



RESEARCH ARTICLE

PRATIQUES PHYTOSANITAIRES ET CONTAMINATION DES LÉGUMES ET EAUX D'IRRIGATION PAR LES PESTICIDES DANS LES ZONES MARAÎCHÈRES DES RÉGIONS DES HAUTS-BASSINS ET DU CENTRE-SUD DU BURKINA FASO

Kouka Hilaire Kaboré^{1*}, Maximin Tougma², Nombamba Ouéda¹, Wendnényidé Mathieu Sawadogo¹, Amadou Diallo², Békouanan Nabié², Moussa Sondo³, Benjamin Lankoandé¹ and Abalo Itolou Kassankogno³

¹Université Yembila Abdoulaye TOGUYENI (UYAT), Institut Supérieur du Développement Durable (ISDD), BP 54 Fada N'Gourma, Burkina Faso; ²Direction Générale des Productions Végétales (DGPV), Direction de la Protection des Végétaux et du Conditionnement (DPVC), 03 BP 7026 Ouagadougou 03, Burkina Faso; ³Centre National de Recherche Scientifique et Technologique (CNRST), Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), 01 BP 910 Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso

ARTICLE INFO

Article History:

Received 19th September, 2025

Received in revised form

15th October, 2025

Accepted 31st November, 2025

Published online 30th December, 2025

Keywords:

Phytosanitaire, Pesticides, Production maraîchère, Insecticides, Herbicides.

*Corresponding author:
Kouka Hilaire Kaboré

ABSTRACT

Au Burkina Faso, la production maraîchère constitue une source essentielle de revenus monétaires et de sécurité alimentaire, mais elle reste confrontée à des défis liés à la gestion des bioagresseurs. L'usage intensif et souvent non maîtrisé des pesticides pose des risques pour la santé humaine et pour l'environnement. Cette étude a pour objectif d'évaluer les pratiques phytosanitaires et la présence de résidus de pesticides dans les légumes. L'étude a été conduite dans les régions des Hauts-Bassins et du Centre-Sud à travers des enquêtes auprès de 210 producteurs, et des prélèvements de 190 échantillons de légumes et 22 échantillons d'eau d'irrigation. Les échantillons ont été analysés par la méthode Qu ECh ERS. Les résultats révèlent que l'utilisation de pesticides homologués reste marginale (3,18 %), et 59,55 % des producteurs déclarent mélanger plusieurs pesticides lors des traitements. La fréquence des applications est élevée, atteignant deux à trois traitements hebdomadaires. Dans la région des Hauts-Bassins, les concentrations des résidus des Organophosphorés et des Pyréthrinoides varient de 2,9 à 160,59 mg/kg. Les résidus de pesticides déterminés dans les légumes sont parfois plus de 100 fois supérieurs à celles autorisées. Ces résultats soulignent la nécessité de renforcer l'encadrement technique et la sensibilisation des maraîchers au Burkina Faso.

Copyright©2025, Kouka Hilaire Kaboré et al. 2025. 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: Kouka Hilaire Kaboré, Maximin Tougma, Nombamba Ouéda, Wendnényidé Mathieu Sawadogo, Amadou Diallo, Békouanan Nabié, Moussa Sondo³, Benjamin Lankoandé and Abalo Itolou Kassankogno. 2025. Pratiques phytosanitaires et contamination des légumes et eaux d'irrigation par les pesticides dans les zones maraîchères des régions des hauts-bassins et du centre-sud du Burkina Faso". *International Journal of Current Research*, 17, (12), 35679-35686.

INTRODUCTION

Le secteur agropastoral occupe une place stratégique dans le développement économique et social du Burkina Faso, où il mobilise près de 74 % de la population active (RGPH, 2019). L'agriculture repose principalement sur les cultures céréaliers (sorgho, maïs, riz, mil), les cultures maraîchères (tomate, oignon, laitue, gombo, aubergine) et les cultures industrielles, avec le coton comme produit principal. Malgré une tendance à l'augmentation de la production céréalière, la population demeure en situation d'insécurité alimentaire (C.H.A., 2023). Dans ce contexte, la production maraîchère joue un rôle central pour renforcer la sécurité alimentaire, améliorer la résilience des ménages ruraux et générer des revenus monétaires (Aragieet al., 2018 ; Soma, 2020). Selon les travaux de Tapsoba (2016), le revenu issu du maraîchage représente plus de 90 % du revenu annuel total des producteurs maraîchers des localités de Bobo-Dioulasso, Ouagadougou et Ouahigouya. Il sert principalement à l'achat de denrées alimentaires, à la scolarisation des enfants, au financement des activités agricoles, au paiement de soins médicaux,

au remboursement de dettes, à la participation à des événements sociaux et enfin à l'épargne. Dans la Vallée du Sourou le revenu maraîcher représente 78 % du revenu total des ménages (Ibrigaet al., 2020). La contribution du maraîchage à la réduction du chômage, à la lutte contre la pauvreté et l'insécurité alimentaire dans les ménages est donc énorme (MAHRH, 2007). De ce fait, il connaît une croissance significative et suscite un intérêt croissant auprès des producteurs (DGESS/MARAH, 2021). Cependant, le maraîchage est confronté à de nombreux défis, notamment les attaques de bioagresseurs, qui limitent les rendements (Gebrezihier, 2020). Pour protéger leurs cultures, les producteurs recourent massivement aux pesticides chimiques de synthèse, qui constituent l'intrant phytosanitaire principal (Maïgaet al., 2017 ; Day et al., 2017). En effet, environ 59 à 100% des producteurs maraîchers des grands centres de production maraîchère tels que Ouagadougou, Ouahigouya et Bobo-Dioulasso, appliquent périodiquement les pesticides, sans respect des doses recommandées (Naréet al., 2015 ; Son et al., 2017). Or, l'usage intensif et non encadré de ces produits expose les populations et l'environnement à des risques sanitaires et écologiques considérables, aggravés par la circulation de pesticides non homologués (FAO,

2021). Des travaux récents confirment la fréquence élevée de non-respect des doses recommandées, la faible formation des producteurs et la contamination potentielle des sols, des légumes et des ressources en eau (Ouedraogo *et al.*, 2019 ; Ouedraogo *et al.*, 2023 ; Sanou, 2024). Ainsi une meilleure compréhension des pratiques phytosanitaires et des résidus de pesticides apparaît essentielle pour favoriser une production maraîchère durable et sûre. La présente étude a pour objectifs de : (i) caractériser les pratiques phytosanitaires mises en œuvre dans les parcelles maraîchères, et (ii) évaluer le taux de contamination des résidus de pesticides dans les légumes (tomate, gombo, aubergine) ainsi que dans les eaux d'irrigation.

MATERIEL ET METHODES

Site d'études: L'étude a été réalisée dans deux régions agricoles majeures du Burkina Faso : les Hauts-Bassins et le Centre-Sud avec plusieurs sites de prélèvement dans chaque zone (Figure 1). Il s'agit des zones où un nombre important de sites maraîchers et ceux durant toute l'année (humide comme sèche) sont fréquents. En conséquence, elles sont des régions dans lesquelles l'utilisation des pesticides reste accrue compte tenue de l'activité agricole dominante (coton-culture, maraîchage) mais aussi de leur position géographique (Centre-sud est proche de la frontière ghanéenne).

