



Université Catholique du Graben

CENTRE DE RECHERCHES
INTERDISCIPLINAIRES DU GRABEN
B.P. 29 BUTEMBO/NORD-KIVU

PARCOURS ET INITIATIVES

Penser les sociétés en crise

Éditorial : Penser les sociétés en crise : résilience, développement et transformations contemporaines----- 5

Prisonniers des rôles : une analyse constructiviste de la permanence de la rivalité entre les États-Unis et l'Iran ----- 9

Actions des leaders d'opinions et des patriotes résistants « wazalendo » à l'épreuve des massacres dans la région de Beni-Lubero ----- 31

Le gel des avoirs de Joseph Kabila : Allumette ou extincteur des dynamiques de la belligérance entre l'AFC-M23 et le régime de Kinshasa ?----- 53

Gouvernance de crise, recomposition socio-économique et résilience en Ville de Goma de janvier 2025 à avril 2026 ----- 69

Décisions d'investissement des petites et moyennes entreprises en contexte des conflits armés : une analyse microéconomique à l'épreuve de la théorie de l'utilité espérée à Goma, République Démocratique du Congo ----- 91

De la vulnérabilité aiguë à la résilience d'urgence d'une institution de microfinance en contexte de conflit armé : Étude de cas de PAIDEK SA 123

Awareness, preventive practices, and socio-demographic determinants of cervical cancer awareness among women in Omu-Aran, Nigeria:----- 151

Caractérisation d'un écosystème artificiel urbain, typologie des polluants et description des conséquences éventuelles sur la santé humaine : ----- 171

Perceived Effects of Environmental Pollution Exposure on Pregnancy Outcomes among Women of Reproductive Age in Ilorin, Kwara State, Nigeria ----- 195

Résidus de pesticides et pratiques phytosanitaires dans les tomates fraîches commercialisées à Butembo (Nord-Kivu, RDC) :----- 221

Activité antibactérienne et antifongique in vitro de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* : revue systématique et méta-analyse des concentrations minimales inhibitrices entre 1990 et 2026 ----- 247

Énergie électrique, politique et développement dans la Région de Beni-Lubero : une approche par l'interconnexion des sources d'énergie----- 273

Prise en charge des impropriétés dans les productions orales des apprenants "baswahili" en classe de français ----- 297

ISSN : 3008-1211
e-ISSN : 3008-122X

Volume 17 - N° 35
Juin 2026

Résidus de pesticides et pratiques phytosanitaires dans les tomates fraîches commercialisées à Butembo (Nord-Kivu, République Démocratique du Congo) : enquête transversale couplée aux analyses GC-MS et LC-MS/MS

Pesticide Residues and Plant Protection Practices in Fresh Tomatoes Sold in Butembo (North Kivu, Democratic Republic of the Congo): A Cross-Sectional Study Combined with GC-MS and LC-MS/MS Analyses

Justin Watumwa Emile^{1*}, Muhindo Muyisa Roland², Charles Kambale Valimunzigha³

Résumé

À Butembo, la tomate occupe une place importante dans l'alimentation et les revenus de producteurs. Sa culture reste dépendante des pesticides, souvent utilisés avec un encadrement technique limité. L'étude visait à rechercher et quantifier certains résidus de pesticides dans les tomates commercialisées à Butembo, à apprécier leur conformité à plusieurs limites maximales de résidus retenues et à contribuer à la prévention des maladies liées à l'ingestion de résidus ainsi qu'à la limitation de la pollution des sols et des eaux. Une étude transversale descriptive et analytique a été menée auprès de 50 producteurs. Douze échantillons composites ont été prélevés sur les marchés de Butembo et analysés au Government Analytical Laboratory de Kampala par GC-MS et LC-MS/MS. Les performances analytiques ont été vérifiées par des essais de récupération sur matrice tomate. L'enquête a montré que 80 % des producteurs ne connaissaient pas le DAR, 94 % ne le respectaient pas, 88 % stockaient les pesticides dans la maison familiale, 70 % abandonnaient les emballages vides dans l'environnement et 30 % seulement portaient des EPI. Les récupérations variaient de 76,9 % à 95,6 %, avec des RSD de 1,0 % à 2,9 %. Le mancozèbe, les cyperméthrines totales et l'ivermectine B1a ont été quantifiés dans tous les échantillons ; le profénofos a été retrouvé dans 8 échantillons sur 12. Le métalaxyl, l'acétamipride et le diméthoate n'ont pas été détectés. Plusieurs échantillons dépassaient certaines LMR. Ces résultats soulignent

¹ Faculté des Sciences pharmaceutiques, Université Catholique du Graben, Butembo, République démocratique du Congo.

² Faculté de Médecine, Université Catholique du Graben, Butembo, République démocratique du Congo.

³ Faculté des Sciences agronomiques, Université Catholique du Graben, Butembo, République démocratique du Congo.

* Auteur correspondant, E-mail : justinwatumwa@gmail.com, Tel : +243976531498

la nécessité de renforcer la formation des producteurs, le contrôle de la distribution des pesticides et la surveillance des résidus.

Mots-clés : tomate fraîche ; résidus de pesticides ; pratiques phytosanitaires ; GC-MS ; LC-MS/MS

Abstract

In Butembo, tomatoes are an important part of the daily diet and a source of income for many growers. Production nevertheless relies heavily on pesticides, often with limited technical guidance. The study aimed to detect and quantify selected pesticide residues in fresh tomatoes marketed in Butembo, assess compliance with several international maximum residue limits, and contribute to preventing diseases related to ingestion of pesticide residues and limiting soil and water pollution caused by poorly managed residues. A descriptive and analytical cross-sectional study was conducted among 50 tomato growers. Twelve composite tomato samples were collected from markets in Butembo and analysed at the Government Analytical Laboratory in Kampala using GC-MS and LC-MS/MS. Analytical performance was assessed through recovery experiments on fortified tomato matrix. The survey showed that 80% of growers were unaware of the pre-harvest interval, 94% did not comply with it, 88% stored pesticides in the family home, 70% discarded empty containers in the environment, and only 30% consistently used personal protective equipment. Recoveries ranged from 76.9% to 95.6%, with RSD values of 1.0-2.9%. Mancozeb, total cypermethrins, and avermectin B1a were quantified in all samples, while profenofos was found in 8 of 12 samples. Metalaxyl, acetamiprid, and dimethoate were not detected. Several samples exceeded selected maximum residue limits. These findings support stronger producer training, tighter oversight of pesticide distribution, and routine monitoring of food and environmental residues.

Keywords: fresh tomato; pesticide residues; phytosanitary practices; GC-MS; LC-MS/MS

1. Introduction

En production maraîchère intensive, les pesticides contribuent à limiter les pertes causées par les ravageurs et les maladies. Leur utilité agronomique ne doit toutefois pas masquer les conséquences d'un usage mal maîtrisé. Des doses inadaptées, des traitements trop rapprochés ou l'absence de délai entre la dernière application et la récolte peuvent laisser des résidus dans les aliments et favoriser la contamination de l'environnement. Ces difficultés sont particulièrement marquées lorsque le marché des produits phytosanitaires est peu contrôlé, que l'encadrement technique reste insuffisant et que les producteurs disposent de peu d'informations sur les doses, la fréquence des traitements et le délai avant récolte (DAR) (Damalas & Koutroubas, 2016 ; Gouda et al., 2018).

