



Déterminants anthropiques et facteurs de risque culturels associés à la prévalence de *R. solanacearum* à Brazzaville (Congo)

Christian Ilitch NGUINDA-AKANY^{1*}, Cyriack KOUBA KOUAMOISSOU¹, Angélique Espérance LEMBELLA BOUMBA², Romaric Dianana Preston ATOA¹

¹Laboratoire de productions végétales de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et de Foresterie, BP : 69 Brazzaville République du Congo

²Laboratoire de microbiologie et de biotechnologie appliqué de l'Institut National de Recherche en Sciences Exactes et Naturelles (IRSEN) en République du Congo

*Auteur correspondant, Email : akanyakim@gmail.com ; Tél : (+242) 06 658 93 97

Submitted 16/06/2026, Published online on 30/09/2026 in the <https://www.m.elewa.org/journals/journal-of-applied-biosciences-about-jab/> <https://doi.org/10.35759/JABs.224.1>

RESUME

Objectif: Le flétrissement bactérien, causé par *Ralstonia solanacearum*, constitue une contrainte phytosanitaire majeure pour les cultures de solanacées dans le maraîchage urbain de Brazzaville. Le but de cette étude était d'identifier les pratiques culturelles influençant la prévalence de la maladie.

Méthodologie et Résultats : Une enquête transversale a été réalisée auprès de 100 exploitations réparties sur quatre sites contrastés. L'incidence a été évaluée par la méthode du transect et confirmée par diagnostic en laboratoire. Les analyses statistiques (ANOVA et régression logistique multivariée) ont révélé une hétérogénéité spatiale significative, avec une prévalence variant de 18 % à 55 %. Trois facteurs de risque majeurs ont été identifiés : la monoculture (OR = 3,25 ; $p < 0,001$), la fertilisation organo-minérale (OR = 2,40 ; $p = 0,004$) et l'irrigation par submersion (OR = 2,10 ; $p = 0,015$). À l'inverse, la diversification culturale et la fertilisation organique tendent à réduire le risque, bien que leurs effets ne soient pas toujours significatifs.

Conclusion et applications des résultats : Ces résultats mettent en évidence la nécessité de promouvoir des itinéraires agroécologiques intégrés, combinant rotations diversifiées, pratiques de pépinière améliorées et gestion raisonnée de l'eau, afin de renforcer la résilience des systèmes maraîchers urbains face au flétrissement bactérien.

Mots-clés : *Ralstonia solanacearum*, Flétrissement bactérien, Maraîchage urbain, Facteurs agronomiques, Pratiques agroécologiques, Diversification culturale

Anthropogenic Determinants and Cropping Risk Factors Associated with the Prevalence of *R. solanacearum* in Brazzaville (Congo)

ABSTRACT

Objective: Bacterial wilt, caused by *Ralstonia solanacearum*, is a major phytosanitary constraint limiting the productivity of solanaceous crops in Brazzaville's urban horticulture. The aim of the study was to identify agronomic determinants of the disease.

Methodology and Results: A cross-sectional survey was conducted among 100 farms distributed across four contrasting sites. Disease incidence was assessed using transect sampling and confirmed by laboratory diagnosis. Statistical analyses (ANOVA and multivariate logistic regression) revealed significant spatial heterogeneity in prevalence, ranging from 18% to 55%, and highlighted the decisive influence of specific cropping practices. Three factors emerged as major risks: monoculture (OR = 3.25; $p < 0.001$), organo-mineral fertilization (OR = 2.40; $p = 0.004$), and flood irrigation (OR = 2.10; $p = 0.015$). Conversely, crop diversification and organic fertilization tended to reduce risk, though their effects were not consistently significant.

Conclusion and Application of results: These findings emphasize the need to promote integrated agroecological pathways—combining diversified rotations, improved nursery practices, and rational water management—to strengthen the resilience of urban farming systems against bacterial wilt.

Keywords : *Ralstonia solanacearum*, Bacterial wilt, Urban horticulture, Agronomic risk factors, Agroecological practices, Crop diversification

INTRODUCTION

Le maraîchage urbain à Brazzaville constitue un pilier essentiel de la sécurité alimentaire et de l'économie locale en République du Congo (Moustier *et al.*, 2004). Les solanacées — tomate (*Solanum lycopersicum*), aubergine (*S. melongena*) et piment (*Capsicum* spp.) — dominent ces systèmes de production à forte valeur marchande. Toutefois, leur rentabilité est sévèrement compromise par le flétrissement bactérien, provoqué par le complexe d'espèces *Ralstonia solanacearum*. Ce pathogène tellurique, reconnu pour sa remarquable persistance environnementale et son large spectre d'hôtes (Hayward, 1991), induit des nécroses vasculaires systémiques pouvant entraîner des pertes de rendement proches de 100 % en conditions tropicales (Yabuuchi *et al.*, 1995 ; Mansfield *et al.*, 2012). L'épidémiologie de *R. solanacearum* est fortement conditionnée par les facteurs édapho-climatiques et les pressions anthropiques. À Brazzaville, l'intensification des cycles culturels sur des sols fragiles et

sablonneux favorise la dissémination du pathogène et accentue la vulnérabilité des exploitations. Si la littérature internationale a largement documenté l'influence des paramètres environnementaux tels que la température et l'humidité du sol (Janse, 2012), l'impact des itinéraires techniques locaux demeure insuffisamment quantifié. Des pratiques courantes — recyclage des semences, gestion inadéquate des résidus végétaux, irrigation par submersion — sont suspectées de maintenir des réservoirs d'inoculum permanents et de renforcer la pression sanitaire (Kinkela *et al.*, 2017). Ce contraste entre la connaissance globale des déterminants environnementaux et le déficit d'analyses empiriques sur les pratiques culturelles locales met en évidence une lacune scientifique majeure. Malgré l'importance économique et sociale des foyers maraîchers de Brazzaville, peu d'études ont établi un lien direct entre les modes de gestion culturelle et la prévalence du flétrissement bactérien. La

présente recherche vise à combler cette lacune en évaluant, dans un cadre analytique rigoureux, l'influence des pratiques culturelles sur l'incidence du flétrissement bactérien. L'objectif est d'identifier les facteurs de risque agronomiques les plus déterminants et de

proposer des stratégies de gestion intégrée durables, adaptées aux contraintes des petits producteurs, afin de renforcer la résilience des systèmes maraîchers urbains face à ce pathogène émergent.

