

SCIENCES AND TECHNOLOGIES for Sustainable Agriculture

Revue scientifique à comité de lecture éditée par l'Université Nationale d'Agriculture du Bénin. Journal ayant pour vocation d'inciter et d'accompagner le développement d'une agriculture durable en Afrique et ailleurs.



- ◆ Plant productions
- ◆ Animal productions
- ◆ Forestry
- ◆ Horticulture
- ◆ Veterinary Medicine
- ◆ Fisheries science
- ◆ Biotechnology
- ◆ Rural economy
- ◆ Agro industry
- ◆ Agro-climatology
- ◆ Human nutrition
- ◆ Agricultural extension
- ◆ Conservation of bio-resources
- ◆ Food science and technology
- ◆ Rural sociology and anthropology
- ◆ Rural Engineering
- ◆ Environmental management and climate change

....



UNIVERSITE NATIONALE D'AGRICULTURE



<https://stsa.una.bj/index.php/st>

Sciences and Technologies for Sustainable Agriculture

Revue Scientifique à Comité de Lecture

Vol 5, N°1 –Janvier-Juin 2026 - ISSN: 1659-5726 (Online) 1659-634X (Print)

Publication semestrielle

Université Nationale d'Agriculture
BP 43 Kétou Email : revues.stsa@una.bj / unastad@gmail.com
Site web : <https://stsa.una.bj/index.php/st>

Comité éditorial

L'éditeur est le garant de la ligne éditoriale. Le comité éditorial est composé d'éditeurs thématiques et est présidé par un éditeur en chef et son adjoint. Le comité éditorial est nommé par une décision rectoriale.

Comité Editorial:

Editeur en chef : Dr (MC) TOTIN Edmond ;

Editeur en chef-adjoint : Dr (MC) PADONOU Elie ;

Responsable du service des publications : M. ADOUN Sènan Landry.

Editeurs Thématiques:

Champs thématiques	Editeurs thématiques
Sciences Animale et Halieutique	Dr (MC) Brice Hervé DAKPOGAN Dr (MA) Clément Dogbé ADJAHOUINOU
Sciences Végétale, Horticole et Forestière	Dr (MA) Rodrigue IDOHO Dr (MC) Ghislain TEPA-YOTTO Dr (MA) Félicien Djigbo BADOU
Sciences des Alimentaires et Nutrition	Dr (MC) Wilfried PADONOU Dr (MC) Harold HOUNHOUIGAN.
Economie et Sociologie rurales	Dr (MC) Nestor ALOKPAÏ Dr (MA) Jaures Cocou AMEGNANGLO Dr (MC) Alice BONOU
Génie rural	Dr (MC) Edem CHABI Dr (MA) Chaim Vivien DOTO

Comité Scientifique

DJOSSA Agossou Bruno (UNA - BENIN)

OKRY Kowouan Florent (UNA - BENIN)

FANDOHAN Adandé Belarmain (UNA - BENIN)

OLOUNLADE A. Pascal (UNA - BENIN)

BIAOU Gauthier (UNA - BENIN)

HOUNGNANDAN Pascal (UNA - BENIN)

SINSIN Brice (UAC - BENIN)

CODJIA Jean T. Claude (UNA - BENIN)

MENSAH Guy Appolinaire (INRAB – BENIN)

MONGBO Rock (UAC – BENIN)

SALIFOU Sahidou (UAC – BENIN)

TOSSOU Rigobert (UAC – BENIN)

AKLI Cokou (UL – TOGO)

van DAMME Patrick (Université de Gand - BELGIQUE)

AYSSIWEDE Simplicie Bosco (EISMV – SENEGAL)

NOUT Robert (PAYS - BAS)

AHOYO-ADJOVI Nestor (INRAB – BENIN)

TAMO Manuele (IITA – BENIN)

ENGELMANN Florent (IRD – BENIN)

AFFOGNON Hippolyte (CORAF)



National University of Agriculture Sciences and Technologies for Sustainable Agriculture (STSA)

ISSN: 1659-5726 (Online) 1659-634X (Print) <https://www.stsa.una.bj/index.php/st>

VOLUME 5 N° 1 (ORIGINAL ARTICLE)