La tomate (*Solanum lycopersicum* L.) est largement consommée et représente une source de revenus importante pour de nombreux petits producteurs africains. À Butembo, au Nord-Kivu, sa production contribue directement à l'approvisionnement des marchés urbains. La culture reste cependant sensible aux maladies fongiques, aux insectes et aux acariens, ce qui conduit souvent à des traitements répétés. Comme les fruits peuvent être consommés crus ou après une préparation limitée, la maîtrise des résidus constitue un enjeu direct de protection des consommateurs (Hlihor et al., 2019 ; Carvalho, 2017).

Plusieurs travaux menés en Afrique ont mis en évidence à la fois des pratiques phytosanitaires préoccupantes et la présence de résidus dans les légumes. En Ouganda, des dithiocarbamates ont été retrouvés dans des tomates, et le lavage domestique a permis de réduire l'exposition sans garantir l'élimination complète des résidus (Atuhaire et al., 2017 ; Kaye et al., 2015). Des constats comparables ont été rapportés au Ghana, en Tanzanie, au Burkina Faso, au Rwanda et au Maroc, où les chercheurs ont décrit soit des résidus mesurables dans les légumes, soit des pratiques d'utilisation susceptibles d'accroître l'exposition des producteurs et des consommateurs (Amoah et al., 2006 ; Ngowi et al., 2007 ; Son et al., 2017 ; Ntanuturanyi et al., 2025 ; Ouakhssase & Ait Addi, 2023). En République démocratique du Congo, les données demeurent rares, même si des études conduites dans les systèmes maraîchers ont déjà signalé une connaissance limitée des pesticides et des pratiques de manipulation peu sécurisées (Mushagalusa Balasha et al., 2023).

À Butembo, l'absence de données locales limite la mise en place d'actions adaptées en matière de sécurité des aliments. Une analyse de laboratoire, prise isolément, renseigne sur la présence des résidus mais explique difficilement les pratiques qui ont pu conduire à cette situation. À l'inverse, une enquête auprès des producteurs ne permet pas de savoir si les tomates proposées aux consommateurs contiennent effectivement des résidus mesurables. Pour rapprocher ces deux dimensions, la présente étude a associé une enquête de terrain à des analyses par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC-MS) et chromatographie liquide couplée à la spectrométrie de masse en tandem (LC-MS/MS) réalisées sur des tomates prélevées dans les marchés de la ville.

L'étude poursuivait cinq objectifs : (i) décrire les pratiques d'utilisation des pesticides chez les producteurs qui approvisionnent Butembo ; (ii) rechercher et quantifier certains résidus dans les tomates fraîches commercialisées dans la ville ; (iii) apprécier les performances de la méthode au moyen d'essais de récupération sur matrice tomate ; (iv) confronter les concentrations mesurées à plusieurs limites maximales de résidus (LMR) internationales ; et (v) contribuer à la prévention des maladies liées à l'ingestion de résidus de pesticides et à la limitation de la pollution des sols et des eaux par des résidus mal gérés.

2. Matériels et méthodes

2.1. Conception de l'étude et zone d'étude

Une étude transversale, descriptive et analytique, a été réalisée du 5 janvier au 5 avril 2026 à Butembo, dans la province du Nord-Kivu, en République démocratique du Congo. L'enquête sur les pratiques de production a été conduite dans les zones agricoles qui approvisionnent la ville. Les analyses de résidus ont ensuite été effectuées au Government Analytical Laboratory de Kampala, en Ouganda. Cette démarche combinée visait à mettre en regard les pratiques phytosanitaires déclarées et les résidus mesurés dans les tomates commercialisées. Les principaux marchés concernés sont localisés sur la carte de la zone d'étude (Makasi, MTB, Vitchai et Rughenda). La figure 1 présente la localisation de la zone d'étude et des principaux marchés concernés.

2.2. Enquête auprès des producteurs

L'enquête a porté sur 50 producteurs de tomates interrogés à l'aide d'un questionnaire structuré. Les informations recueillies concernaient le sexe, le niveau d'instruction, la superficie cultivée, l'expérience agricole, les catégories de pesticides utilisées, la fréquence des applications, l'origine des conseils d'utilisation, la connaissance et le respect du DAR, la détermination des doses, le stockage des produits, l'élimination des emballages vides et le port des équipements de protection individuelle (EPI). La participation était volontaire et les réponses ont été anonymisées avant l'analyse.

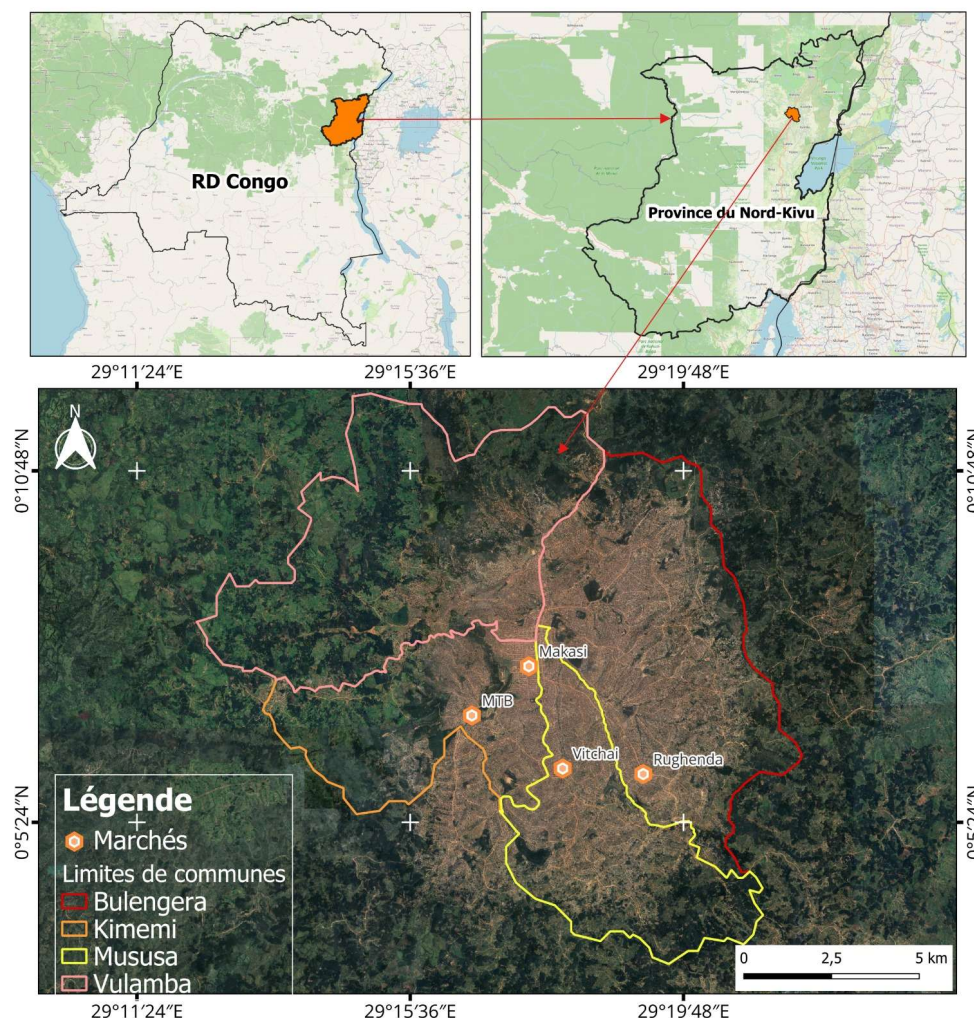


Figure 1. Localisation de la zone d'étude et des principaux marchés de tomates à Butembo.