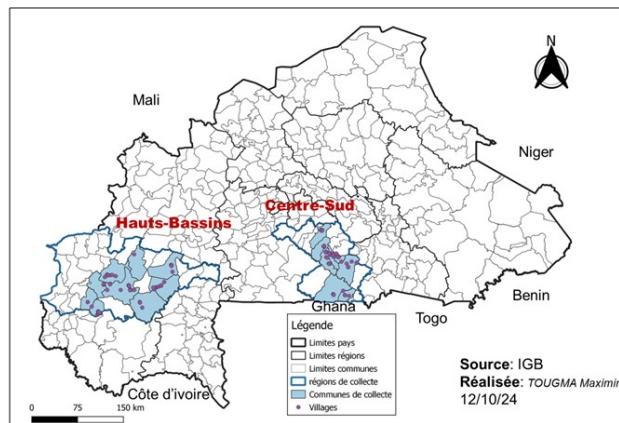


Figure 1. Carte des sites d'étude

Echantillonnage et enquêtes sur les pratiques phytosanitaires: Unéchantillonnage raisonné a été réalisé et a permis de sélectionner 38 sites représentatifs sur la base de leur potentiel de production en tomate, aubergine africaine, aubergine violette et gombo. Dans chaque site, 5 à 10 producteurs soit un total de 210 producteurs sélectionnés pour toute la zone d'étude. Les critères de sélection des producteurs étaient de disposer d'une parcelle de culture cible au moment de l'étude et accepter de participer à l'enquête. Un questionnaire portant principalement sur la socio-démographie (âge, sexe, statut social, niveau d'éducation et langues parlées), la description des pratiques agricoles (types de spéculations produites, sources d'approvisionnement en eau, types de pesticides et formulation utilisés), et enfin les conditions et pratiques d'utilisation des pesticides a été élaboré avec KoboToolbox et administré aux producteurs. Cette approche sociologique a été combinée par des observations directes des parcelles maraîchères.

Prélèvements des légumes et des eaux d'irrigation: Pour les prélèvements de légumes, la méthode d'échantillonnage en vrac (CAC/GL, 1999) a été appliquée. Environ 1 kg de fruits (5-10 unités selon la culture) a été collecté par exploitation. Ainsi 168 échantillons primaires ont été prélevés pour l'ensemble des exploitations et conditionnés dans des sachets plastiques noirs étiquetés (Tableau 1). Ils ont été mis dans une glacière équipée d'un système de froid puis transportés au laboratoire pour être conservés à -4 °C jusqu'à l'analyse. Les échantillons primaires ont ensuite été regroupés en 73 échantillons composites pour les analyses de résidus. Concernant l'eau d'irrigation, les prélèvements ont été faits en fonction de la

disponibilité de source d'eau dans l'exploitation du producteur enquêté. Ainsi un volume de 1 L d'eau a été prélevé par source d'eau disponible. Chaque échantillon a été conditionné dans un bidon plastique marron de 1 L afin de limiter leurs expositions aux irradiations solaires. Au total 22 échantillons ont été prélevés (Tableau 1).

Tableau 1. Répartition des échantillons collectés par région enquêtée

Régions	Echantillons	Echantillons primaire	Echantillons composite
Centre-Sud	Aubergine Africaine	18	9
	Aubergine violette	31	13
	Gombo	8	4
	Tomate	15	6
	Eau	9	9
Total 1		81	41
Hauts-Bassins	Aubergine Africaine	17	9
	Aubergine violette	39	12
	Gombo	15	8
	Tomate	25	11
	Eau	13	13
Total 2		109	53
Total général		190	94

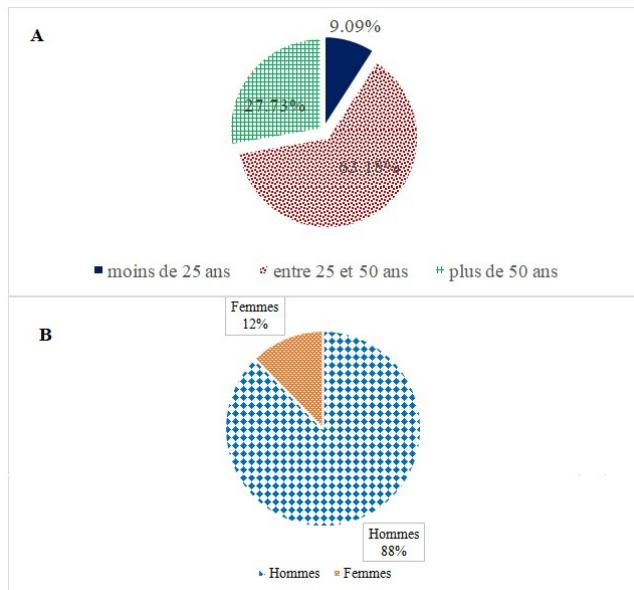


Figure 2. Répartition des maraîchers enquêtées selon le sexe et la tranche d'âge

Extraction-purification de résidus de pesticides: La détermination des résidus de pesticides dans les échantillons de légumes et d'eau d'irrigation a été réalisée selon la méthode QuEChERS (Borowiak *et al.*, 2014), comprenant successivement l'extraction, la purification et le conditionnement pour l'analyse chromatographique. Les fruits ont été découpés, broyés puis homogénéisés. Cinq (5) g du broyat obtenu a été transféré dans un tube Falcon de 50 mL contenant un mélange de réactifs (1 g de NaCl, 1 g de citrate de sodium, 0,5 g de citrate de sodium anhydre et 4 g de MgSO₄) et 10 mL d'acétonitrile. Le mélange obtenu a été agité à vortex pendant 1 min, puis centrifugé à 3 500 tr/min pendant 5 min. Pour les échantillons d'eau, 5 g ont été traités avec le même mélange de réactifs mais en utilisant 10 mL de dichlorométhane, puis centrifugés et conservés à -20 °C pendant 30 minutes. Les surnageants (6 mL) ont ensuite été purifiés par passage sur un mélange adsorbant (150 mg de PSA, 400 mg de C18 et 900 mg de Na₂SO₄), agités, centrifugés puis concentrés sous hotte. Enfin, 2 mL du surnageant purifié des fruits ont été transférés dans des vials, tandis que pour l'eau, 10 µL d'acétonitrile ont été ajoutés aux concentrés, puis agités et 10 µL transférés dans des vials, pour injection et analyse chromatographique.