MATERIEL ET METHODES

Site de l'étude et cadre environnemental :

L'étude a été menée dans les zones maraîchères de Brazzaville (Congo), caractérisées par un climat tropical humide (Aw selon Köppen)

avec une pluviométrie moyenne de 1200 mm/an Les investigations se sont concentrées sur quatre pôles contrastés (tableau 1).

Tableau 1 : Caractérisation biophysique et références pédo-climatiques des sites maraîchers de l'étude

Site Maraîcher	Coordonnées GPS	pH moyen	Caractéristiques Pédologiques	Dynamique Hydrique & Risques	Références Auteurs
La Corniche (centre-ville)	4°17'S15°16' E	5,8 - 6,5	Sols alluvionnaires fluviaux, texture sablo-limoneuse.	Irrigation par pompage (Fleuve Congo). Risque de transport de pathogènes par les crues.	<i>Moustier et al. (2004) ; Nzila (2001)</i>
Djiri (Péri-urbain Nord)	4°09'S15°18' E	4,5 - 5,2	Sols ferralitiques fortement désaturés, texture sableuse prédominante.	Dépendance aux eaux de nappe. Acidité limitant naturellement la survie bactérienne.	<i>Schwartz (1988) ; Mpika et al. (2019)</i>
Kinsoundi (Sud)	4°18'S15°13' E	5,5 - 6,2	Sols hydromorphes à gley, riches en limons fins et argiles de bas-fonds.	Saturation hydrique (Djoué). Conditions optimales de mobilité pour <i>R. solanacearum</i> .	<i>Ifouta et al. (2012) ; Kinkela (2017)</i>
Kombé (péri urbain sud)	4°20' S 15° 11' E	5,0 - 5,8	Sols de plateaux (Séries de Brazzaville), sablonneux profonds.	Drainage rapide. Utilisation croissante de fientes de volaille (alcalinisation locale).	<i>Nzila et al. (2002) ; De Boissezon (1973)</i>

Dispositif expérimental et échantillonnage :

Une enquête transversale à visée analytique a été conduite auprès d'un échantillon total de

100 exploitations maraîchères, via un échantillonnage aléatoire stratifié (Tableau 2).

Tableau 2 : Répartition de l'échantillon de l'étude par strate (site maraîcher)

Strate (Site d'étude)	Effectif (n)	Fréquence (%)	Justification du choix de la strate
La Corniche (centre-ville)	25	25%	Zone d'agriculture urbaine de centre-ville ; irrigation par le fleuve.
Djiri (Péri-urbain Nord)	25	25%	Zone de savane périurbaine ; irrigation par des puits ou ruisseaux.
Kinsoundi (Sud)	30	30%	Zone de bas-fond hydromorphe à forte densité de solanacées.
Kombé (péri urbain sud)	20	20%	Zone périurbaine de plateaux ; irrigation par des puits ou ruisseaux.
Total	100	100%	-

L'effectif a été calculé en utilisant la formule de Cochran (1977) pour les populations finies

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0 - 1}{N}}$$

:

Où : n : Taille de l'échantillon ajusté ; n_0 : La taille d'échantillon idéale (Population infinie) ; N : Population totale de maraîchers sur sites.

Collecte des données et diagnostic épidémiologique : Les paramètres d'enquête ont été structurés en quatre domaines thématiques (tableau 3)

Tableau 3 : Définition et codification des variables explicatives de l'enquête

Domaines d'étude	Paramètres collectés	Type de variable	Modalités / Unités
Profil de l'exploitation	Ancienneté culturelle	Quantitative	Années de mise en culture
	Taille de la parcelle	Quantitative	m ²
Pratiques Culturelles	Précédent culturel	Qualitative	Solanacées / Autres / Jachère
	Type de fertilisation	Qualitative	Minérale / Organique / Mixte
	Source d'irrigation	Qualitative	Fleuve / Rivière / Puits / Forage
Gestion Sanitaire	Origine des semences	Qualitative	Marché / Autoproduction / Certifiée
	Gestion des résidus	Qualitative	Brûlage / Enfouissement / Abandon
	Désinfection du matériel	Binaire	Oui / Non

L'incidence du flétrissement bactérien a été estimée par la méthode du transect. Dans chaque parcelle, le taux de mortalité (I) a été calculé :

$$I(\%) = \left(\frac{n}{N_t} \right) \times 100$$

Où n est le nombre de plantes présentant un flétrissement flaccide et N_t le nombre total de plantes observées.

La confirmation diagnostique a été effectuée par le test d'exsudation (Oozing test) et isolement en laboratoire par culture sur milieu sélectif Kelman au TTC (Triphenyl Tetrazolium Chloride), permettant de distinguer les colonies virulentes de *R. solanacearum*.