2.3. Échantillonnage des tomates

Douze échantillons composites de tomates fraîches ont été prélevés parmi les produits commercialisés dans les marchés de Makasi, MTB, Vitchai et Rughenda à Butembo, puis codés de 1 à 12. Chaque échantillon pesait environ 1 kg. Afin de distinguer les tomates produites à Butembo de celles importées d'Ouganda, avant la récolte, les cultivateurs étaient interrogés sur le lieu de production des tomates. Seules les tomates dont les cultivateurs confirmaient qu'elles avaient été cultivées à Butembo étaient directement prélevées pour l'étude ; les tomates provenant de l'Ouganda étaient exclues de l'échantillonnage. Le transport et la manipulation ont été organisés de

manière à limiter autant que possible la dégradation des analytes et les contaminations croisées avant l'extraction et l'analyse chromatographique.

2.4. Analytes ciblés et analyse instrumentale

Les substances recherchées ont été retenues à partir des produits déclarés par les producteurs et de leur intérêt dans la protection phytosanitaire de la tomate. Le panel comprenait le mancozèbe ou les dithiocarbamates, l'alpha-cyperméthrine, la cyperméthrine, l'avermectine B1a, le profénofos, le métalaxyl, l'acétamipride et le diméthoate. La GC-MS a été utilisée pour les composés compatibles avec la chromatographie en phase gazeuse, notamment les cyperméthrines, ainsi que pour le protocole appliqué par le laboratoire aux résidus de mancozèbe ou de dithiocarbamates. La LC-MS/MS a été réservée aux analytes plus polaires ou thermolabiles, dont l'avermectine B1a, le profénofos, le métalaxyl, l'acétamipride et le diméthoate. Les produits commerciaux déclarés et leurs principales caractéristiques sont présentés au tableau 1, tandis que le tableau 2 présente les pesticides ciblés, les techniques analytiques et les paramètres de confirmation.

Le mancozèbe et les cyperméthrines ont été analysés sur un système GC-MS Shimadzu muni d'une colonne capillaire DB-5MS. L'avermectine B1a, le profénofos, le métalaxyl, l'acétamipride et le diméthoate ont été déterminés par LC-MS/MS en mode de suivi de réactions multiples (MRM). Les concentrations calculées à partir des courbes d'étalonnage ont été rapportées à la masse initiale de l'échantillon et exprimées en mg/kg de matière fraîche. Le système GC-MS était de marque Shimadzu et la colonne capillaire DB-5MS était de marque Agilent Technologies. Le fabricant du système LC-MS/MS ainsi que la marque et la pureté des molécules témoins utilisées pour les étalonnages n'étaient pas précisés dans les données expérimentales disponibles.

Tableau 1: Nom commercial des produits utilisés, matière active, classe chimique, toxicité selon l'OMS, mécanisme d'action et temps de rémanence

<i>Nom commercial</i>	<i>Matière(s) active(s)</i>	<i>Classe chimique</i>	<i>Toxicité OMS</i>	<i>Mécanisme d'action</i>	<i>Temps de rémanence</i>
Agro Laxyl MZ 72 WP	Metalaxyl	Fongicide (phénylamide)	Modéré (III)	Inhibition de la synthèse de l'ADN chez les oomycètes	5–15 jours
Dudu Acelamectin	Abamectine, Acétamipride	Insecticide (avermectine, néonicotinoïde)	Modéré (II), Modéré (II)	Paralysie via canaux GABA ; agoniste des récepteurs nicotiniques	7–14 jours ; 3–10 jours
Tafgor 40 EC	Diméthoate	Insecticide (organophosphoré)	Modéré (II)	Inhibition de l'acétylcholinestérase	5–10 jours
Agro Zeb 80 WP	Mancozèbe	Fongicide (dithiocarbamate)	Modéré (III)	Inhibition des enzymes respiratoires fongiques	3–7 jours
Winner 72 WP	Mancozèbe, Metalaxyl	Fongicide (dithiocarbamate, phénylamide)	Modéré (III), Modéré (III)	Inhibition enzymatique et de la synthèse de l'ADN	3–7 jours ; 5–15 jours
Nsanja Cyper Lacer	Cyperméthrine	Insecticide (pyréthrianoïde)	Modéré (II)	Blocage des canaux sodiques	10–30 jours
Victory 72 WP	Mancozèbe, Metalaxyl	Fongicide (dithiocarbamate, phénylamide)	Modéré (III), Modéré (III)	Comme Winner 72 WP	3–7 jours ; 5–15 jours
Ridomil Gold	Metalaxyl, Mancozèbe	Fongicide (phénylamide, dithiocarbamate)	Modéré (III), Modéré (III)	Comme Winner 72 WP	5–15 jours ; 3–7 jours
Roket	Profénofos, Cyperméthrine	Insecticide (organophosphoré, pyréthrianoïde)	Modéré (II), Modéré (II)	Inhibition de l'acétylcholinestérase ; blocage des canaux sodiques	7–14 jours ; 10–30 jours

Tableau 2. Pesticides ciblés, techniques analytiques et paramètres de confirmation.

Analyte ciblé	Classe/usage	Technique	Transitions/ions ou éléments de confirmation	LOQ retenue (mg/kg)
Mancozèbe	Fongicide dithiocarbamate	GC-MS	Ion caractéristique m/z 57; tR 6,4-6,6 min	0,04
Alpha-cyperméthrine / cyperméthrine	Pyréthrinoïdes	GC-MS	Ion de quantification m/z 181; tR 19,6-20,7 min	0,001
Avermectine B1a	Avermectine	LC-MS/MS (MRM)	m/z 890,5 → 305,1; 890,5 → 567,4; tR 7,0-8,0 min	0,005
Profénofos	Organophosphoré	LC-MS/MS (MRM)	m/z 374,9 → 304,9; 374,9 → 347,0; tR 7,9-8,6 min	0,005
Métalaxyl	Phénylamide	LC-MS/MS (MRM)	m/z 280,2 → 220,1; 280,2 → 160,1; tR 3,3-3,9 min	0,005
Acétamipride	Néonicotinoïde	LC-MS/MS (MRM)	m/z 223,1 → 126,0; tR 2,4-2,5 min	0,005
Diméthoate	Organophosphoré	LC-MS/MS (MRM)	m/z 230,0 → 198,8; 230,0 → 125,0; tR 2,4-2,6 min	0,005

Note : tR = temps de rétention ; MRM = suivi de réactions multiples (Multiple Reaction Monitoring) ; LOQ = limite de quantification.

Les transitions/ions ou éléments de confirmation correspondent aux signaux chromatographiques et/ou spectrométriques retenus pour identifier et confirmer chaque analyte. La LOQ (limite de quantification) retenue correspond à la plus faible concentration pouvant être quantifiée avec une précision et une exactitude acceptables dans les conditions de la méthode.

2.5. Extraction et purification

Après broyage, les tomates ont été soigneusement homogénéisées. Une prise d'essai de 10 g a été introduite dans un tube de centrifugation de 50 mL, puis extraite avec 10 mL d'acétonitrile de qualité HPLC. Après agitation, 4 g de sulfate de magnésium anhydre et 1 g de chlorure de sodium ont été ajoutés. Le mélange a de nouveau été agité, puis centrifugé à 4 000 tours par

minute (tr/min) pendant 5 minutes. La phase organique obtenue a été purifiée à l'aide d'un sorbant PSA, conformément à une adaptation de l'approche QuEChERS destinée à l'analyse multirésidus des fruits et légumes.