Published on: 30 jun 2026

Pratiques phytosanitaires et risques potentiels pour la Santé Unique dans les agrosystèmes du Bénin

Lékowou Monique Georgina AKPO^{1,2*}, Tchoumi Ghislain Tepa-Yotto^{1,2,3}, Kossiba Jeannette Winsou², Yéyinou Laura Estelle Loko⁴, Elie Ayitondji Dannon⁴, Appolinaire Adandonon^{1,3}

¹Laboratoire des Agrosystèmes et Paysages Durables (LAPaD), Ecole Doctorale des Sciences Agronomiques et de l'Eau (EDSAE), Université Nationale d'Agriculture (UNA), BP 43 Kétou, Bénin;

²Biorisk Management Facility (BIMAF), International Institute of Tropical Agriculture (IITA), 08 BP 0932 Tri Postal, Cotonou, Bénin

³Ecole de Gestion et de Production Végétale et Semencière, Université Nationale d'Agriculture (UNA), BP 43 Kétou, Bénin

⁴Ecole Nationale Supérieure des Biosciences et Biotechnologies Appliquées (ENSBBA), Université Nationale des Sciences Technologies Ingénierie et Mathématiques (UNSTIM), BP 486 Abomey, Bénin

Résumé

Les pesticides chimiques sont couramment utilisés en agriculture pour protéger les cultures des bioagresseurs, notamment les ravageurs, les maladies et les mauvaises herbes. Cependant, leur utilisation intensive est généralement associée à des nuisances. Cette pratique a des revers multiformes. Des travaux pilotes antérieurs au Bénin évoquent des taux alarmants de résidus de pesticides dans les produits alimentaires au-delà des normes fixées par le Codex Alimentarius. Les cas d'exposition aux intoxications sont très fréquents dans les systèmes agroalimentaires à usage incontrôlé de produits chimiques. A cela s'ajoutent les risques de pollution environnementale et les menaces avérées sur la biodiversité. L'utilisation anarchique des pesticides chimiques affecte également les services écosystémiques et pourrait déréguler les chaînes alimentaires. Une enquête semi structurée a été réalisée auprès de 580 producteurs au Sud et au Nord du Bénin afin d'évaluer l'impact de cette pratique chimique de gestion des ravageurs sur les composantes de la Santé Unique. Il s'est agi particulièrement de recenser les produits phytosanitaires utilisés par les producteurs de ces zones. La perception et les connaissances des producteurs sur les effets des résidus de pesticides dans les sols et les eaux aux abords des champs, et sur la qualité des produits consommés ainsi que leurs impacts sur la santé humaine ont été évaluées. La plupart des enquêtés (56,38%), sont confrontés au problème de pression des ravageurs au nombre des contraintes prioritaires de production. La méthode de lutte la plus utilisée est l'usage des pesticides chimiques (76,45%). Parmi les pesticides recensés, seulement 20 figurent sur la liste des pesticides homologués, soit 42,55%. Les substances actives homologuées les plus utilisées sont l'emamectine benzoate, l'acétamipride, la lambda-cyhalothrine, le chlorpyrifos-éthyle, la cyperméthrine et l'abamectine. Cependant, du fait du niveau de toxicité de ces molécules vis-à-vis de l'environnement et de la santé, ces dernières doivent être utilisées avec beaucoup de précaution. La majorité des enquêtés portent au moins un masque de protection (32%) et ont affirmé avoir ressenti des malaises après les traitements phytosanitaires. Suite à l'application des pesticides, 55% des producteurs jettent les emballages, 23% les incinèrent et 14% les enterrent. Le présent travail met en exergue les risques que représente l'utilisation irrationnelle des pesticides chimiques pour les différentes composantes de l'environnement et de la santé humaine. Il propose une approche responsable de gestion des ravageurs pour promouvoir une Santé Unique.

Mots clés : Gestion des ravageurs ; pratiques à risques ; résidus de pesticides ; Santé Unique.