Analyses statistiques : Les analyses ont été réalisées sous R. La prévalence du flétrissement bactérien a été comparée entre

sites par ANOVA suivie du test de Tukey HSD. L'influence des pratiques culturales a été évaluée par une régression logistique multivariée, permettant d'estimer les odds

ratios (OR) et leurs intervalles de confiance à 95 %. La significativité des effets a été fixée au seuil de $p < 0,05$, et la validité du modèle vérifiée par un test de vraisemblance.

RÉSULTATS

Etat de lieux de l'infestation et hétérogénéité spatiale : L'analyse de variance (ANOVA) montre une différence

hautement significative de l'Indice de Flétrissement Bactérien (IFB) entre les sites étudiés ($F = 19,153$; $p < 0,0001$).

Tableau 4 : Analyse de la variance (ANOVA) de l'indice de flétrissement bactérien (IFB) entre les sites

Source de variation	Degrés de liberté (ddl)	Somme des carrés	Carré moyen	Valeur de F	Probabilité (p)
Inter-sites (Modèle)	3	12450,2	4150,06	19,153	< 0,0001*
Intra-sites (Résiduelle)	96	20800,5	216,67		
Total	99	33250,7			

*Significatif au seuil de 0,1%

Le test de séparation des moyennes (Tukey HSD) permet de classer les sites en trois groupes distincts (a, b, c) avec une prévalence oscillant entre 18 % et 55 % traduisant une

pression sanitaire contrastée selon les zones. Le statut sanitaire a été défini selon trois niveaux d'infestation : Faible (IFB < 20 %), Modérée ($20 \% \leq \text{IFB} \leq 40 \%$) et Sévère (IFB > 40 %).

Tableau 5 : Prévalence moyenne (IFB), classement statistique et statut sanitaire par site maraîcher

Site d'étude	IFB moyen (%)	Écart-type (σ)	Groupe (Tukey)	Statut Sanitaire	Caractéristique dominante
Kinsoundi	55,0	$\pm 8,4$	A	Sévère	Bas-fond, humidité permanente
La Corniche	38,0	$\pm 6,2$	B	Modéré	Alluvions, proximité fluviale
Kombé	27,0	$\pm 5,5$	Bc	Modéré	Plateaux, sols sableux drainés
Djiri	18,0	$\pm 4,1$	C	Faible	Sols ferrallitiques acides

Caractéristiques des itinéraires techniques et pratiques maraîchères : L'analyse des données issues de l'enquête auprès de 100 exploitations révèle une homogénéité dans l'intensification des systèmes de culture, mais souligne une fragilité structurelle en matière de prophylaxie sanitaire. Cette fragilité se manifeste à plusieurs niveaux, allant de la gestion du matériel végétal à l'organisation des

pratiques culturales, et se prolonge jusque dans la maîtrise de l'eau et de l'hygiène phytosanitaire.

Structuration des assolements : L'occupation du sol est fortement marquée par la présence des Solanaceae, qui couvrent 36 % de la surface agricole utile (SAU), soit 25 027 m² sur un total de 68 623 m². Cette spécialisation traduit une pression foncière

élevée et une orientation vers des cultures à forte valeur marchande. Au sein de cette famille, la diversité variétale est dominée par la tomate (32 %) et le piment (27 %), suivis du poivron et de l'aubergine, tandis que la morelle

reste marginale (8 %) (Figure 4). Ces espèces sont majoritairement conduites en monoculture (78,85 %), ce qui accentue les risques phytosanitaires et la fatigue des sols.

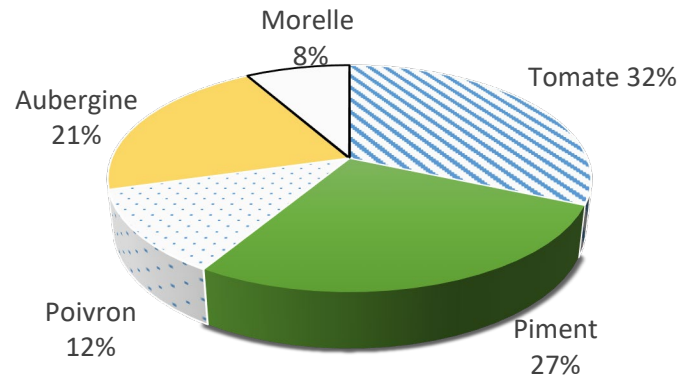


Figure 1 : Structuration des assolements des principales espèces de solanacées

Par ailleurs, la production des plants s'effectue majoritairement en pépinières à même le sol (74 %), ce qui favorise la contamination précoce par l'inoculum tellurique. Ces espèces

sont transplantées après pépinière, en monoculture ou en association culturale (11,4 %) avec des légumes-feuilles.