2.6. Performance de la méthode et assurance qualité

Les performances de la méthode ont été appréciées par des essais de récupération réalisés sur une matrice de tomate enrichie à des concentrations connues. Pour chaque pesticide, cinq répétitions ont permis de calculer les récupérations individuelles, la récupération moyenne et l'écart-type relatif (RSD). Une récupération comprise entre 70 % et 120 %, associée à une répétabilité satisfaisante, a été considérée comme compatible avec une interprétation quantitative. Le dispositif d'assurance qualité comprenait également des blancs, des courbes d'étalonnage et des contrôles de répétabilité. La récupération analytique correspond à la proportion de la quantité connue d'analyte ajoutée à la matrice qui est effectivement retrouvée après l'ensemble du processus analytique. La répétabilité correspond à la proximité des résultats obtenus lors de répétitions effectuées dans les mêmes conditions analytiques.

2.7. Analyse statistique et interprétation réglementaire

Les données de l'enquête ont été décrites par des effectifs, des fréquences et des pourcentages. Les associations entre variables catégorielles ont été examinées à l'aide du test du khi carré ou du test exact de Fisher, selon les effectifs attendus. La répétabilité des mesures chromatographiques a été explorée au moyen de statistiques descriptives. Les concentrations ont ensuite été comparées à certaines LMR du Codex Alimentarius, de l'Union européenne et des États-Unis. Cette comparaison a été considérée comme un criblage réglementaire ; elle ne constitue pas, à elle seule, une évaluation complète de l'exposition alimentaire ou du risque sanitaire.

3. Résultats

3.1. Profil et pratiques phytosanitaires des producteurs

Parmi les 50 producteurs interrogés, 78 % étaient des hommes. Près des deux tiers n'avaient suivi aucune scolarité formelle (62 %), tandis que 30 % avaient atteint le niveau primaire. La majorité (86 %) exploitait une superficie comprise entre 500 et 5 000 m². Concernant l'expérience, 40 %

cultivaient la tomate depuis 4 à 10 ans et 28 % depuis plus de 10 ans. Le recours simultané à des insecticides, des fongicides et des acaricides constituait la pratique la plus fréquemment déclarée, avec 74 % des répondants.

Les difficultés les plus marquées concernaient le délai avant récolte et la manipulation sécurisée des produits. Huit producteurs sur dix ne connaissaient pas le DAR et 94 % déclaraient ne pas le respecter. Les traitements se poursuivaient par ailleurs pendant la période de récolte. Le stockage des pesticides dans l'habitation familiale et l'abandon des emballages vides dans l'environnement étaient également courants. Ensemble, ces pratiques créent des conditions favorables à l'exposition professionnelle, domestique et alimentaire. Les principales pratiques phytosanitaires déclarées sont synthétisées au tableau 3 et illustrées à la figure 2.

Tableau 3. Principales pratiques phytosanitaires déclarées par les producteurs de tomates à Butembo (n = 50).

Indicateur de pratique	n/N	%
Ignore le délai avant récolte (DAR)	40/50	80
Ne respecte pas le DAR	47/50	94
Applique des pesticides pendant la période de récolte	50/50	100
Utilise des mélanges insecticide-fongicide-acaricide	37/50	74
Utilise les pesticides sur conseil d'autres agriculteurs	29/50	58
Stocke les pesticides dans la maison familiale	44/50	88
Jette les emballages vides dans l'environnement	35/50	70
Utilise toujours les équipements de protection individuelle	15/50	30

DAR = délai avant récolte ; EPI = équipements de protection individuelle.

Ces données montrent que les pratiques les plus fréquentes étaient le traitement pendant la récolte, la non-connaissance et le non-respect du DAR, le stockage domestique des pesticides et la faible utilisation systématique des EPI.

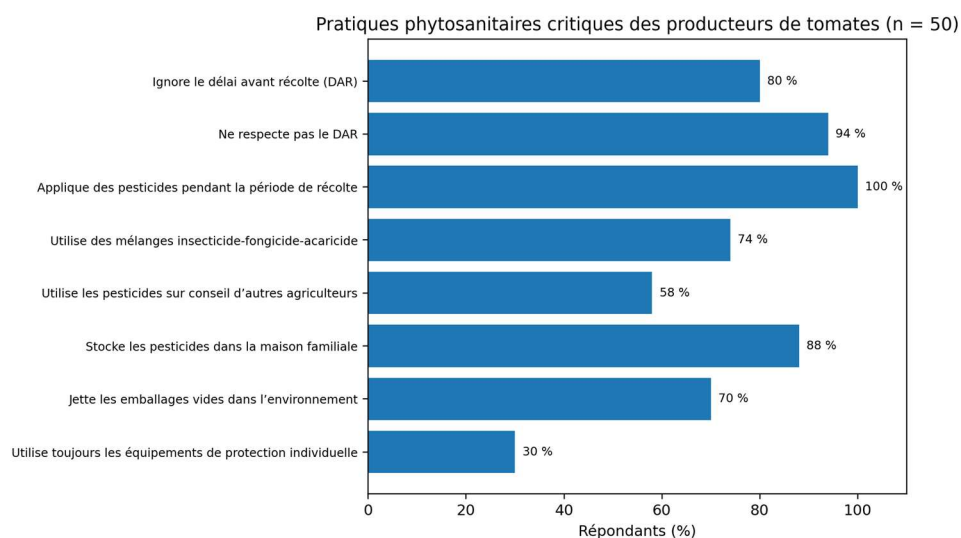


Figure 2. Pratiques phytosanitaires critiques rapportées par les producteurs de tomates enquêtés à Butembo.

3.1.1. Profil général des producteurs enquêtés :

Les 50 producteurs inclus provenaient de dix zones agricoles. Leur répartition géographique et leurs principales caractéristiques socio-agricoles sont présentées dans les tableaux 3 à 7. Les tableaux 4 à 8 présentent respectivement la répartition des producteurs selon la zone agricole, le sexe, le niveau d'instruction, la taille de l'exploitation et la durée d'expérience.

Tableau 4. Répartition des producteurs enquêtés selon la zone agricole (n = 50).

Zone agricole	Effectif (n)	Pourcentage (%)
Kiragho	4	8
Kitaviro Musingiri	2	4
Kivugha	10	20
Kyondo	10	20
Lutembe	2	4
Muhangi	3	6
Munoli	7	14
Musundi	2	4
Vusuki	6	12
Vusuki Mabambi	4	8
Total	50	100

Les producteurs provenaient de dix zones agricoles, avec une représentation plus importante de Kivugha et Kyondo.

Tableau 5. Répartition des producteurs enquêtés selon le sexe (n = 50).

Sexe	Effectif (n)	Pourcentage (%)
Homme	39	78
Femme	11	22
Total	50	100

La population enquêtée était majoritairement masculine (78 %).

Tableau 6. Répartition des producteurs enquêtés selon le niveau d'instruction (n = 50).

Niveau d'instruction	Effectif (n)	Pourcentage (%)
Aucun	31	62
Primaire	15	30
Secondaire	4	8
Supérieur	0	0
Total	50	100

Le niveau d'instruction était faible dans l'ensemble de la population enquêtée, avec 62 % sans scolarité formelle et 30 % ayant atteint le primaire.

Tableau 7. Répartition des producteurs selon la taille de l'exploitation agricole (n = 50).

Taille de l'exploitation	Effectif (n)	Pourcentage (%)
< 500 m ²	3	6
[500-5000 m ²]	43	86
> 5000 m ²	1	2
Non précisé	3	6
Total	50	100

La majorité des producteurs (86 %) exploitait une superficie comprise entre 500 et 5 000 m².

Tableau 8. Durée d'expérience des producteurs dans la culture de la tomate (n = 50).