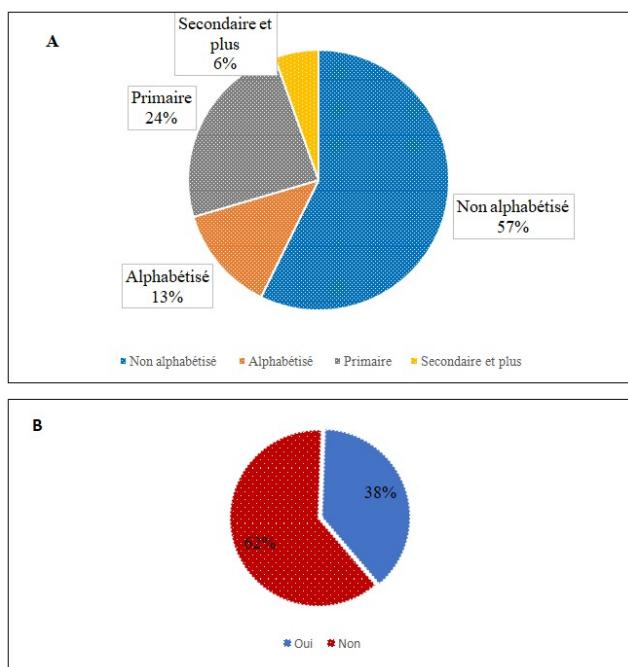


Figure 3. Niveaux d'alphanétisation et de formation technique des producteurs A : Niveau d'alphanétisation des producteurs; B : Niveau d'encadrement technique des producteurs

Détection par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse: L'identification et la quantification des résidus de pesticides ont été réalisées à l'aide d'un chromatographe en phase gazeuse Varian® 431-GC (Agilent Technologies, Les Ulis, France) équipé d'un passeur automatique d'échantillons Varian® CP-8410 et couplé à un spectromètre de masse Varian® 210-MS fonctionnant avec un analyseur à piégeage d'ions (ion trap). L'ensemble était piloté par le logiciel Varian Workstation®, permettant l'acquisition et le traitement des données chromatographiques. La séparation a été effectuée sur une colonne capillaire Zebron® ZB-5MS (30 m × 0,25 mm × 0,25 µm ; Phenomenex, Le Pecq, France) en utilisant de l'hélium (pureté 99,9 %, Messer, Puteaux, France) comme gaz vecteur, à un débit de 1mL/min. Les concentrations en résidus ont été déterminées par comparaison des chromatogrammes obtenus avec ceux des standards de référence des pesticides, et exprimées en ppm ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) selon la formule suivante : $CM = \left(\frac{Cc*Vs}{Pe} \right) * 2$ où CM représente la concentration maximale (ppm), Cc la concentration issue du chromatogramme, Vs le volume du solvant ($\text{ng}\cdot\mu\text{L}^{-1}$) et Pe le poids de l'échantillon analysé.

Analyse des données: Les données collectées ont été saisies et traitées à l'aide du logiciel SPSS (version 26) après la conception d'un masque de saisie adapté. Ce processus a permis de regrouper les informations selon leur nature, de corriger les éventuelles incohérences et de préparer les variables pour l'analyse. Deux types d'analyses ont été réalisés : une analyse descriptive et une analyse économétrique. L'analyse descriptive a porté sur les caractéristiques socio-démographiques, économiques et techniques des producteurs, avec des représentations graphiques générées sous Microsoft Excel 2016. L'analyse économétrique a été réalisée à l'aide d'un modèle Logit, afin d'identifier les facteurs influençant la non-adoption des bonnes pratiques phytosanitaires.

RESULTATS

Caractéristiques socio-démographiques des maraîchers enquêtés: L'analyse de la répartition par sexe des enquêtés a révélé une nette prédominance des hommes, qui représentent 88 % de l'échantillon, contre 12 % de femmes (27 individus) (Figure 2A). En ce qui concerne l'âge, les maraîchers ont entre 19 et 68 ans et la majorité

d'entre eux, soit 68,18 % appartiennent à la tranche de 25 à 50 ans (Figure 2B). La catégorie des moins de 25 ans est la moins représentée, avec 9,09 % (Figure 2B). Concernant le niveau d'instruction, l'analyse met en évidence une forte proportion de personnes non alphabétisées, soit 57 % de l'échantillon (Figure 3A). Les maraîchers ayant atteint le niveau primaire constituent 24 %, tandis que ceux alphabétisés représentent 13 %. Une faible proportion, soit 6 % a atteint le niveau secondaire ou supérieur. Quant à leur accès à l'encadrement technique, l'analyse montre que la majorité des producteurs, soit 62 %, n'ont bénéficié d'aucun encadrement rapproché ni de formation spécifique sur les cultures maraîchères (Figure 3B). En revanche, 38 % des enquêtés déclarent avoir reçu un appui technique, principalement sous forme d'un suivi assuré par des agents de vulgarisation ou par des structures d'appui.

Connaissance et utilisation des pesticides homologués: L'utilisation de pesticides homologués demeure très limitée sur les sites maraîchers étudiés. En effet, seuls 3,18 % des enquêtés déclarent utiliser exclusivement les produits autorisés pour lutter contre les bioagresseurs (Figure 4). Par ailleurs, plus de la moitié des producteurs (54,55 %) déclarent ne pas connaître les pesticides homologués, tandis que 14,09 % affirment en avoir une connaissance complète et 31 % seulement une connaissance partielle (Figure 4).

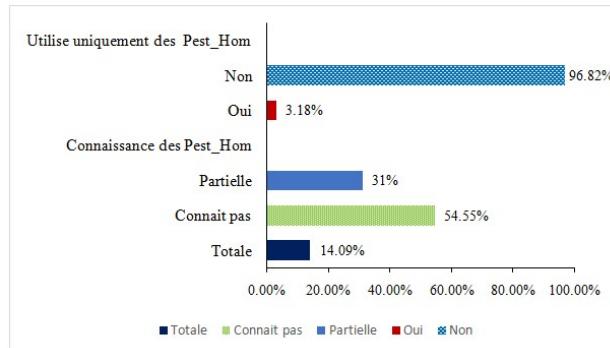


Figure 4. Niveau de connaissance et d'utilisation des pesticides homologués

Fréquences de traitements phytosanitaires en culture de tomate, gombo et aubergine: La gestion des bioagresseurs constitue un défi majeur pour la production maraîchère en général. Les résultats de l'enquête révèlent que toutes les cultures ciblées par l'étude, à savoir la tomate (*S.lycopersicum*), le gombo (*A.esculentus*) et l'aubergine (*S.melongena*) reçoivent au moins un traitement phytosanitaire par semaine. Cette tendance est particulièrement marquée pour l'aubergine violette (*S.melongena*), pour laquelle 74,04 % des producteurs déclarent appliquer au moins un traitement hebdomadaire (Figure 5). Concernant le gombo, 60,82 % des producteurs réalisent un traitement par semaine, tandis que 39,18 % n'en effectuent pas à cette fréquence. L'aubergine violette apparaît comme la culture la plus traitée, avec 65,01 % des producteurs appliquant deux traitements par semaine et 5,16 % vont jusqu'à trois traitements par semaine. Pour la tomate, la fréquence est très variable allant de zero traitement (2,4 % des producteurs) à quatre traitements par semaine (2,86 %) (Figure 5).

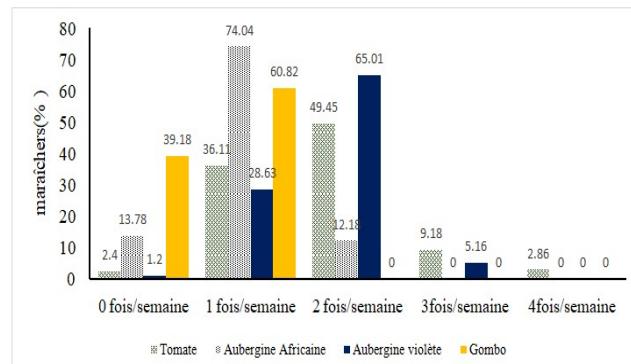


Figure 5. Fréquence des traitements phytosanitaires dans les sites enquêtés

Combinaison des pesticides lors de la préparation de la bouillie par les producteurs: La Figure 6 présente la répartition des producteurs selon leur pratique d'association des pesticides lors des traitements phytosanitaires. Sur l'ensemble des maraîchers interrogés, 40,45 % déclarent ne pas mélanger différents pesticides. En revanche, 59,55 % reconnaissent pratiquer régulièrement des mélanges de pesticides lors de la préparation de la bouillie. Parmi ces derniers, 64,6 % combinent des insecticides, tandis que 21,7 % combinent des insecticides et des acaricides. Les autres producteurs déclarent effectuer des mélanges de type fongicides–acaricides ou insecticides–fongicides.