Abstract

Chemical pesticides are commonly used in agriculture to protect crops from pests and diseases, namely arthropod pests, plant pathogens and weeds. However, their abusive use can cause safety issues. This malpractice has multifaceted side effects. Earlier pioneering work in Benin indicates alarming rates of pesticide residues in food products beyond the limits set by the Codex Alimentarius. Reports on intoxication cases are frequent in agrifood systems characterized by indiscriminate pesticide use. Besides, there is evidence of associated environmental hazards and biodiversity loss risks. The abusive use of chemical pesticides can also affect ecosystem services and potentially break food webs. A semi-structured survey was conducted among 580 producers in southern and northern Benin to assess the impact of pesticide use on One Health outcomes. The study aimed to identify the plant protection products used by farmers in these areas. Farmers' perception and knowledge on the effects of pesticide residues on soil, water bodies nearby fields, and on human health after consumption of contaminated food were assessed. Most of the respondents (56.38%) reported pest pressure among top priority production challenges. The most used pest control method is chemical (76.45%). Of the pesticides identified, only 20 (42.55%) are on the official list of items registered and approved by the Regional Plant Protection Organization (RPPO) authorities. Major active ingredients used include the following registered molecules: emamectin benzoate, acetamiprid, lambda-cyhalothrin, chlorpyrifos-ethyl, cypermethrin and abamectin. Still, given their potential level of toxicity to the environment and human health, their use requires cautious measures. The majority of respondents wear at least a protective mask (32%) and reported feeling unwell after phytosanitary treatments. After applying pesticides, 55% of producers dispose of pesticide containers, 23% incinerate and 14% bury them. This study highlights the hazards carried by the indiscriminate use of chemical pesticides to various components of the environment and human health. The paper proposes a responsible pest management framework using One Health lens.

Keywords: Pest management; hazardous options; pesticide residues; One Health



Les auteurs conservent le copyright de leurs travaux et accordent à la revue Sciences and Technologies for Sustainable Agriculture (STSA) une licence non exclusive de publication et de diffusion. Sauf indication contraire, les articles sont publiés sous licence CC BY 4.0, permettant leur réutilisation avec attribution appropriée, les auteurs demeurant seuls responsables du contenu de leurs publications.

Corresponding author: Lékowou Monique Georgina AKPO

Received on 02 Mar 2026 and accepted on 25 Jun 2026

E-mail address: akpogeorgina@gmail.com

1. Introduction

Au Bénin, la production vivrière est prépondérante dans l'économie agricole et demeure un pilier de la sécurité alimentaire. Elle contribue également à la création de richesse à hauteur de 24,1 % en moyenne (Yessoufou et Adegnika, 2018). Le secteur maraîcher quant à lui constitue une activité socio-économique majeure dont vivent plusieurs personnes en zones urbaines, périurbaines et rurales (Houessou et al., 2021). Le maraîchage a un grand potentiel en valeur ajoutée. En effet, dans les années 2009, il a été identifié comme une filière prioritaire à promouvoir dans le domaine agricole au Bénin dans le Plan Stratégique de Relance du Secteur Agricole (PSRSA) (Adjovi et al., 2020). Ainsi, puisqu'ils assurent une part significative de l'alimentation et des revenus, les systèmes de productions maraîchère et vivrière se positionnent au centre des enjeux de durabilité agricole et de résilience face aux aléas biotiques et abiotiques. Cependant, les systèmes de cultures maraîchers et vivriers sont très souvent confrontés aux problèmes de nuisibles qui envahissent les champs occasionnant ainsi d'énormes dégâts et pertes de rendements. En effet, une douzaine d'espèces envahissantes exotiques récentes ont infligé des pertes considérables à ces cultures en Afrique de l'Ouest ces dernières décennies. Parmi elles, la chenille légionnaire d'automne, *Spodoptera frugiperda* (JE Smith, 1797) (Lepidoptera : Noctuidae) a été documentée sur le maïs (Goergen, 2016 ; Ahissou et al., 2021). En maraîchage, la teigne du chou *Plutella xylostella* (Linnaeus) (Lepidoptera : Plutellidae) demeure également un ravageur redoutable susceptible d'occasionner des baisses significatives de production. Ces impacts biologiques peuvent se traduire par des pertes socioéconomiques estimées à plusieurs milliards de dollars américains (US dollars) annuellement (Togola et al., 2025). En l'absence des stratégies de luttes adéquates en Afrique, les pertes occasionnées par *Spodoptera frugiperda* en maïsiculture peuvent aller de 8,3 à 20,6 millions de tonnes par an (Prasanna et al., 2018). Cette situation contraint les producteurs à recourir souvent aux pesticides chimiques afin de contrôler les nuisibles sur les cultures. Le relancement du secteur agricole visant à améliorer les rendements agricoles a également favorisé une utilisation intensive des pesticides chimiques contre les mauvaises herbes, les maladies ainsi que les ravageurs des cultures (Gouda et al., 2018). Or, l'utilisation abusive et incontrôlée de ces produits de synthèse est responsable des résidus toxiques laissés sur les fruits et légumes, de la pollution du sol et de l'eau, des risques pour la santé humaine et animale, et de la sélection d'individus résistants (Baudry et al., 2021 ; Tudi et al., 2021 ; Leenhardt et al., 2023). Dans le contexte actuel des changements climatiques, cette problématique a tendance à s'intensifier. On assiste en effet à une perturbation des agrosystèmes favorisant l'installation de nouvelles espèces et la résurgence de ravageurs existants tant au niveau des cultures maraîchères qu'au niveau des cultures vivrières comme le maïs. Cet état des choses provoque potentiellement l'exagération des applications des pesticides chimiques. Malgré les nombreux problèmes causés par cette option de lutte sur l'environnement et la santé, les producteurs continuent d'utiliser des volumes très élevés de pesticides chimiques à chaque production. De plus, l'inefficacité croissante de certaines molécules dans un contexte de sélection de résistances peut rendre la lutte chimique obsolète et moins durable à long terme. Bien que plusieurs projets de recherche – action se sont succédés avec pour but de réduire l'utilisation abusive des produits chimiques, leurs impacts demeurent souvent mitigés selon les systèmes de production et les territoires. Ainsi, l'objectif de la présente étude était de faire un état des lieux après les épisodes récents