Durée d'expérience	Effectif (n)	Pourcentage (%)
Moins de 1 an	2	4
1 – 3 ans	14	28
4 – 10 ans	20	40
Plus de 10 ans	14	28
Total	50	100

L'expérience de 4 à 10 ans était la catégorie la plus représentée (40 %), suivie de plus de 10 ans (28 %) et de 1 à 3 ans (28 %).

3.1.2. Pratiques phytosanitaires déclarées

Les réponses recueillies montrent que les pesticides étaient appliqués de façon régulière, y compris durant la maturation et la récolte des fruits. Elles mettent aussi en évidence une connaissance limitée du DAR et plusieurs pratiques de gestion susceptibles d'exposer les producteurs, leur entourage, les consommateurs et l'environnement. La fréquence d'application, la connaissance et le respect du DAR sont détaillés au tableau 9.

Tableau 9. Fréquence d'application des pesticides, connaissance et respect du délai avant récolte.

Paramètre	Modalité	Effectif (n)	Pourcentage (%)
Fréquence des traitements en saison sèche	1 fois par semaine	50	100
Fréquence des traitements en saison pluvieuse	2 fois par semaine	50	100
Traitement pendant la maturité des fruits	1 fois par semaine	33	66
Traitement pendant la maturité des fruits	2 fois par semaine	17	34
Rythme de récolte	2 récoltes/semaine	50	100
Connaissance du délai avant récolte (DAR)	Oui	10	20
Connaissance du délai avant récolte (DAR)	Non	40	80
Respect du DAR	Oui	0	0
Respect du DAR	Non	47	94
Respect du DAR	Parfois	3	6

Les traitements étaient systématiques chaque semaine en saison sèche et deux fois par semaine en saison pluvieuse ; le DAR était peu connu et rarement respecté. Le tableau 10 présente la détermination des doses, le stockage, la gestion des emballages et l'utilisation des EPI.

Tableau 10. Détermination des doses, stockage, gestion des emballages et utilisation des EPI.

Paramètre	Modalité	Effectif (n)	Pourcentage (%)
Mode de détermination des doses	Conseil d'un technicien	16	32
Mode de détermination des doses	Expérience/habitude	32	64
Mode de détermination des doses	Essai/erreur	2	4
Niveau des doses appliquées	Dose équivalente à la recommandation	44	88
Niveau des doses appliquées	Dose supérieure à la recommandation	6	12
Stockage des pesticides	Dans la maison familiale	44	88
Gestion des emballages vides	Jetés dans la nature	35	70
Utilisation des EPI	Toujours	15	30
Utilisation des EPI	Parfois	22	44
Utilisation des EPI	Jamais	13	26

La détermination des doses reposait principalement sur l'expérience ou l'habitude (64 %), tandis que 88 % déclaraient appliquer une dose équivalente à la recommandation ; l'usage systématique des EPI ne concernait que 30 % des producteurs. Les catégories de pesticides utilisées sont présentées au tableau 11.

Tableau 11. Catégories de pesticides utilisées par les producteurs.

Type de pesticides	Effectif (n)	Pourcentage (%)
Insecticides	1	2
Fongicides	3	6
Herbicides	0	0
Acaricides + fongicide	1	2
Insecticide + acaricide	1	2
Insecticide + fongicide	7	14
Insecticide + fongicide + acaricide	37	74
Autres	0	0
Total	50	100

L'association insecticide-fongicide-acaricide était la catégorie la plus fréquemment déclarée (74 %).

3.1.3. Analyses croisées des pratiques phytosanitaires

Les analyses croisées ont permis d'examiner les relations entre le niveau d'instruction, la connaissance et le respect du DAR, la formation reçue, l'utilisation des EPI et la manière dont les doses étaient déterminées. Les résultats des analyses croisées sont présentés dans les tableaux 12 à 16.

Tableau 12. Niveau d'instruction et connaissance du délai avant récolte.

Niveau d'instruction	Connaît le DAR (Oui)	Ne connaît pas (Non)	Total
Aucun	3	28	31
Primaire	4	11	15
Secondaire	3	1	4
Total	10	40	50
Test utilisé : d'indépendance Chi-carré	ddl = 2	Valeur calculée : $\chi^2 = 8,52$	Valeur critique : 5,99

La connaissance du DAR augmentait avec le niveau d'instruction : elle concernait 3/31 producteurs sans scolarité, 4/15 au primaire et 3/4 au secondaire ; l'association était statistiquement significative ($\chi^2 = 8,52$; $p \approx 0,014$).

Tableau 13. Connaissance du DAR et respect du DAR.

Connaissance DAR	Respecte	Ne respecte pas	Parfois	Total
Oui	0	8	2	10
Non	0	39	1	40
Total	0	47	3	50
Test utilisé : Test exact de Fisher	Valeur de $p \approx$ 0,37			

Le respect du DAR restait faible quel que soit le niveau de connaissance déclaré ; aucun producteur ne déclarait le respecter systématiquement et l'association n'était pas statistiquement significative ($p \approx 0,37$).

Tableau 14. Formation reçue et respect du DAR.

Formation	Respecte	Ne respecte pas	Parfois	Total
Oui	0	1	1	2
Non	0	46	2	48
Total	0	47	3	50
Test utilisé : Test exact de Fisher	Valeur de $p \approx$ 0,42			

Le respect du DAR restait également faible chez les producteurs déclarant avoir reçu une formation comme chez ceux n'en ayant pas reçu ; l'association n'était pas statistiquement significative ($p \approx 0,42$).

Tableau 15. Niveau d'instruction et utilisation des EPI.

Niveau d'instruction	Toujours	Parfois	Jamais	Total
Aucun	7	12	12	31
Primaire	6	8	1	15
Secondaire	2	2	0	4
Total	15	22	13	50
Test utilisé : Chi-carré d'indépendance	Degrés de liberté : ddl = 4	Valeur calculée : $\chi^2 \approx 6,73$	Valeur critique : 9,49	Valeur de $p \approx 0,15$

L'utilisation systématique des EPI était plus fréquente chez les producteurs ayant atteint le primaire ou le secondaire que chez ceux sans scolarité, mais l'association n'était pas statistiquement significative ($\chi^2 \approx 6,73$; $p \approx 0,15$).

Tableau 16. Mode de détermination des doses et niveau des doses appliquées.

Méthode	Dose correcte	Dose supérieure	Total
Technicien	14	2	16
Expérience	29	3	32
Essai/erreur	1	1	2
Total	44	6	50
Test utilisé : Chi-carré d'indépendance	Degrés de liberté : ddl = 2	Valeur calculée : $\chi^2 \approx 1,58$ Valeur critique : 5,99	

La dose considérée comme correcte était majoritaire quelle que soit la méthode de détermination, avec 14/16 après conseil d'un technicien, 29/32 selon l'expérience et 1/2 par essai/erreur.

Le niveau d'instruction était significativement associé à la connaissance du DAR ($\chi^2 = 8,52$; $p \approx 0,014$). En revanche, aucune association statistiquement significative n'a été observée entre la connaissance du DAR et son respect, ni entre la formation reçue et le respect du DAR, au seuil de 5%.

3.2. Récupération analytique et répétabilité

Pour l'ensemble des analytes, les récupérations se situaient dans l'intervalle d'acceptation de 70 % à 120 %. Les moyennes variaient de 76,9% pour le diméthoate à 95,6 % pour le métalaxyl. Les faibles valeurs de RSD, comprises entre 1,0 % et 2,9 %, témoignent d'une bonne répétabilité de

l'extraction et de la mesure dans la matrice tomate. Les performances de la méthode sont détaillées au tableau 17.

Tableau 17. Performances de la méthode évaluées par des essais de récupération sur matrice tomate enrichie.