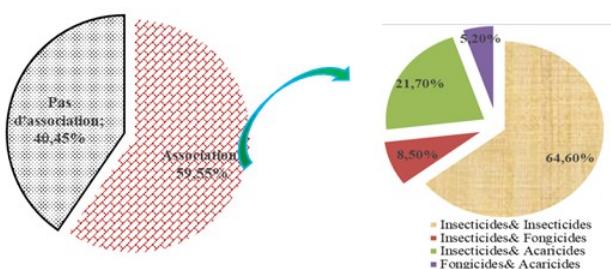


Figure 6. Combinaison des pesticides par les maraîchers

Délai de sécurité pour la récolte des légumes après les traitements phytosanitaires: Le délai d'attente correspond à la période séparant le dernier traitement phytosanitaire du jour de la récolte. Certains maraîchers enquêtés reconnaissent l'importance de respecter un laps de temps minimal entre ces deux opérations. L'analyse des résultats révèle que le délai moyen est d'environ 8 jours (8,72 jours pour la tomate et 8,59 jours pour le gombo), quel que soit le type de molécule utilisée (Tableau 2). Le délai le plus court a été observé chez l'aubergine violette, avec une moyenne de 6 jours. À l'inverse, l'aubergine africaine présente le délai le plus long, avec une moyenne de 13 jours et un mode de 14 jours, ce qui indique que la majorité des producteurs respectent ce laps de temps avant la récolte (Tableau 2). Pour les autres spéculations, le mode varie généralement entre 6 et 7 jours (Tableau 2). Cette observation traduit une dispersion modérée des délais d'attente autour des valeurs moyennes.

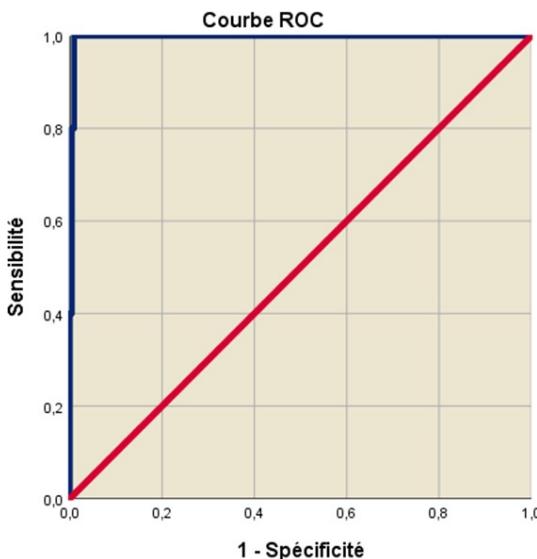


Figure 7. Courbe de Receiver Operating Characteristics (ROC)

Estimation des bonnes pratiques phytosanitaires (BPP) par les producteurs: Afin d'identifier les facteurs influençant l'application des bonnes pratiques phytosanitaires (BPP) par les producteurs maraîchers, les paramètres du modèle de régression Logit ont été estimés par la méthode du maximum de vraisemblance. Le modèle s'est révélé globalement significatif et satisfaisant : la statistique du χ^2 est de 20,996, significative au seuil de 5 %, ce qui indique que l'ensemble des coefficients des variables explicatives ne sont pas simultanément nuls. De plus, la valeur du pseudo R^2 (91 %) traduit

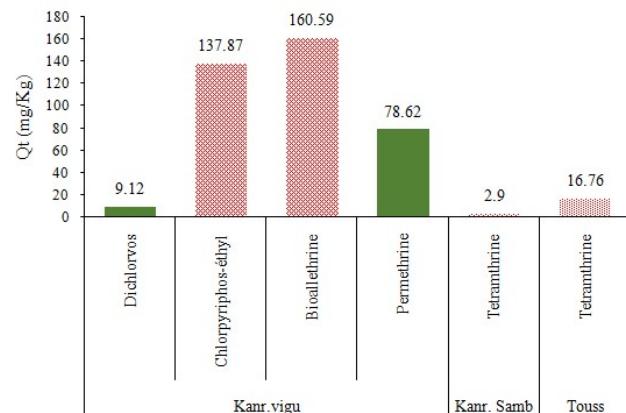
une forte capacité du modèle à expliquer la variation observée dans l'application des BPP. Les caractéristiques de performance du modèle, évaluées à l'aide de la courbe ROC (*Receiver Operating Characteristic*), montrent que la probabilité de prédire correctement l'application des bonnes pratiques phytosanitaires atteint 97,03 % (Figure 7). Ce résultat confirme le caractère informatif du modèle et témoigne de la qualité et de la robustesse des estimations obtenues.

L'analyse des résultats du modèle logistique (Tableau 3) a permis d'identifier les variables significativement associées à la probabilité d'adoption des BPP par les maraîchers. Sur les neuf (9) variables explicatives retenues, trois (3) ressortent comme déterminantes :

- Le niveau d'éducation, qui exerce une influence positive sur l'application des BPP ($p = 0,046$; seuil de 5 %);
- La proximité avec un agent de vulgarisation ou un service d'encadrement, qui présente une influence marginalement significative ($p = 0,065$; seuil de 10 %);
- Le marché de destination (marché international), qui influence positivement l'adoption des BPP, avec une forte significativité ($p = 0,003$; seuil de 1 %).

En revanche, les autres variables (sexe, zone de production, âge, spéculation, formation reçue et marché national) ne présentent pas d'effet significatif dans le modèle. Par ailleurs, les valeurs les plus élevées de l'**odds ratio** ont été observées pour l'âge (**0,916**) et le niveau d'éducation (**0,577**). Ces résultats suggèrent qu'une augmentation d'un an de l'âge accroît de **91,6 %** la probabilité d'appliquer les BPP. De même, les producteurs ayant un niveau d'éducation plus élevé disposent d'environ **57,7 %** de chances supplémentaires de respecter ces pratiques. Les résultats indiquent donc que les producteurs plus âgés et mieux instruits sont globalement plus enclins à appliquer les BPP dans leurs exploitations.

Evaluation des résidus de pesticides dans l'eau d'irrigation: L'analyse des résultats de la contamination des eaux (forage, puits maraîchers, barrage) a révélé que sur 22 échantillons prélevés, trois (03) échantillons sont contaminés par les résidus de pesticides soit un taux de 13,64 %. En effet, cinq (05) matières actives appartenant à deux familles chimiques ont été quantifiées à des concentrations allant de 2,9 à 160,59 mg/kg (Figure 8). Il s'agit de la Tétraméthrine, du Dichlorvos, du Chlorpyriphos-éthyl, de la Bioalléthrine et de la Perméthrine tous des insecticides avec une fréquence plus élevée pour le Tétraméthrine (33, 33 %) contre 16, 67 % respectivement pour les autres. Toutes les sources d'eau contaminées sont des puits situés dans les sites maraîchers à Toussiana, Karangasso-vigué et Karagasso-sambladans la région des Hauts-Bassins. En termes de quantités de résidus, Bioalléthrine est la plus élevée (160, 59 mg/kg), suivis du Chlorpyriphos-éthyl (137, 87 mg/kg) et Tétraméthrine la moins élevée avec 2, 9 mg/kg (Figure 8).