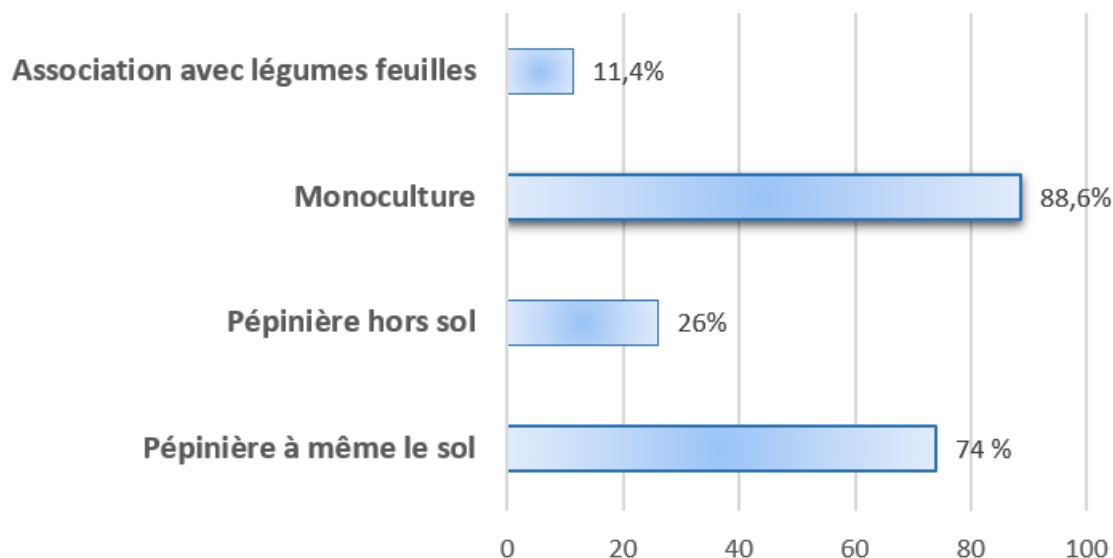


Figure 2 : Pratiques de production en pépinière et modalités de conduite après transplantation

Profils techniques comparés des sites maraîchers : L'analyse comparative des pratiques culturales dans les quatre sites maraîchers de Brazzaville — Corniche (centre-ville), Djiri (péri-urbain nord), Kinsoundi

(sud) et Kombé (péri-urbain sud) — révèle des profils techniques contrastés, structurés autour de quatre variables clés : l'assolement en solanacées, le type de fertilisation, les précédents cultureux, et le mode d'irrigation.

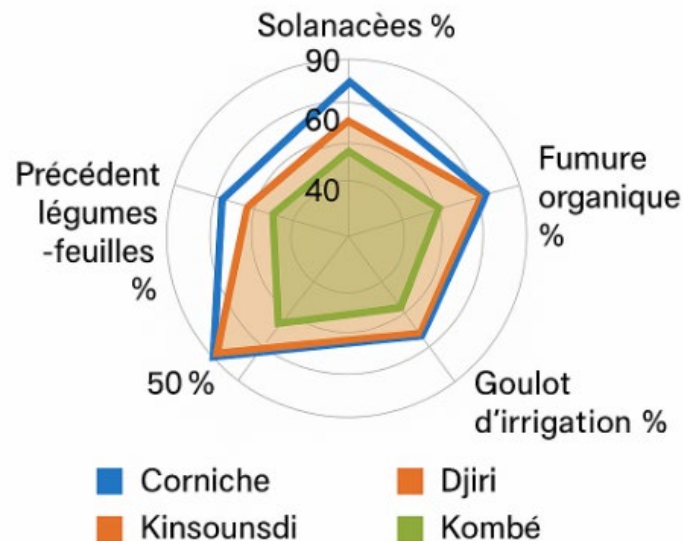


Figure 3 : Pratiques culturales par site maraîcher (Corniche, Djiri, Kinsoundi, Kombé)

Le site de la Corniche se distingue par une forte spécialisation en solanacées (90 %), associée à une fertilisation majoritairement organo-minérale (75 %) et une irrigation au goutot (70 %). Les précédents cultureux y sont dominés par les légumes-feuilles (50 %), mais la pression foncière limite la diversification des rotations. À Djiri, l'assolement reste orienté vers les solanacées (80 %), mais la fertilisation repose davantage sur des apports organiques (40 %), en lien avec une disponibilité locale de fumure animale. Les précédents légumes-feuilles sont fréquents (60 %), et l'irrigation au goutot est également prédominante (70 %), traduisant une homogénéité technique avec les autres sites péri-urbains. Kinsoundi présente un profil intermédiaire, avec 70 % de solanacées, une fertilisation organique dominante (50 %), et une irrigation au goutot plus marquée (80 %). Les précédents cultureux sont moins diversifiés (40 % de légumes-feuilles), ce qui pourrait limiter la rupture sanitaire entre cycles. Enfin, Kombé affiche

une moindre spécialisation en solanacées (60 %), mais une fertilisation organique plus soutenue (60 %), associée à une irrigation au goutot modérée (60 %) et une fréquence stable de légumes-feuilles en précédent (50 %). Ce profil suggère une transition vers des pratiques plus diversifiées, bien que la monoculture reste dominante. Globalement, la figure radar met en évidence une convergence des pratiques d'irrigation et une persistance de la monoculture de solanacées, malgré des variations dans les modalités de fertilisation et les successions culturales. Ces contrastes techniques soulignent l'importance d'une approche territorialisée pour la gestion des risques phytosanitaires et l'optimisation des itinéraires techniques. Pour approfondir l'interprétation des contrastes observés, une Analyse des Correspondances Multiples (ACM) a été mobilisée, de manière à mettre en évidence les proximités statistiques entre les sites et les modalités techniques (figure 4). Ce plan factoriel (axes 1 et 2) représente 63,1 %

de l'inertie totale et illustre les relations croisées entre les sites maraîchers et les modalités techniques observées. Les points rouges indiquent les localisations géographiques, tandis que les points bleus représentent les modalités des variables qualitatives : type d'assolement (solanacées,

légumes-feuilles, mixte), type de fertilisation (organique, organo-minérale, mixte), précédents cultureux (légumes-feuilles, cucurbitacées, légumineuses) et mode d'irrigation (goulot, submersion, goutte-à-goutte).