Analyte	Niveau d'enrichissement (mg/kg)	Récupération moyenne (%)	RSD (%)
Mancozèbe	0,50	82,4	2,9
Cyperméthrines totales	0,05	88,7	2,2
Avermectine B1a	0,05	79,8	2,4
Profénofos	0,05	91,3	1,9
Métalaxyl	0,05	95,6	1,0
Acétamipride	0,05	93,1	1,3
Diméthoate	0,05	76,9	2,8

Les récupérations moyennes étaient comprises entre 76,9 % et 95,6 %, tandis que les RSD restaient faibles (1,0 % à 2,9 %), indiquant une répétabilité satisfaisante dans les conditions de l'essai.

3.3. Occurrence et concentrations des résidus de pesticides

Le mancozèbe, les cyperméthrines totales et l'avermectine B1a ont été quantifiés dans les douze échantillons. Le profénofos a été retrouvé dans huit échantillons, alors que le métalaxyl, l'acétamipride et le diméthoate n'ont pas été détectés dans les conditions de l'analyse. Le mancozèbe présentait une fréquence de détection de 100 % et des concentrations relativement regroupées. À l'inverse, le profénofos se distinguait par une forte dispersion des valeurs, avec un maximum de 12,3180 mg/kg dans un échantillon.

Tableau 18. Occurrence et statistiques descriptives des résidus de pesticides quantifiés dans les tomates.

Pesticide	n positif s	Fréquence (%)	Moyenne	Écart-type (ET)	Médiane	Minimum	Maximum	CV (%)
Mancozèbe	12	100,0	3,5626	0,7157	3,4151	2,7896	5,4770	20,09
Alpha-cyperméthrine	12	100,0	0,0819	0,1712	0,0120	0,0037	0,6005	209,00
Cyperméthrine	12	100,0	0,0330	0,0499	0,0100	0,0026	0,1627	151,09
Cyperméthrine s totales	12	100,0	0,1149	0,1869	0,0426	0,0078	0,6295	162,64
Avermectine B1a	12	100,0	0,0697	0,0079	0,0703	0,0575	0,0816	11,27
Profénofos	8	66,7	2,7664	4,2340	0,9891	0,0004	12,3180	153,05

Le mancozèbe, les cyperméthrines et l'avermectine B1a étaient présents dans tous les échantillons, tandis que le profénofos était détecté dans 66,7 % des échantillons et présentait la plus forte variabilité. L'occurrence et les statistiques descriptives des résidus quantifiés sont présentées au tableau 18.

Les concentrations sont exprimées en mg/kg de matière fraîche. ET = écart-type ; CV = coefficient de variation. Pour le profénofos, les statistiques ont été calculées uniquement à partir des échantillons positifs ; les résultats non détectés (ND) n'ont pas été inclus.

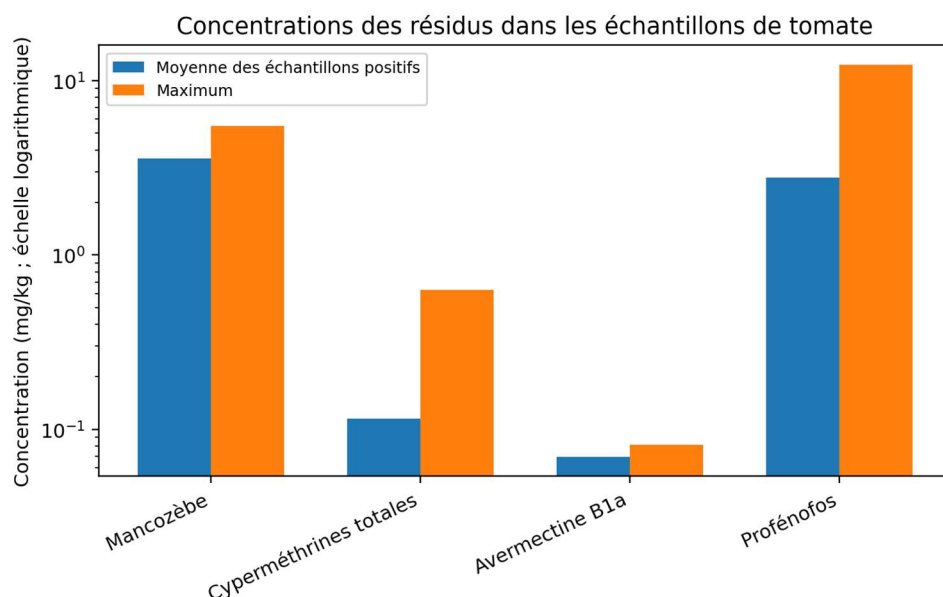


Figure 3. Concentrations moyennes et maximales des principaux résidus quantifiés dans les échantillons de tomates.

3.4. Comparaison avec certaines limites maximales de résidus

Le nombre de dépassements variait selon la substance et la référence réglementaire retenue. Pour le mancozèbe ou les dithiocarbamates, les concentrations dépassaient les valeurs sélectionnées du Codex et des États-Unis dans les douze échantillons ; dix échantillons dépassaient également la valeur retenue pour l'Union européenne. Les cyperméthrines totales excédaient les valeurs du Codex et des États-Unis dans deux échantillons, et celle de l'Union européenne dans un échantillon. L'avermectine B1a dépassait la valeur sélectionnée du Codex dans tous les échantillons, demeurait inférieure à la valeur européenne retenue et dépassait la valeur américaine dans sept échantillons. Pour le profénofos, un dépassement était observé par rapport à la valeur du Codex et six par rapport à la valeur sélectionnée de l'Union européenne. La comparaison de criblage avec certaines LMR est présentée au tableau 19 et les concentrations principales sont illustrées à la figure 3.

Tableau 19. Comparaison de criblage des concentrations mesurées avec certaines LMR. .

Pesticide définition résidu	/ du	LMR Codex	LMR UE	LMR États- Unis	Dépassements Codex	Dépassements UE	Dépassements États-Unis
Mancozèbe / dithiocarbamates exprimés en CS ₂		2,0	3,0	2,5	12/12	10/12	12/12
Cyperméthrines totales		0,2	0,5	0,2	2/12	1/12	2/12
Avermectine B1a		0,05	0,09	0,07	12/12	0/12	7/12
Profénofos		10,0	0,01*	n.i.	1/12	6/12	Non interprété
Métalaxyl		0,3	0,3	1,0	0/12	0/12	0/12
Acétamipride		1,0	0,06	0,2	0/12	0/12	0/12
Diméthoate		0,01	0,01	2,0	0/12	0/12	0/12

Les dépassements variaient selon le pesticide et la référence réglementaire utilisée ; les résultats les plus fréquents concernaient le mancozèbe / dithiocarbamates et l'avermectine B1a.

Les LMR et les concentrations sont exprimées en mg/kg. Les valeurs de référence réglementaires sont celles du Codex Alimentarius, de l'Union européenne et des États-Unis présentées au tableau 19 ; l'OMS est citée ici pour sa classification des dangers des pesticides.

3.5. Charge résiduelle totale par échantillon

La somme des résidus quantifiés par échantillon variait de 2,866 à 16,827 mg/kg. La charge résiduelle totale moyenne était de $5,706 \pm 3,894$ mg/kg, avec une médiane de 4,128 mg/kg. La charge la plus élevée était observée dans un échantillon, essentiellement sous l'effet du profénofos et des cyperméthrines totales. Les autres charges importantes étaient dominées par l'association du profénofos et du mancozèbe. Cette dispersion suggère que les pratiques de traitement différaient selon les producteurs, les zones d'origine ou les lots commercialisés.

