toutefois un effet plus marqué sur la souche RUN 1539 que sur la souche RUN 1827. Ces résultats sont en accord avec ceux de Some (2001), qui a montré que le compost peut améliorer directement la santé des plants de tomate grâce à l'action de microorganismes antagoniste. Ces derniers exercent leur effet protecteur, en entrant en compétition avec les agents pathogènes du sol, en les parasitant ou en les inhibant, tout en colonisant le système racinaire des plants et en prévenant ainsi l'installation de la bactérie. L'indice de sévérité révèle également une différence prononcée entre les deux souches. La souche RUN 1827, présente des valeurs nettement plus élevées (82-90 %) comparées à celles de la souche RUN 1539 (14-30 %). Les traitements T0 et T1, montrent clairement que l'amendement minéral, ne confère aucun pouvoir suppressif contre ces souches bactériennes. Cette absence d'efficacité s'explique notamment, par le fait que les éléments minéraux sont facilement lessivés dans le sol, ce qui les rend rapidement indispensables pour la plante. Ces résultats concordent avec les travaux de Traore *et al.* (2018), qui ont démontré dans leurs études que les engrais minéraux seuls, sont dépourvus de tout effet suppressif.

Les résultats issus du test phytochimie, mettent en évidence le rôle fondamental de la matière organique du compost dans l'amélioration de l'état nutritionnel de la plante, favorisant ainsi la biosynthèse des composés défensifs polyvalents. L'absence de saponines dans tous les traitements, indique que la réponse de défense induite n'inclus pas la production de ce métabolite secondaire particulier. La prédominance des métabolites secondaires, notamment les tanins ; flavonoïdes ; polyphénols et coumarines, montre qu'ils constituent les mécanismes défensifs prioritaires activés par la plante en cas d'agression. Ces observations soutiennent l'adoption de pratiques agroécologiques fondées sur l'amendement organique, afin de renforcer la résistance biotique de ladite culture. Ces résultats sont en adéquation, avec ceux de Baba et Balou (2022), qui dans leurs études rapportent que les métabolites secondaires, notamment les tanins ; flavonoïdes et polyphénols, protègent et stimulent les mécanismes de défense chez les plantes.

CONCLUSION

La présente étude visait plus spécifiquement à évaluer l'activité antibactérienne du jus de compost à base de coques d'anacarde *in vitro* sur des souches de *Ralstonia solanacearum* testées, puis à évaluer son effet suppressif *in vivo* sur le flétrissement bactérien. Les résultats *in vitro* ont révélé que le jus de compost, aux concentrations testées, ne possède pas un pouvoir antibactérien direct suffisant pour inhiber la croissance de ces souches en milieu gélosé. En revanche, les résultats ont démontré la dose de 40 t/ha de compost à base de coques d'anacarde, testées *in vivo*, a assuré la meilleure protection phytopathologique et exercé une suppression biologique durable, indépendamment du génotype de la souche bactérienne, ce qui en fait une stratégie robuste pour la gestion du flétrissement bactérien de la tomate. La valorisation du compost à base de coques d'anacarde représente ainsi une double opportunité, celle de réduire la pression phytosanitaire exercée par le pathogène, tout en contribuant à la dépollution de l'environnement par la valorisation de résidus agro-industriels.