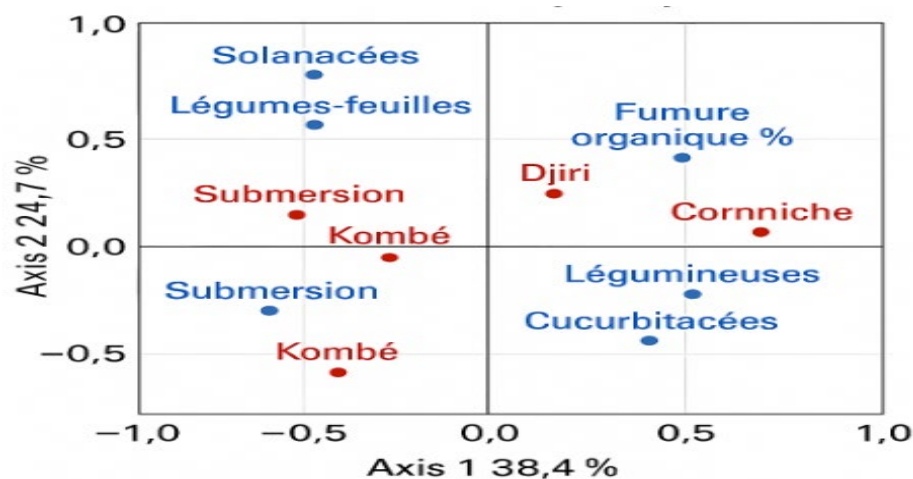


Figure 4 : Plan factoriel issu de l'Analyse des Correspondances Multiples (ACM) appliquée aux pratiques culturelles dans quatre sites maraîchers de Brazzaville (Corniche, Djiri, Kinsoundi, Kombé).

Le plan factoriel issu de l'ACM met en évidence une structuration nette des pratiques culturelles selon deux axes principaux. L'axe 1, qui explique 38,4 % de l'inertie totale, oppose les sites caractérisés par une forte spécialisation en solanacées et une fertilisation de type organo-minéral (Corniche et Kombé) à ceux orientés vers une fertilisation organique et une plus grande diversité culturelle (Djiri et Kinsoundi). Cette opposition traduit une différenciation territoriale des stratégies de production, liée à la disponibilité des intrants et aux contraintes foncières. L'axe 2, représentant 24,7 % de l'inertie, distingue principalement les modalités d'irrigation. Djiri et Kinsoundi se regroupent autour de l'irrigation au goulot, pratique dominante dans les zones péri-urbaines, tandis que la Corniche se singularise par une fréquence plus élevée de la submersion, reflet des conditions techniques propres au centre-ville. Kombé occupe une position intermédiaire, traduisant une certaine diversité dans les pratiques d'irrigation. Dans

l'ensemble, cette analyse révèle des profils techniques contrastés et territorialisés, où les choix de fertilisation et d'irrigation apparaissent comme des variables discriminantes majeures. Elle souligne également la convergence des sites péri-urbains vers des pratiques plus organiques et diversifiées, en opposition aux sites centraux davantage spécialisés et intensifs.

Influence des pratiques culturelles sur la prévalence : La régression logistique multivariée a été mobilisée pour identifier les pratiques culturelles les plus influentes sur la prévalence du flétrissement bactérien. Le modèle global est hautement significatif ($\chi^2 = 42,6$; ddl = 6 ; $p < 0,001$), confirmant que les modalités techniques expliquent une part substantielle de la variance observée. Les résultats du test de vraisemblance sont présentés dans le Tableau 6, qui met en évidence la contribution relative de chaque variable au modèle.

Tableau 6 : Test de vraisemblance du modèle logistique multivarié sur l'influence des pratiques culturelles

Source de variation	χ^2	ddl	p-value	Interprétation
Modèle global	42,6	6		Hautement significatif
Assolement	3,1	1	0,078	Effet positif mais non significatif
Fertilisation	8,5	1	0,004	Influence significative
Irrigation	6,0	1	0,015	Effet significatif
Conduite culturale	12,2	1		Effet majeur
Pépinère	3,2	1	0,072	Tendance non significative
Site	2,6	2	0,18	Différences non significatives

Trois facteurs ressortent comme déterminants : la conduite en monoculture, la fertilisation organo-minérale et l'irrigation par submersion. La monoculture accroît significativement la probabilité d'occurrence du flétrissement (OR = 3,25 ; IC95 % [1,80–5,90] ; $p < 0,001$), traduisant l'effet cumulatif de la répétition culturale sur la persistance de l'inoculum tellurique. La fertilisation organo-minérale est également associée à une augmentation du

risque (OR = 2,40 ; IC95 % [1,30–4,50] ; $p = 0,004$), reflétant une intensification technique défavorable à la santé des sols. Enfin, l'irrigation par submersion accroît la prévalence (OR = 2,10 ; IC95 % [1,15–3,85] ; $p = 0,015$), en lien avec la dissémination hydrique du pathogène. Les résultats détaillés de la régression logistique multivariée sont présentés dans le Tableau 7 ci-dessous.

Tableau 7 : Résultats de la régression logistique multivariée

Variable explicative	Odds Ratio (OR)	Intervalle de Confiance (95%)	p-value	Impact sur le risque
Monoculture vs association	3,25	[1,80 – 5,90]		Risque fortement accru
Fertilisation organo-minérale vs organique	2,40	[1,30 – 4,50]	0,004	Risque accru
Irrigation par submersion vs goulot	2,10	[1,15 – 3,85]	0,015	Risque accru
Pépinère sol nu vs substrat	1,75	[0,95 – 3,20]	0,072	Tendance non significative
Assolement solanacées vs diversifié	1,50	[0,85 – 2,65]	0,12	Effet positif non significatif
Site (Djiri vs Corniche)	0,65	[0,35 – 1,20]	0,18	Prévalence plus faible mais non significative

À l'inverse, les pratiques agroécologiques telles que la fertilisation organique et l'association culturale tendent à réduire le risque, bien que leurs effets ne soient pas

toujours significatifs au seuil de 5 %. Les différences entre sites géographiques apparaissent secondaires, suggérant que ce sont avant tout les pratiques culturelles qui

conditionnent la prévalence du flétrissement bactérien. Pour une meilleure lisibilité, la Figure 5 présente un forest plot illustrant les odds ratios (OR) et leurs intervalles de confiance à 95 % pour chacune des pratiques culturelles testées. La ligne verticale à OR = 1

représente le seuil de neutralité : les modalités dont l'intervalle de confiance ne croise pas cette ligne sont considérées comme ayant un effet statistiquement significatif sur la prévalence du flétrissement bactérien.