4. Discussion

4.1. Concordance entre les pratiques déclarées et les résidus mesurés

Les données de terrain et les résultats analytiques vont dans le même sens. Une grande partie des producteurs ne connaissait pas le DAR et presque tous reconnaissaient ne pas le respecter. Le maintien des traitements pendant la période de récolte offre ainsi une explication plausible à la présence de résidus dans les tomates mises en vente, sans toutefois permettre d'établir un lien causal individuel entre une pratique déclarée et un échantillon donné. Cette situation concerne particulièrement les fongicides de contact, comme le mancozèbe ou les dithiocarbamates, ainsi que les insecticides appliqués peu avant la cueillette. Des relations comparables entre pratiques peu sécurisées et résidus dans les légumes ont été décrites dans plusieurs systèmes maraîchers africains (Ntow et al., 2006 ; Ngowi et al., 2007 ; Son et al., 2017 ; Mushagalusa Balasha et al., 2023). Les analyses croisées montrent toutefois que le niveau d'instruction était significativement associé à la connaissance du DAR ($\chi^2 = 8,52$; $p \approx 0,014$). La connaissance du DAR concernait 3 producteurs sur 31 sans scolarité, 4 sur 15 au primaire et 3 sur 4 au secondaire. En revanche, l'utilisation systématique des EPI ne différait pas de manière statistiquement significative selon le niveau d'instruction ($\chi^2 \approx 6,73$; $p \approx 0,15$), même si elle était déclarée plus souvent chez les producteurs ayant atteint le primaire ou le secondaire.

4.2. Résidus de mancozèbe et de dithiocarbamates

Le mancozèbe a été retrouvé dans les douze échantillons et constituait le résidu le plus important en fréquence comme en concentration. Cette présence généralisée est compatible avec l'usage répété de fongicides dans une culture particulièrement exposée aux maladies, notamment lorsque les conditions sont humides. Elle peut aussi traduire un intervalle trop court entre le dernier traitement et la récolte. Des résidus de mancozèbe ou de dithiocarbamates ont également été signalés dans des tomates produites en Ouganda (Kaye et al., 2015 ; Atuhairé et al., 2017). L'interprétation réglementaire doit néanmoins tenir compte de la définition du résidu et de la manière dont le laboratoire exprime le résultat, en particulier lorsque les dithiocarbamates sont rapportés en équivalents CS₂. Des résultats comparables ont été rapportés en Ouganda, où des résidus de dithiocarbamates ont été mesurés dans des tomates, ainsi que dans d'autres

contextes maraîchers africains où l'usage répété des pesticides est associé à la présence de résidus dans les légumes (Kaye et al., 2015 ; Atuhaire et al., 2017 ; Ngabirano & Birungi, 2022).

4.3. Résidus d'insecticides et variabilité entre les échantillons

Les cyperméthrines totales étaient présentes dans tous les échantillons, mais avec des concentrations très dispersées. Le maximum a été mesuré dans l'échantillon 4, qui présentait aussi la charge résiduelle totale la plus élevée. L'avermectine B1a a également été retrouvée dans les douze échantillons, avec des valeurs plus homogènes. Le profénofos, absent de quatre échantillons, atteignait en revanche une concentration particulièrement élevée dans un autre. Une telle hétérogénéité peut s'expliquer par des différences de produits disponibles, de calendriers de traitement, de doses, de mélanges ou de proximité entre l'application et la récolte. Des travaux réalisés au Rwanda ont également retrouvé de la cyperméthrine, du métalaxyl, du profénofos et d'autres pesticides dans des tomates, confirmant la présence de ces substances dans différents systèmes maraîchers de la région (Ntamuturanyi et al., 2025).

4.4. Implications pour la sécurité des aliments

La présence simultanée de plusieurs résidus dans un légume frais consommé régulièrement constitue un signal important pour la sécurité des aliments. Un dépassement de LMR traduit une non-conformité par rapport à la référence utilisée, mais ne suffit pas à lui seul pour conclure à un risque sanitaire quantifié. Une évaluation de l'exposition nécessiterait notamment des données locales de consommation, le poids corporel des consommateurs, des valeurs toxicologiques de référence, les effets du lavage ou de la cuisson et des modèles d'exposition aiguë et chronique. Malgré cette limite, la combinaison d'applications fréquentes, d'un faible respect du DAR et d'une occurrence multirésidus justifie la mise en œuvre de mesures préventives.

4.5. Implications professionnelles et environnementales

Les risques observés ne se limitent pas aux résidus présents dans les aliments. Le stockage des pesticides dans les habitations peut exposer accidentellement les enfants et les autres membres du ménage, notamment par contact direct ou inhalation. L'abandon des emballages dans la nature favorise la contamination des sols et des eaux et peut affecter le bétail, les organismes aquatiques et d'autres espèces non ciblées. Enfin, le port

irrégulier des EPI accroît l'exposition professionnelle des producteurs. Ces constats plaident pour une gestion globale des pesticides, associant formation, stockage sécurisé, collecte des emballages et surveillance des résidus.

5. Conclusion

Les analyses réalisées sur les tomates fraîches commercialisées à Butembo ont mis en évidence une occurrence multirésidus. Le mancozèbe, les cyperméthrines totales et l'ivermectine B1a ont été quantifiés dans tous les échantillons, tandis que le profénofos a été retrouvé dans huit échantillons sur douze, avec un maximum particulièrement élevé. Ce profil concorde avec les pratiques rapportées par les producteurs : faible connaissance et respect insuffisant du DAR, traitements poursuivis pendant la récolte, stockage des pesticides dans les habitations et utilisation irrégulière des EPI. Les essais de récupération ont montré des performances analytiques acceptables, ce qui soutient l'interprétation des concentrations mesurées. Ces résultats soulignent la nécessité de former les producteurs, de mieux encadrer la distribution et l'usage des pesticides et d'instaurer une surveillance régulière des résidus dans les tomates et les autres légumes commercialisés à Butembo.

Cette étude présente toutefois certaines limites, notamment le nombre limité d'échantillons de tomates analysés, le caractère ciblé du panel de pesticides recherchés et l'absence d'une évaluation quantitative de l'exposition alimentaire et du risque sanitaire. Les résultats doivent donc être interprétés comme un état des lieux local et un criblage réglementaire, et non comme une estimation complète du risque pour la population.

Déclarations

Financement

Cette étude n'a bénéficié d'aucun financement externe.

Conflits d'intérêts

Les auteurs déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêts.

Disponibilité des données

Les données produites au cours de l'étude peuvent être obtenues auprès de l'auteur correspondant sur demande raisonnable, sous réserve de préserver l'anonymat des participants à l'enquête.

Contributions des auteurs

Justin Watumwa Emile a assuré la conceptualisation de l'étude, l'enquête de terrain, la coordination de l'échantillonnage, l'analyse des données et la rédaction du manuscrit. Muhindo Muyisa Roland et Charles Kambale Valimunzigha ont contribué à la supervision du travail et à la relecture scientifique du manuscrit.

Remerciements

Les auteurs remercient les producteurs de tomates qui ont accepté de participer à l'enquête, ainsi que le Government Analytical Laboratory de Kampala pour la réalisation des analyses chromatographiques.