(i) Kanr.vigu (KarangassoVigué) ; (ii) Kanr. Samb (KarangassoSambla) ;
(iii) Touss (Toussiana).

Figure 8. Résidus de pesticides détectés dans les eaux d'irrigation

Tableau 2. Délai avant des récoltes des cultures ciblées

Spéculations Variables	Tomate	Gombo	Aubergine violette	Aubergine africaine
Moyenne (\bar{X})	8,72	8,59	6,06	12,75
Ecart-Type (σ)	3,75 ± 0,43	3,56 ± 0,41	2,83 ± 0,46	1,84 ± 1,14
Mode	7	7	6	14

Tableau 3. Résultats économétriques d'application des BPP dans les sites

Régression Logit			Nombre d'observations = 220		
Log de vraisemblance -2 = 41,046			LR chi2 (12) = 20,996		
			Prob > chi2 = 0,040		
Applique	Coefficients	Sdt. Err	Z	P > z	Odds Ratio
Zone de production	-1,27	2,96	0,34	0,563	0,281
Age	-0,08	0,06	2,20	0,129	0,916
Sexe	-0,49	1,20	0,17	0,680	0,611
Niveau d'éducation	-2,28	1,14	3,99	0,046**	0,102
Type de spéculation	-0,82	1,51	0,30	0,583	0,438
Proximité Agent	-3,16	1,71	3,41	0,065*	0,042
Formation reçue	-0,55	1,04	0,28	0,597	0,577
Marché national	-17,66	20363,34	0,00	0,999	0,00
Marché international	-4,91	1,68	8,51	0,003***	0,007
Constante	8,03	4,953	2,63	0,105	3094,53

*Significatif au seuil de 10% ; ** Significatif au seuil de 5% ; *** Significatif au seuil de 1%

Tableau 4. Résidus de pesticides dans les fruits de la tomate

Sites	Résultats d'analyse		Norme Codex Alimentarius
	Pesticides détectés	Masse (mg/Kg)	
Léguéma	Flonicamide*	40,1	7
Koumbia	Flonicamide*	13,3	7
Tiébélé	Chlorpyriphos-éthyl*	49,34	Prh
	L-Cyhalothrine*	342,29	0,01-3
	Acétamiprid*	23,99	0,01-5
	Haloxypoph-P-méthyl**	0,29	0,02-7
	D-Phénothrine*	70,98	Prh
Toussiana	Chlorpyriphos-éthyl*	49,66	Prh
	Flonicamide*	102,5	7
Manga (Secteur 1)	L-Cyhalothrine*	445,9	0,01-03
	Acétamiprid*	50,01	0,01-5
	D-Phénothrine*	91,06	Prh
	Bioalléthrine*	35,98	Prh
Nobéré	Chlorpyriphos-éthyl*	46,78	Prh

* :insecticide ; ** : herbicide ; Prh :matière active prohibé par Codex Alimentarius; les valeurs en intervalles (e.g 0,01-03) indiquent que les limites n'existent pas pour les fruits de la tomate mais les traces dans les fruits et légumes définis se situent dans cette plage.

Tableau 5. Résidus de pesticides dans le gombo

Sites	Résultats d'analyse		Norme codex
	Pesticides détectés	Masse (mg/Kg)	
Gogo	Haloxypoph-P-méthyl**	0,021	0,02-7
Guiba	Haloxypoph-P-méthyl**	0,08	0,02-7
Kombissiri	Haloxypoph-P-méthyl**	0,07	0,02-7
Pô	Haloxypoph-P-méthyl**	0,03	0,02-7
Tiébélé	Haloxypoph-P-méthyl**	0,03	0,02-7
Karangasso-Vigué	Flonicamide*	14,5	0,1-20
Manga (secteur 1)	Chlorpyriphos-éthyl*	0,012	Prh
	Bioalléthrine*	0,01	Prh
	Indoxacarbe*	16,3	0,05
Nobéré	Haloxypoph-P-méthyl**	0,13	0,02-7

* :insecticide ; ** : herbicide ; Prh :matière active prohibé par Codex ; les valeurs en intervalles (e.g 0,01-03) indiquent que les limites n'existent pas pour les fruits de du gombo mais les traces dans les fruits et légumes définis se situent dans cette plage

Evaluation des résidus de pesticides dans les légumes

Résidus de pesticides dans les fruits de tomate (*Solanum lycopersicum L.*): Les résultats de l'analyse montrent que 53, 85 % des échantillons de la tomate sur les 13 sites échantillonnes contiennent des résidus d'insecticides et/ou d'herbicides. Les échantillons provenant des sites de Tiébélé dans la région du Centre-Sud renferment plus de résidus de pesticides (05) avec des dépassements de plus 100 % des normes du Codex Alimentarius (Tableau 4). Il s'agit précisément de la Lambda-Cyhalothrine (342,29 mg/kg), de l'Acétamipridre (23,99 mg/kg), du D-Phénothrine (70,98 mg/kg), de l'Haloxypoph-P-méthyl (0,29 mg/kg) et du Chlorpyriphos-éthyl (49,34mg/kg). Toujours dans la même région, les fruits de

tomate issus des sites du secteur 1 de Manga contiennent quant à eux quatre (04) matières actives dont les trois premières rencontrées dans les sites de Tiébélé plus du Bioalléthrine (35,98 mg/kg). Pour les tomates provenant des sites des Hauts-Bassins, seules celles issues des sites de Leguéma, Koumbia et Toussiana ont présenté des traces d'insecticides dont la Flonicamide et le Chlorpyriphos-éthyl.

Résidus de pesticides dans les fruits du gombo (*Abelmoschus esculentus L.*): Sur 14 échantillons composites de gombo analysés, 57,14 % contiennent des traces de pesticides. En se référant aux sites de prélèvement, les fruits provenant de Manga (secteur 1) contenaient une gamme variée d'insecticides. Il s'agit du

Tableau 6. Résidus de pesticides dans les fruits de l'aubergine violette

Sites	Résultats d'analyse		Norme codex Masse (mg/Kg)
	Pesticides détectés	Masse (mg/Kg)	
Gnamadougou	Cyperméthrine*	4,51	0,03
	Flonicamide*	21,7	0,2
Bama	nd	----	----
Gogo	nd	----	----
Houndé	Flonicamide*	16,8	0,2
Koumbia	Flonicamide*	10,8	0,2
Kombissiri	nd	----	----
Karangasso-Sambla	nd	----	----
Pô	Bioalléthrine*	7,16	Ph
Toécé	nd	----	----
Tiébélé	nd	----	----
Toussiana	nd	----	----
Karangasso-Vigué	Flonicamide*	49,7	0,2
Manga	Cyperméthrine*	17,92	0,03
	Haloxypoph-P-méthyl**	0,08	0,02-7
	Bioalléthrine*	29,06	Ph
Nobéré	Haloxypoph-P-méthyl**	0,03	0,02-7
Guiba	nd	----	----

* : insecticide ; ** : herbicide ; nd : Non détecté

Tableau 7. Situation des résidus de pesticides dans les fruits de l'aubergine africaine