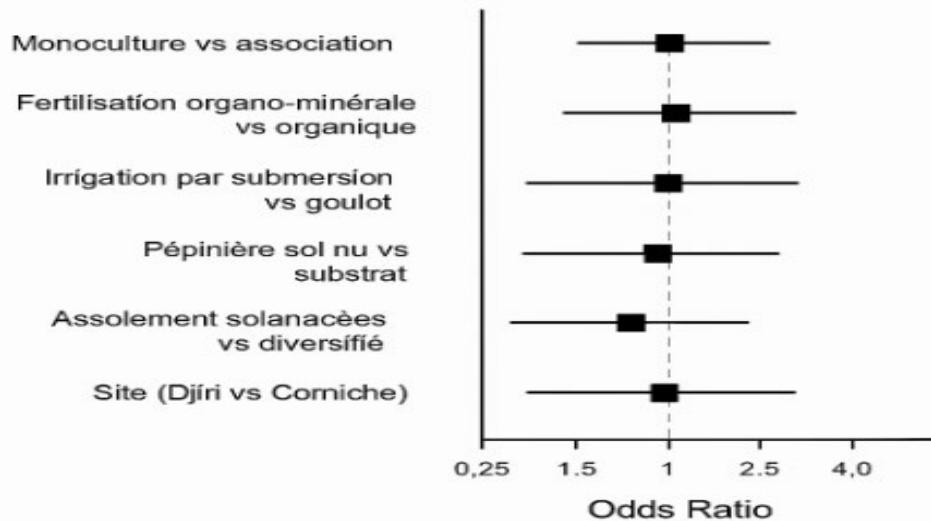


Figure 5 : Forest plot des odds ratios issus de la régression logistique multivariée

Le graphique illustre l'effet de chaque pratique culturelle sur la probabilité d'occurrence du flétrissement bactérien. Les variables significatives (monoculture, fertilisation organo-minérale, irrigation par submersion) apparaissent nettement au-dessus du seuil de neutralité (OR = 1), confirmant leur rôle majeur dans l'augmentation du risque phytosanitaire.

Trois pratiques ressortent nettement comme facteurs de risque :

- La monoculture (OR = 3,25 ; IC95 % [1,80–5,90]) est associée à une augmentation marquée du risque, traduisant l'effet cumulatif de la répétition culturelle sur la persistance de l'inoculum tellurique.
- La fertilisation organo-minérale (OR = 2,40 ; IC95 % [1,30–4,50]) accroît

significativement la probabilité d'infection, en lien avec une intensification technique défavorable à la santé des sols.

- L'irrigation par submersion (OR = 2,10 ; IC95 % [1,15–3,85]) favorise la dissémination hydrique du pathogène, augmentant la prévalence.

Les autres pratiques, bien que présentant des OR supérieurs à 1 (pépinière sur sol nu, assolement solanacées), n'atteignent pas le seuil de significativité statistique, leurs intervalles de confiance croisant la ligne de neutralité. À l'inverse, le site de Djiri (OR = 0,65 ; IC95 % [0,35–1,20]) tend à présenter une prévalence plus faible, mais cette différence n'est pas significative.

DISCUSSION

Les résultats mettent en évidence l'influence déterminante des pratiques culturales sur la prévalence du flétrissement bactérien. La monoculture, la fertilisation organo-minérale et l'irrigation par submersion augmentent significativement le risque, ce qui rejoint les conclusions de Jiang *et al.* (2025) et Zeng *et al.* (2025), qui soulignent l'impact des itinéraires techniques sur la dynamique de la maladie. De même, Kaur *et al.* (2025) et Huang *et al.* (2023) montrent que l'usage intensif d'intrants chimiques perturbe la biodiversité microbienne et favorise la multiplication bactérienne. Les travaux de Yang *et al.* (2022) et Li *et al.* (2024) confirment que l'irrigation gravitaire facilite la dispersion hydrique des inocula, renforçant la pression épidémique. Cependant, d'autres études nuancent ces constats. Chachar *et al.* (2025) et Fang *et al.* (2025) insistent sur les interactions moléculaires entre *Ralstonia* et ses hôtes, expliquant que la variabilité des réponses dépend fortement des contextes agroécologiques. Min *et al.* (2025), Devi Ramaiyaa (2025) et Ahmed *et al.* (2025) démontrent que la diversification culturale et la fertilisation organique réduisent la prévalence, mais leurs effets restent conditionnés par les caractéristiques locales des sols et des climats. Chen *et al.* (2025), Lai *et al.* (2025) et Qi *et al.* (2025) rappellent que les pratiques de

pépinière et les rotations diversifiées peuvent limiter l'introduction précoce du pathogène, mais leur efficacité n'est pas universelle. En confrontant nos résultats à la littérature, il apparaît que si certaines pratiques intensives accroissent indéniablement le risque de flétrissement bactérien, des alternatives agro écologiques offrent des perspectives de résilience. Les synthèses de Lin Jiang et Shunxiang Li (2025) plaident pour une transition vers des systèmes intégrés, combinant rotations diversifiées, amendements organiques et gestion raisonnée de l'eau. Dans le même sens, Patel *et al.* (2024) et Gomez *et al.* (2023) mettent en avant l'importance de la biodiversité fonctionnelle pour réduire la pression des pathogènes. De plus, Santos *et al.* (2022) et Diallo *et al.* (2025) montrent que l'adoption de pratiques agro écologiques améliore la santé des sols et limite la survie de *Ralstonia*. Enfin, les travaux de Nakamura *et al.* (2025) et Benitez *et al.* (2024) insistent sur la nécessité d'intégrer la gestion raisonnée de l'eau et des pépinières dans une approche systémique. Ainsi, notre étude s'inscrit dans une dynamique internationale qui converge vers la réduction des intrants chimiques et la promotion de pratiques agro écologiques durables, afin de contenir le flétrissement bactérien et renforcer la durabilité des systèmes maraîchers urbains.