Références

- Amoah, P., Drechsel, P., Abaidoo, R. C., & Ntow, W. J. (2006). Pesticide and pathogen contamination of vegetables in Ghana's urban markets. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 50(1), 1-6. <https://doi.org/10.1007/s00244-004-0054-8>
- Atuhaire, A., Kaye, E., Mutambuze, I. L., Matthews, G., Friedrich, T., & Jørs, E. (2017). Assessment of dithiocarbamate residues on tomatoes conventionally grown in Uganda and the effect of simple washing to reduce exposure risk to consumers. *Environmental Health Insights*, 11, 1178630217712218. <https://doi.org/10.1177/1178630217712218>
- Bakırcı, G. T., Yaman Acay, D. B., Bakırcı, F., & Ötleş, S. (2014). Pesticide residues in fruits and vegetables from the Aegean region, Turkey. *Food Chemistry*, 160, 379-392. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.02.051>
- Bhandari, G., Zomer, P., Atreya, K., Mol, H. G. J., Yang, X., & Geissen, V. (2019). Pesticide residues in Nepalese vegetables and potential health risks. *Environmental Research*, 172, 511-521. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.03.002>
- Carvalho, F. P. (2017). Pesticides, environment, and food safety. *Food and Energy Security*, 6(2), 48-60. <https://doi.org/10.1002/fes3.108>
- Damalas, C. A., & Koutroubas, S. D. (2016). Farmers' exposure to pesticides: Toxicity types and ways of prevention. *Toxics*, 4(1), 1. <https://doi.org/10.3390/toxics4010001>

- Gouda, A.-I., Toko, I. I., Salami, S.-D., Richert, M., Scippo, M.-L., Kestemont, P., & Schiffers, B. (2018). Pratiques phytosanitaires et niveau d'exposition aux pesticides des producteurs de coton du nord du Bénin. *Cahiers Agricultures*, 27(6), 65002. <https://doi.org/10.1051/cagri/2018038>
- Hlihor, R.-M., Pogăcean, M. O., Rosca, M., Cozma, P., & Gavrilescu, M. (2019). Modelling the behavior of pesticide residues in tomatoes and their associated long-term exposure risks. *Journal of Environmental Management*, 233, 523-529. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.11.045>
- Jin, M.-K., Zhang, Q., Yang, Y.-T., Zhao, C.-X., Li, J., Li, H., Qian, H., Zhu, D., & Zhu, Y.-G. (2023). Exposure to cypermethrin pesticide disturbs the microbiome and disseminates antibiotic resistance genes in soil and the gut of *Enchytraeus crypticus*. *Journal of Hazardous Materials*, 449, 131026. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2023.131026>
- Kaye, E., Nyombi, A., Mutambuze, I. L., & Muwesa, R. (2015). Mancozeb residue on tomatoes in Central Uganda. *Journal of Health & Pollution*, 5(8), 1-6. <https://doi.org/10.5696/i2156-9614-5-8.1>
- Mushagalusa Balasha, A., Aganze Mulume, D., Weremubi Mwishu, S., Nkulu Mwine Fyama, J., & Tshomba Kalumbu, J. (2023). Utilisation des pesticides en cultures maraîchères sur l'île d'Idjwi à l'est de la République démocratique du Congo: Connaissances et pratiques des agriculteurs. *Cahiers Agricultures*, 32, 5. <https://doi.org/10.1051/cagri/2022033>
- Nazish-Ali, S., Rafique, N., Taj, T., Ullah, S., & Mehboob, F. (2025). Analysis of pesticide residues in tomatoes from the tomato field and markets of KPK, Pakistan and their potential risk to human health. *Toxicology Reports*, 14, 102059. <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2025.102059>
- Ngabirano, H., & Birungi, G. (2022). Pesticide residues in vegetables produced in rural south-western Uganda. *Food Chemistry*, 370, 130972. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130972>
- Ngowi, A. V. F., Mbise, T. J., Ijani, A. S. M., London, L., & Ajayi, O. C. (2007). Smallholder vegetable farmers in Northern Tanzania: Pesticides use practices, perceptions, cost and health effects. *Crop Protection*, 26(11), 1617-1624. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2007.01.008>

- Ntamuturanyi, J. B., Nkurunziza, E., Rutikanga, A., Muhizi, T., & Umereweneza, D. (2025). Pesticide residues in tomato, eggplant, and cabbage grown in the Western Province of Rwanda. *Journal of Food Quality and Hazards Control*. <https://doi.org/10.18502/jfqhc.12.2.18865>
- Ntow, W. J., Gijzen, H. J., Kelderman, P., & Drechsel, P. (2006). Farmer perceptions and pesticide use practices in vegetable production in Ghana. *Pest Management Science*, 62(4), 356-365. <https://doi.org/10.1002/ps.1178>
- Ouakhssase, A., & Ait Addi, E. (2023). Monitoring 432 potential pesticides in tomatoes produced and commercialized in Souss Massa region-Morocco, using LC-MS/MS and GC-MS/MS. *Environmental Pollution*, 337, 122611. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2023.122611>
- Sahyoun, W. (2022). Analyse de pesticides dans les fruits et légumes: Développement analytique et application de méthode QuEChERS, d-SPE et GC-MS/MS [Doctoral thesis, Université de Lille]. <https://theses.hal.science/tel-04383994>
- Son, D., Somda, I., Legreve, A., & Schiffers, B. (2017). Pratiques phytosanitaires des producteurs de tomates du Burkina Faso et risques pour la santé et l'environnement. *Cahiers Agricultures*, 26(2), 25005. <https://doi.org/10.1051/cagri/2017010>
- World Health Organization. (2020). The WHO recommended classification of pesticides by hazard and guidelines to classification, 2019 edition. Geneva: World Health Organization.
- Yu, R., Liu, Q., Liu, J., Wang, Q., & Wang, Y. (2016). Concentrations of organophosphorus pesticides in fresh vegetables and related human health risk assessment in Changchun, Northeast China. *Food Control*, 60, 353-360. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.08.0>

Brève présentation du CRIG

Le Centre des Recherches Interdisciplinaires du Graben (CRIG), créé par la Décision rectorale n° UCG/RECT/022/98 du 15 juillet 1998, est l'institution qui gère les recherches à l'Université Catholique du Graben. Il regroupe les Professeurs, Chefs de Travaux et Assistants autour de plusieurs cellules de recherche dont la Santé animale et végétale, l'environnement, les sciences juridiques et politiques, les sciences économiques, sociales, anthropologiques et de développement, les Sciences appliquées et Technologie, l'assainissement et santé publique.

Le CRIG publie une revue scientifique dénommée « *Parcours et Initiatives* » reconnue par le Conseil d'Administration des Universités du Congo à travers la correspondance CAU/SP/NS.NL/MJ/162/2005 du 28 novembre 2005 et l'Arrêté ministériel n° 555/MINESU/CAB.MIN/MNB/RMM/2023 du 24/10/2023 portant reconnaissance d'un centre de recherche dénommé « Centre de Recherches Interdisciplinaires du Graben » et de ses revues scientifiques « Les Revues du Graben » de l'Université Catholique du Graben. D'autres travaux de recherche peuvent être également publiés au CRIG sous forme de : *Parcours et Initiatives*, Textes de conférences ou colloques ; *Notes de recherche et Documents* : cette collection publie les résultats des recherches particulières réalisées individuellement ou collectivement jugées scientifiques par le Comité scientifique. Elle concerne aussi la publication des travaux scientifiques sous forme *d'ouvrages*. D'autres revues du Graben seront bientôt disponibles.

Dans le souci de faciliter les publications du CRIG, les manuscrits sont reçus toute l'année via les adresses crigucg@gmail.com, crig@ucgraben.ac.cd. Les instructions aux auteurs et le canevas des articles sont disponibles sur le site www.crigpug-ucg.org. Pour plus d'amples informations, prière consulter ce site.

Les articles de la revue sont consultables en ligne sur <https://www.crigpug-ucg.org/index.php/pirig>, <https://www.ajol.info/index.php/pirig> (Revue indexée chez AJOL)