Sites	Résultats d'analyse		Norme codex (Légumes fruits) Masse (mg/Kg)
	Pesticides détectés	Masse (mg/Kg)	
Legème	Flonicamide*	50,7	0,2
	Haloxypoph-P-méthyl**	0,18	---
Gogo	Bioalléthrine**	0,012	Prh
	Spirotétramate*	42,5	1
Guiba	Abamectine*	72,9	0,06
	L-Cyhalothrine*	10,63	0,005
Houndé	Haloxypoph-P-méthyl**	0,1	---
Koumbia	Trifloxysulfuron**	0,13	Prh
Koumbia	E-Benzoate*	2,3	0,007
Karangasso-Sambla	Flonicamide*	39,6	0,2
Pô	Bioalléthrine*	8,04	Prh
Toussiana	Chlorpyriphos-éthyl*	66,18	Prh
Nobéré	Haloxypoph-P-méthyl**	0,11	---

* : insecticide ; ** : herbicide ; Prh : (matière active prohibé par Codex)

Chlorpyriphos-éthyl (0,012 mg/kg), du Bioalléthrine (0,01 mg/kg) et Indoxacarbe (16,3 mg/kg) (Tableau 5). L'Haloxypoph-P-méthyl qui est un herbicide a été la matière active la plus détectée avec une fréquence de 60 % des matières actives rencontrées dans les échantillons de gombo. Cependant, une comparaison des teneurs de résidus de l'Haloxypoph-P-méthyl dans les fruits de gombo avec les quantités édictées par le Codex Alimentarius montre que les quantités observées sur tous les sites sont inférieures à la limite maximale recommandée (7 mg/kg) (Tableau 5).

Résidus de pesticides dans les fruits de l'aubergine violette (*Solanum melongena* L.): Le dosage de la teneur en résidus de pesticides dans les fruits de l'aubergine violette a permis d'identifier quatre (04) matières actives dont trois provenant des insecticides (Cyperméthrine, Flonicamide et Bioalléthrine) et une provenant des herbicides (Haloxypoph-P-méthyl). Sur 15 échantillons composites analysés, 46% ont présenté des traces de ces pesticides. En effet, la Flonicamide a été la matière active la plus détectée (40%) et la Bioalléthrine la matière active la moins fréquente avec 10%. Quant aux Cyperméthrine et Haloxypoph-P-méthyl, elles ont chacune une fréquence de 20 %. Les teneurs de Flonicamide et de Cyperméthrine détectées dans les aubergines violettes sur l'ensemble des sites sont plus de 100 fois supérieures à la norme Codex Alimentarius pour le groupe de fruits et légumes auquel appartient l'aubergine.

Résidus de pesticides dans les fruits de l'aubergine africaine (*Solanum aethiopicum* L.): Les résultats de l'analyse des pesticides dans les échantillons d'aubergine africaine montré que 60% des échantillons composites contenaient au moins une trace d'une matière active (Tableau 7). Neuf matières actives ont été détectées dans les

échantillons de *S. aethiopicum* avec des fréquences de détection variées. L'Haloxypoph-P-méthyl a été le plus quantifié (23,08%) suivi de la Flonicamide et la Bioalléthrine avec respectivement 15,38 % chacune. Les six (06) autres matières actives détectées ont la même fréquence (7,69% chacune). Les échantillons provenant des sites de Gogo dans la région du Centre-Sud ont présenté plus de traces de matières actives en termes de nombre (03) suivis de ceux de Houndé (02).

DISCUSSION

Au Burkina Faso, le maraîchage est pratiqué sur l'ensemble du territoire et constitue une source importante de revenus ainsi qu'un complément à la production céralière. Dans les régions des Hauts-Bassins et du Centre-Sud, notre étude révèle que la production maraîchère est dominée par les hommes de 25 à 50 ans. Outre ces caractéristiques socio-économiques, l'étude a révélé un faible niveau d'instruction au sein de la population des maraîchers (57,27% sont non alphabétisés), ce qui constitue un frein important à l'adoption des bonnes pratiques agricoles. La faible représentativité des femmes dans l'activité maraîchère a été observée dans de nombreux cas au Burkina Faso (Tougmá, 2007; Ouédraogo *et al.*, 2019), ainsi que dans d'autres pays de l'Afrique de l'Ouest (Kanda *et al.*, 2009 ; Mambe-Ani *et al.*, 2019 ; Diallo *et al.*, 2020). Cette situation serait liée à la pénibilité du travail et à l'accès limité aux terres par les femmes. En effet, dans la filière maraîchère, les femmes sont plutôt actives dans le maillon de la commercialisation. La forte proportion de personnes non alphabétisées dans la maraîchiculture, résulterait de l'interaction de plusieurs facteurs notamment le manque de qualification professionnelle, combiné à un taux de chômage élevé, qui limite les possibilités

d'accès à l'emploi pour les personnes peu instruites. Cela conduit cette frange de la population à se tourner vers le secteur maraîcher, qui ne requiert pas un niveau d'études (Diop *et al*, 2016 ; Rouamba *et al*, 2021). En ce qui concerne les pratiques phytosanitaires sur les sites de production, l'étude a révélé que la majorité des maraîchers font une utilisation hasardeuse des pesticides. En effet, l'absence de distinction entre les pesticides homologués et non homologués conduit à une utilisation non conforme des produits phytosanitaires. Les traitements sont souvent appliqués de manière empirique, sans évaluation préalable du niveau d'infestation par les nuisibles de la culture. Par ailleurs, le mélange de différentes formulations de pesticides et le non-respect des délais pré-récoltes, quel que soit la nature des produits utilisés, traduisent un manque de maîtrise des bonnes pratiques phytosanitaires. Ces mauvaises pratiques ont été aussi observées dans d'autres sites maraîchers au Burkina Faso (Tarnagda *et al*, 2017 ; Rouamba *et al*, 2021 ; Francisco *et al*, 2022) ainsi que dans d'autres pays africains comme le Mali (Francisco *et al*, 2022), Benin (Francisco *et al*, 2022). L'analphabétisme de la plupart des maraîchers constitue un obstacle à une utilisation appropriée des pesticides, car ils sont incapables de lire les notices d'utilisation qui sont le plus souvent rédigées en français (Rouamba *et al*, 2021). Selon l'étude, la Flonicamide est la matière active la plus utilisée dans la région des Hauts-Bassins (96%), suivie de l'Emamectine benzoate, du Chlorpyriphos-éthyl et de l'Abamectine. En termes de famille chimique, les Organophosphorés (78%), les Pyréthrinoïdes (63,5%) et les Flonicamides (44%) sont les plus appliqués dans cette région. Dans la région du Centre-Sud, Lambda-cyhalothrine (87%), l'Emamectine benzoate (65%), Chlorpyriphos (56%) et Chlorpyriphos-éthyl (52%) sont les matières actives les plus utilisées. Par ailleurs, les Organophosphorés, les Pyréthrinoïdes et les Néonicotinoïdes sont les plus appliqués dans cette dernière région. Des études antérieures réalisées dans la zone des Hauts-Bassins et de la Boucle du Mouhoun ont souligné la forte utilisation des Pyréthrinoïdes et des Organophosphorés (Son *et al*, 2017). La forte utilisation des Organophosphorés dans la production maraîchère est due à son efficacité légendaire contre les bioagresseurs (Ngomet *et al*, 2012). L'utilisation importante de la Flonicamide dans la région des Hauts-Bassins sur le gombo, la tomate et les aubergines révélé par l'étude serait liée à l'invasion du jasside du coton *Amrasca biguttula* ainsi que son impact sur ces cultures. En effet, *Amrasca biguttula* a été signalé pour la première fois au Burkina Faso en 2023 avec plus de 617 000 ha de coton infestés (Sawadogo *et al*, 2023). Face à sa résistance aux insecticides couramment utilisés, une dérogation spéciale a été prise par le ministère en charge de l'agriculture pour permettre l'importation au profit des sociétés cotonnières d'importantes quantités dont des formulations à base de Flonicamide par la protection du coton. Ces insecticides ont certainement été utilisés sur les cultures maraîchères qui sont également attaquées par *A. biguttula*. L'utilisation des pesticides non homologués combinée au mélange des matières actives dans le but d'accroître l'efficacité constitue un danger pour la santé des consommateurs après traitement. Selon les résultats de notre étude, le niveau d'éducation, la proximité avec un agent de vulgarisation ou un service d'encadrement ainsi que le marché de destination (marché international) sont les paramètres essentiels qui influencent l'adoption des bonnes pratiques.