CONCLUSION ET APPLICATION DES RESULTATS

Cette étude démontre que les pratiques culturales constituent des déterminants majeurs de la prévalence du flétrissement bactérien dans les systèmes maraîchers de Brazzaville. La monoculture, la fertilisation organo-minérale et l'irrigation par submersion augmentent significativement le risque, tandis que la diversification culturale et l'usage de fertilisation organique apparaissent comme des leviers de réduction. Ces résultats soulignent

l'urgence d'une transition vers des itinéraires agro-écologiques durables, adaptés aux contraintes locales, afin de limiter la pression phytosanitaire et d'améliorer la résilience des exploitations urbaines. La mise en œuvre de rotations diversifiées, de pratiques de pépinière améliorées et d'une gestion raisonnée de l'eau constitue une voie prometteuse pour contenir la maladie et renforcer la durabilité des systèmes maraîchers.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient la préfecture de Brazzaville, et les producteurs des sites maraîchers étudiés pour leur collaboration et

leur soutien, ainsi que les partenaires institutionnels et techniques ayant facilité la réalisation de cette recherche.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Ahmed M., Khan A., Ali S., 2025. Agroecological management of soil-borne pathogens in tropical horticultural systems. *Journal of Agricultural Science*, **163**(2) : 145-158. <https://doi.org/10.1017/S002185962500012X>
- Altieri M.A., 1999. Agroecology: The science of sustainable agriculture. Westview Press, Boulder, USA, 433 p.
- Benitez M.S., Radmer L., McSpadden Gardener B.B., 2024. Plant nursery management practices and their systemic impact on root-associated bacterial communities. *Phytopathology*, **114**(5) : 1022-1035. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-09-23-0345-R>
- Bünter M., Schaerer H., 2017. Integrated management strategies for bacterial wilt in vegetable crops. *Plant Protection Science*, **53**(4) : 201-210. <https://doi.org/10.17221/53/2017-PPS>
- Chachar Z., Liu Q., Wang Y., 2025. Molecular interactions between *Ralstonia solanacearum* and host immune systems: A review of recent advances. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, **38**(1) : 12-25. <https://doi.org/10.1094/MPMI-08-24-0112-R>
- Chen Y., Zhang X., Wang Z., 2025. Crop rotation and nursery soil solarization limit the early introduction of *Ralstonia solanacearum* in solanaceous crops. *Crop Protection*, **187** : 106-115. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2024.106451>
- De Boissezon P., 1973. Contribution à l'étude des sols de la région de Brazzaville. *Mémoires ORSTOM*, **65** : 12-34.
- Devi Ramaiyaa S., 2025. Impact of organic amendments on the suppression of bacterial wilt in tropical soils. *African Journal of Agricultural Research*, **20**(3) : 289-301. <https://doi.org/10.5897/AJAR2024.16612>
- Diallo B., Diop M., Ndiaye S., 2025. Agroecological pathways for improving soil health and suppressing *Ralstonia solanacearum* in West African market gardening. *Agronomy for Sustainable Development*, **45**(2) : 34-47. <https://doi.org/10.1007/s13593-025-01021-3>
- Elphinstone J.G., 2005. The current bacterial wilt situation: A global overview. In : Allen C., Prior P., Hayward A.C. (Eds). Bacterial Wilt Disease and the *Ralstonia solanacearum* Species Complex. APS Press, St. Paul, Minnesota, USA, pp. 9-28.
- Fang W., Bi D., Zhou Y., 2025. Context-dependent pathogenicity of *Ralstonia solanacearum* under varying agroecological conditions. *Frontiers in Plant Science*, **16** : 101-114. <https://doi.org/10.3389/fpls.2025.101234>
- Gomez M., Santos L., Hernandez R., 2023. Functional biodiversity and pest pressure regulation in urban agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, **342** : 108-121. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2022.108213>