RÉFÉRENCES

- Abobi A.H.D., Guei A.M., Zro B.G.F. et Kacou T.W. (2021). Contribution du vermicompost dans la lutte contre le champignon *Rhizoctonia* sp. : impact sur la croissance de la tomate (*Solanum lycopersicum* L.). 50 (3), 93-107 pp.
- Anstat.ci. 2024. Tableau de Bord Socio-Economique, Agence Nationale de la Statistique. Rapport à l'année 2023 N°010. Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (MINADER), Direction des Statistiques des Entreprises et de la Conjoncture Economique (DSECE). 1-68 pp.
- Antil R. S., Raj D., Narwal P. R. et Singh J. P. (2012). Évaluation of Maturity and Stability parameters of composts prepared from organic wastes and their response to wheat. 4 : 95-104.
- Assoh B.O., Coulibaly K., Acka J.A.K., Kotaix A. J. A., Dibi F.B.G., Kébé B.I. et Konaté I. (2025). Défis et opportunités de l'utilisation du compost pour une agriculture durable (synthèse bibliographique). 8 (2), 248-528 pp.
- Attrassi K., Selmaoui K., Ouazzani-Touhami A., Badoc A. et Douira A. (2005). Biologie et physiologie des principaux agents fongiques de la pourriture des pommes en conservation et lutte chimique par l'azoxystrobine. 47-62 pp.
- Baba Y. et Baloul M.T. (2022). Valorisation de l'écorce du *Quercus suber* L. « chêne liège » de la région Tizi-Ouzou comme amendement naturel et protecteur des sols. Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou (Algérie). Faculté des Sciences Biologiques et Sciences Agronomiques. Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du Diplôme de Master. 63 p.
- Békro Y.A., Békro M.J.A., Boua B.B., Tra bi F.H., Ehile E.E. (2007). Étude ethnobotanique et screening phytochimique de *Caesalpinia benthamiana* (baill.) Herend et zarucchi (Caesalpinaceae). Sciences et Nature, 4 : 217-225 pp.
- Boulala P. F. (2005). Valorisation des déchets par compostage : Etat des lieux des niveaux de maturité de différents composts. Mémoire De Diplôme d'études Professionnelles Approfondies. Université SENGHOR, Université International de Langue Française au Service du Développement Africain à Alexandrie. 89 p.
- Fondio, L., Djidji, H. A., N'gbesso, F. D. P. M., et Koné, D., 2013. Évaluation 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. (Sud de la Côte d'Ivoire) 7 (3): 78-86 pp.
- Labrie C. (1998). Recherche sur les propriétés phytoprotectrices de composts de résidus chitineux. Mémoire à la Faculté des Sciences en vue de l'obtention du grade de maître en biologie (M. Sc.). Université de Sherbrooke, Canada. 92 p.
- Lallemant E. (2017). Impact de la taille de l'inoculum bactérien sur l'efficacité d'un traitement antibiotique : développement d'un modèle *in vitro* associant bactéries, antibiotiques et cellules du système immunitaire inné. Université Fédérale Toulouse Midi-Pyrénées. Thèse en vue de l'obtention du Doctorat, Université de Toulouse 3 Paul Sabatier (UT3 Paul Sabatier). 155 p.
- Meziane S., Zellal M. et Tergou S. (2023). Etude de l'activité antimicrobienne et screening phytochimique des extraits d'*haloxylon scoparium* et *articulata* (remth). Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme de Master académique en Filière : Sciences Biologiques Spécialité : Microbiologie appliquée. Université de Tissemsilt. 74 p.
- Mouria B., Ouazzani-Touhami A. et Douira A. (2010). Valorisation agronomique du compost et de ses extraits sur la culture de la tomate. Laboratoire de Botanique et de Protection des Plantes, Faculté des Sciences, Université Ibn Tofail, (Maroc) 16 (août), 65-90 pp.
- M'Sadak Y. et Bembli H. (2018). Physico-chemical Characterization of Growth Substrates Derived from Peat Mixed with Silvicultural Compost for the Production of Seedlings. Journal of Water Sciences & Environment Technologies. 02 : 350-358
- N'guessan C. A., Abo K., Fondio L., Chiroleu F., Lebeau A., Poussier S., Wicker E. et Koné D. (2012). So near and yet so far : the specific case of *Ralstonia solanacearum* populations from Côte-d'Ivoire in Africa. Phytopathology, 102 : 33-740.
- Radouane C. B. D. Z. (2024). Évaluation des effets de biocompost des boues résiduelles sur la croissance des plantes et les propriétés du sol. Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie Filière : Sciences Biologiques / Biotechnologies / Écologie et Environnement Spécialité : Écologie fondamentale et appliquer. Université Constantine 1 Frères Mentouri. 87 p.
- Some S. P. (2001). Influence de la fertilisation organique de la tomate sur le développement du flétrissement bactérien causé par *Ralstonia solanacearum*. Mémoire d'ingénieur du développement Rural. Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Bobo-Dioulasso. 62 p.
- Tassadit H. et Koceila, L. (2016). Isolement de bactéries résistantes aux métaux lourds et évaluation de leur activité antagoniste vis-à-vis des microorganismes pathogènes. Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de Master Spécialité : Microbiologie Appliquée. Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques Département de Biochimie-Microbiologie. 103 p.
- Traore, I., 2017. Effets du compost à base des coques d'anacarde sur les paramètres végétatifs et le rendement du cotonnier dans les conditions de culture biologique. Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme

- d'ingénieur du développement rural Option : vulgarisation agricole 2017/VA. Université Nazi Boni (UNB), Institut du Développement Rural. 1-52 pp.
- Vincent M., Lorenz R. et Adrian R. (2022). Thème compost : informations pratiques, avantages et inconvénients. 1-4 pp.
- Zdenko L., Vlatko G., Franjo N., Katarina P., Lucija G., Péter R., Nikolett U. and Márk R. (2024). The Evaluation of Compost Maturity and Ammonium Toxicity Using Different Plant Species in a Germination Test. *Agronomy*, 14, 2636.
- Zucconi F. (1983). Processi di biostabilizzazione della Sostanza organica durante il compostaggio. *Atti del*