Les conséquences des mauvaises pratiques sont la contamination de la production et de l'environnement. L'étude révèle que des puits maraîchers dans la région des Hauts-Bassins sont contaminés par cinq matières actives (Perméthrine, la Tétraméthrine, du Dichlorvos, Chlorpyriphos-éthyl et la Bioalléthrine.) toutes d'origine insecticides appartenant aux familles des Organophosphorés et des Pyréthroïdes. Ces résultats sont semblables aux travaux de Zabeirou *et al* (2020) qui ont détecté 17 matières actives appartenant à cinq familles chimiques dans l'eau des forages maraîchers au Niger.

Au niveau des légumes, des résidus de pesticides de nature insecticides (Flonicamide, Chlorpyriphos-éthyl, L-cyhalothrine, Acétamipride, Bioalléthrine et D- Phénothrine) et herbicides (Haloxypoph-P-méthyl) dépassant parfois plus de 100 fois les doses limites du Codex alimentarius ont été identifiés. En outre certains résidus identifiés proviennent des produits non autorisés sur ces

cultures. Par exemple, Haloxypoph-P-méthyl, Chlorpyriphos-éthyl, L-cyhalothrine, Acétamipride, Bioalléthrine et D- Phénothrine ne sont pas autorisés en traitement de la tomate. La Bioalléthrine, Chlorpyriphos-éthyl, Haloxypoph-P-méthyl sont prohibés sur les aubergines. Ce constat met en exergue la problématique de l'utilisation des pesticides frauduleux et des pesticides non homologués. Dans la production maraîchère l'utilisation détournée notamment des insecticides du cotonnier sur les cultures maraîchères a été relevée dans de nombreuses études (Toé, 2010 ; Son *et al*, 2017). De plus, ledépassement des LMR dans les légumes pourrait être due à un surdosage et à des fréquences élevées d'application des pesticides. En effet, les enquêtes sur les pratiques ont montré que certains producteurs traitent jusqu'à 4 fois la tomate par semaine. Parfois pour mesurer les quantités de pesticide à appliquer, les maraîchers utilisent les capuchons des flacons ou les flacons, ce qui entraîne des surdosages. Selon un rapport publié par l'European Food Safety Authority (EFSA) en 2011, la non-conformité suggère que dans un certain nombre de cas, une dose de produit phytopharmaceutique plus élevée que la dose prescrite a été utilisée.

CONCLUSION

L'étude menée dans les régions des Hauts-Bassins et du Centre-Sud met en évidence des pratiques phytosanitaires largement dominées par l'usage intensif et parfois inapproprié des pesticides, marqué par une faible connaissance des produits homologués, des associations fréquentes de molécules et des délais d'attente insuffisamment respectés. La prédominance d'une main-d'œuvre peu alphabétisée, combinée à un accès limité à l'encadrement technique, constitue un frein majeur à l'adoption des bonnes pratiques phytosanitaires. Toutefois, l'analyse économétrique révèle que l'éducation, l'accompagnement technique et l'orientation vers des marchés plus exigeants sont des leviers déterminants pour améliorer la gestion des intrants chimiques. Par ailleurs, l'analyse de l'eau d'irrigation et des légumes a révélé la présence de résidus des Organophosphorés (Dichlorvos, Chlorpyriphos-éthyl), des Pyréthrinoïdes (Perméthrine, Tétraméthrine et Bioalléthrine) dans des puits maraîchers dans la région des Hauts-Bassins à des concentrations supérieures aux normes de l'OMS. Les fruits de tomate, aubergine et gombo contiennent également des résidus souvent 100 fois supérieurs aux LMR admises par le Codex Alimentarius. Ces résultats soulignent l'urgence de renforcer les programmes de formation, de vulgarisation et de sensibilisation des maraîchers, tout en promouvant des alternatives durables et respectueuses de la santé humaine et de l'environnement. À terme, une meilleure gouvernance de l'utilisation des pesticides et l'adhésion aux bonnes pratiques phytosanitaires permettront de garantir la qualité des productions maraîchères au Burkina Faso et de répondre aux normes des marchés nationaux et internationaux.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient l'Union Économique et Monétaire Ouest-Africaine (UEMOA) pour avoir financé ces travaux de recherche. Ils remercient particulièrement M. Hilaire SANOU, Chef de la division des Intrants et de la législation phytosanitaire de l'UEMOA pour son sens de collaboration et implication qui ont facilité ce travail. Les auteurs remercient également l'Agence Nationale pour la Sécurité Sanitaire de l'Environnement, de l'Alimentation, du Travail et des Produits de Santé (ANSSEAT) pour la collaboration qui a facilité l'analyse des échantillons.

REFERENCES

- Aragie, E., Pauw, K. & Pernechele, V. (2018). Appui à la formulation du deuxième Programme National du Secteur Rural (PNSR 2) du Burkina Faso. Rapport d'analyse de politique. SAPAA (Projet de suivi et analyse des politiques agricoles et alimentaires). Rome, FAO, 45p.
- C.H.A. (Cadre Harmonisé d'Analyse), (2023). Analyse de la situation alimentaire et nutritionnelle au Burkina Faso. Secrétariat