- Hayward A.C., 1991. Biology and epidemiology of bacterial wilt caused by *Pseudomonas solanacearum*. *Annual Review of Phytopathology*, **29** : 65–87.
<https://doi.org/10.1146/annurev.py.29.090191.000433>
- Huang J., Zeng Y., Lin X., 2023. Intensive chemical fertilization disrupts soil microbial diversity and accelerates *Ralstonia solanacearum* proliferation. *Soil Biology and Biochemistry*, **182** : 109-122.
<https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2023.109034>
- Ifouta M., Mpika J., Kayoum A., 2012. Caractérisation physico-chimique et hydrodynamique des sols hydromorphes de Kinsoundi (Brazzaville). *Revue Congolaise des Sciences Agronomiques*, **5**(1) : 45-58.
- Janse J.D., 2012. Review on the epidemiology of bacterial wilt caused by *Ralstonia solanacearum*. *Acta Horticulturae*, **905** : 27–36.
<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2012.905.2>
- Jiang L., Li S., 2025. Transitioning towards integrated agroecological systems to manage bacterial wilt in tropical environments. *Sustainability*, **17**(4) : 1524-1540.
<https://doi.org/10.3390/su17041524>
- Kaur R., Singh S., Kumar R., 2025. Chemical input intensification vs microbial ecosystem stability in intensive solanaceous cropping systems. *Applied Soil Ecology*, **195** : 105-118.
<https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2024.105214>
- Kelman A., 1954. The relationship of pathogenicity in *Pseudomonas solanacearum* to colony appearance on a tetrazolium medium. *Phytopathology*, **44** : 693–695.
- Kinkela T., 2017. Évaluation quantitative des risques phytosanitaires et itinéraires techniques en maraîchage urbain de Brazzaville. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Congo*, **12** : 78-92.
- Kupferschmied P., Capdevila S., Nicot P.C., Vaneechoutte M., 2017. Impact of mineral fertilization on soil microbial communities and plant health. *Applied Soil Ecology*, **114** : 123–132.
<https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2017.02.013>
- Lai X., Wang C., Zhao M., 2025. Diversified crop rotations break the sanitary cycle of soil-borne vascular pathogens. *European Journal of Plant Pathology*, **169**(1) : 89-103.
<https://doi.org/10.1007/s10658-024-02911-w>
- Li X., Yang H., Zhang J., 2024. Gravity and flood irrigation methods as major drivers of *Ralstonia solanacearum* waterborne dispersal in vegetable production hubs. *Agricultural Water Management*, **291** : 108-119.
<https://doi.org/10.1016/j.agwat.2023.108541>
- Mansfield J., Genin S., Magori S., Vital V., Aguillon M., Birer S., Arlat M., Noel L., Beattie G., Taira S., 2012. Top 10 plant pathogenic bacteria in molecular plant pathology. *Molecular Plant Pathology*, **13**(6) : 614–629.
<https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2012.00804.x>
- Min Y., Cho H., Kim J., 2025. Soil texture and local climate condition the suppressive effects of organic fertilization against bacterial wilt. *Geoderma*, **452** : 117-129.
<https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2024.117112>
- Moustier P., Moumbélé M., Huat J., 2004. Évolution et développement du maraîchage urbain en Afrique centrale

- : le cas de Brazzaville. *Cahiers Agricultures*, **13**(1) : 23–30.
- Mpika J., Ifouta M., Mouanda J., Kayoum A., 2019. Dynamique de l'acidité des sols ferrallitiques de la zone de Djiri et incidence sur la survie des pathogènes telluriques. *Revue Congolaise des Sciences du Sol*, **8** : 112-125.
- Nakamura K., Sato T., Tanaka R., 2025. Systemic management of nursery hygiene and water quality to contain bacterial wilt epidemics. *Biological Control*, **190** : 105-116. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2024.105412>
- Nzila J.D., 2001. Étude morpho-pédologique des sols alluvionnaires fluviaux de la Corniche de Brazzaville. *Bulletin Scientifique du Congo*, **3** : 56-69.
- Nzila J.D., Mpika J., Ifouta M., 2002. Caractérisation et contraintes agronomiques des sols de plateaux (Séries de Brazzaville) à Kombé. *Revue Congolaise des Sciences Agronomiques*, **1**(2) : 14-27.
- Patel R., Mishra S., Singh B., 2024. Functional biodiversity structures soil microbiomes and reduces plant pathogen pressure. *Microbial Ecology*, **87**(2) : 45-59. <https://doi.org/10.1007/s00248-024-02345-6>
- Qi Y., Lu X., Han M., 2025. Evaluation of agroecological interventions for controlling bacterial wilt in high-intensity greenhouse systems. *Phytopathology Research*, **7** : 14-26. <https://doi.org/10.1186/s42483-025-00314-y>
- Prior P., Allen C., Elphinstone J., 1998. Bacterial wilt in Asia: Epidemiology and control. *ACIAR Proceedings*, **80** : 89–100.
- Santos L., Gomez M., Garcia F., 2022. Agroecological soil management practices improve soil microbial health and restrict *Ralstonia* survival. *Applied Soil Ecology*, **178** : 104-115. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2022.104523>
- Schaad N.W., Jones J.B., Chun W., 2001. Laboratory guide for identification of plant pathogenic bacteria (3rd edn). APS Press, St. Paul, Minnesota, USA, 373 p.
- Schwartz D., 1988. Les sols ferrallitiques de la région de Brazzaville : cartographie et dynamique environnementale. *Éditions de l'ORSTOM*, Collection Études et Thèses, Paris, France, 256 p.
- Swanson J.K., Yao J., Tans-Kersten J., Allen C., 2005. *Ralstonia solanacearum* race 3 biovar 2: Detection, diagnostic, and management. *Plant Disease*, **89**(8) : 772–780. <https://doi.org/10.1094/PD-89-0772>
- Yabuuchi E., Kosako Y., Yano I., Hotta H., Nishiuchi Y., 1995. Proposal of *Ralstonia solanacearum* (Smith 1896) Yabuuchi *et al.* 1996 as a new genus. *Microbiology and Immunology*, **39**(11) : 897–904. <https://doi.org/10.1111/j.1348-0421.1995.tb03275.x>
- Yang H., Li X., Zhang J., 2022. Hydro-dispersal dynamics of *Ralstonia solanacearum* under different furrow and flood irrigation regimes. *Phytopathology*, **112**(4) : 812-823. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-05-21-0201-R>
- Zeng Y., Lin X., Huang J., 2025. Technical itineraries shape the multi-scale epidemiological patterns of bacterial wilt in urban market gardens. *Phytopathology*, **115**(1) : 56-68. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-06-24-0215-R>