- Permanent du Conseil National de Sécurité Alimentaire (SP/CNSA).
- Day, R., Abrahams, P., Bateman, M., Beale, T., Clottee, V., Cock, M. & Witt, A. (2017), Fall armyworm: Impacts and implications for Africa. *Outlooks on Pest Management*, Vol. 28, No. 5, pp. 196-201. https://doi.org/10.1564/v28_oct_02
- DGESS/MARAH. (2021). Annuaire statistique du secteur agricole 2019. Ministère de l'Agriculture et des Ressources Animales et Halieutiques, Burkina Faso.
- Diallo, A., Zotchi, K., Lawson-Evi, P., Bakoma, B., Badjabaissi, E. & Kwashie E.-J. (2020), Pesticides use practice by marketgardeners in Lome (Togo). *Journal of Toxicology*, Vol. 2020, pp.1-5. <https://doi.org/10.1155/2020/8831873>
- Diop, A., Diop, Y.M., Thiare, D.D., Cazier, F., Sarr, S.O., Kasprowiak, A., Landy, D. & Delattre F. (2016), Monitoring survey of the use patterns and pesticide residues on vegetables in the Niayes zone, Senegal. *Chemosphere*, Vol. 144, pp.1715-1721. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2015.10.058>
- FAO. (2021). Pesticide use and risk reduction in Sub-Saharan Africa. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Francisco, A., Yarou, B., Touré, F., Troij, D. & Aboubakar, S. D. (2022), Utilisation de pesticides en production maraîchère au Benin, Burkina Faso & Mali. Brochure, Cirad, World vegetable center.
- Gebrezihier, G. (2020), Review on management methods of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) in Sub-Saharan Africa. *International Journal of Entomology Research*, Vol. 5, No. 2, pp. 09-14.
- Ibriga, A., Kambiré, S. H., Dama-Balima, M. M., Thiombiano, A., Zidouemba, P. R., Toé, P. & Somda I. (2020), Contribution des cultures maraîchères aux revenus et à la sécurité alimentaire des ménages maraîchers de la Vallée du Sourou au Burkina Faso. Science et technique, *Sciences naturelles et appliquées*, Vol. 39, No 1, pp. 111-1221
- Kanda, M., Wala, K., Batawila, K., Djaneye-Boundjou, G., Ahanchede, A. & Akpagana, K. (2009), Le maraîchage périurbain à Lomé : pratiques culturelles, risques sanitaires et dynamiques spatiales. *Cahiers Agricultures*, vol. 18, No. 4, pp. 356–363. DOI : <https://doi.org/10.1684/agr.2009.0319>
- MAHRH, 2007. Analyse de la filière maraîchage au Burkina Faso, 89p.
- Maïga, I., Somé, K. & Nebié, R. C. H. (2017), Diagnostic sur l'utilisation des pesticides en agriculture au Burkina Faso. Ministère de l'Environnement, de l'Économie Verte et du Changement Climatique, Ouagadougou.
- Mambe-Ani, P., Ouattara, K. N., Elleingand, F. E. & Kadjot, V. (2019), Assessment of the impact of pesticide use in urban and periurban agriculture in Abidjan, Côte d'Ivoire. *International Journal of Biological and Chemical Science*, Vol. 13, No. 6, pp.2824-2837. DOI: 10.4314/ijbcs.v13i6.32
- Naré, R.W.A., Savadogo, P.W., Gnankambaré, Z. Nacro, H.B. & Sedogo, M.P. (2015), Analyzing risks related to the use of pesticides in vegetable gardens in Burkina Faso. *Agriculture, Forestry and Fisheries* Vol.4, No. 4, pp.165-172. DOI:10.11648/j.aff.20150404.13.
- Ngom, S., Traoré, S., Thiam, M. B. & Anastasie, M. (2012), Contamination des produits agricoles et de la nappe phréatique par les pesticides dans la zone des Niayes au Sénégal. *Revue des Sciences et de la Technologie, synthèse*, Vol. 25, pp. 119-130.
- Ouédraogo, I., Gomgnimbou, A. P., Sanou, J., Traoré, R. & Somé, I. T. (2023), Analyse des pratiques phytosanitaires des maraîchers dans la région de la Comoé, Burkina Faso. *Asian Journal of Advances in Research*, Vol. 19, No. 4, pp. 25–39.
- Ouédraogo, L., Compaoré, S., Bazongo, P. & Kiendrebeogo, M. (2023), Pesticides and biopesticides use in Market Gardening in Ouagadougou, Burkina Faso. *Current Journal of Applied Science and Technology*, Vol. 42, No. 36, pp.12–26. <https://doi.org/10.9734/cjast/2023/v42i364238>.
- Ouédraogo, R. A., Kambiré, F. C., Kestemont, M-P. & Bielders, C. L. (2019), Caractériser la diversité des exploitations maraîchères de la région de Bobo-Dioulasso au Burkina Faso pour faciliter leur transition agroécologique. *Cahiers Agricultures*, Vol. 28, No. 20, pp. 1-9. <https://doi.org/10.1051/cagri/2019021>
- RGPH. (2019). Résultats définitifs du Recensement Général de la Population et de l'Habitation. Institut National de la Statistique et de la Démographie (INSD), Burkina Faso.
- Rouamba, S. S., Tapsoba, F., Bazié, B. S. R., Youl, O., Savadogo, S., Kabré, E., Sangaré, L. & Savadogo A. (2021), Assessment of the contamination of *Lactuca sativa* L. (lettuce) and *Lycopersicon esculentum* (tomato) by pesticides: case of marketgardeners in Ouagadougou. *International Journal of One Health*, Vol. 7, No. 2, pp. 251-256.
- Sanou, Y. (2024), Evaluation of the agricultural practices and impacts of chemical inputs on the rapid rotting of vegetables of *Lactuca sativa* L. (lettuce) in Ouagadougou (Burkina Faso). *Journal of Materials and Environmental Science*, Vol. 15, No. 4, pp. 540–552.
- Savadogo, W. M., Nabié, B., Sanou, M. R., Kouanda, N., Kaboré, H., Boly/Serme, B. & Son, D. (2023), Une espèce émergente de jasside fait des ravages sur le cotonnier, gombo, l'aubergine et la roselle (Bissap) au Burkina Faso. Direction de la Protection des Végétaux et du Conditionnement.
- Soma, A. (2020), Cultures maraîchères autour de la zone industrielle de Kossodo à Ouagadougou : pratiques, circuits de commercialisation et risques sur la santé des citadins, *Revue Espace Territoires, Sociétés et Santé*, Vol. 3, No. 5, pp. 67–78.
- 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*, Vol. 26, No. 2, pp. 1-6. <https://doi.org/10.1051/cagri/2017010>
- Tapsoba, K. P. (2016), Contribution des cultures maraîchères à la sécurité alimentaire au Burkina Faso cas de Bobo-Dioulasso, Ouagadougou et Ouahigouya. Mémoire d'Ingénierat. Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Institut du Développement Rural, Burkina Faso., 50 p.
- Tarnagda, B., Tankoano, A., Tapsoba, F., Sourabié, P. B., Abdoullahi, H. O., Djibrine, A. O., Drabo, K. M., Traoré, Y. & Savadogo, A. (2017), Évaluation des pratiques agricoles des légumes feuilles : le cas des utilisations des pesticides et des intrants chimiques sur les sites maraîchers de Ouagadougou, Burkina Faso. *Journal of Applied Biosciences*, 117: pp. 11658-11668. DOI: 10.4314/jab.v11i71.3
- Toé, A. M. (2010), Étude pilote des intoxications dues aux pesticides agricoles au Burkina Faso. In Secrétariat de la Convention de Rotterdam ; FAO.
- Tougma, A. T. (2007), Déterminants de la durabilité des pratiques d'irrigation dans les systèmes de production maraîchères urbains et péri urbains à Bobo-Dioulasso. Mémoire de fin d'étude d'ingénieur du développement rural, option sociologie et économie rurales, Institut du développement rural (IDR), Université polytechnique de Bobo-Dioulasso (UPB),70p.
- Zabeirou, H., Tankari, D. A., Gado, F. A., Guero, Y., Haougui, A. & Basso, A. (2020), Assessment of groundwater contamination by pesticide residues in marketgarden sites, department of madaouaniger. *International Journal of DevelopmentResearch*, Vol. 10, No. 09, pp. 40642-40649.