des espèces invasives dévastatrices de ravageurs dans les systèmes de production ouest africains et particulièrement au Bénin. Les risques potentiels associés aux pratiques phytosanitaires dans divers systèmes de production ont été également discutés dans une perspective de Santé Unique.

2. Méthodologie

2.1. Zones d'étude

Cette étude a été conduite dans sept communes du Nord et du Sud du Bénin notamment Adjohoun, Sèmè-Kpodji, Athiémé, Grand-Popo, Kandi, N'dali et Tchaourou (Figure 1). Elles ont été sélectionnées sur la base des données statistiques de production fournies par la Direction des Statistiques Agricoles (DSA) et des types de cultures recevant un nombre élevé de traitements phytosanitaires. Les communes parcourues appartiennent respectivement à quatre (04) zones agroécologiques (ZAEs) qui sont :

- La zone agroécologique 2 : zone cotonnière nord-Bénin qui favorise la culture du sorgho, du maïs et du coton (Kandi) ;
- La zone agroécologique 3 : zone vivrière Borgou caractérisée par la production d'igname (N'dali) ;
- La zone agroécologique 5 : zone cotonnière centre propice pour la production d'une variété de cultures vivrières et de rentes (Tchaourou) ;
- La zone agroécologique 8 : zone des pêcheries située au sud-Bénin et qui est propice principalement pour les cultures telles que le maïs, le manioc et les cultures maraîchères (Adjohoun ; Athiémé ; Sèmè-Kpodji ; Grand-Popo).

2.2. Echantillonnage

Cette étude a été conduite sur deux années consécutives 2023 et 2024 à travers une enquête semi structurée avec des questionnaires. Le nombre de producteurs enquêtés dans chaque commune a été déterminé à l'aide de l'approximation normale de la distribution binomiale :

$$n = z^2 * \frac{p(1-p)}{m^2}$$

où n représente la taille de l'échantillon ; z le niveau de confiance selon la loi normale centrée réduite (pour un niveau de confiance de 95%, $z = 1,96$; pour un niveau de confiance de 99%, $z = 2,575$) ; p la proportion estimée de la population qui présente la caractéristique (lorsque cette dernière est inconnue, on approxime cette proportion à $p = 0,5$ ce qui dénote le cas le plus défavorable et donc correspond à la dispersion la plus grande) ; et m la marge d'erreur tolérée 0,12 (évoquant une précision recherchée sur la proportion réelle à 12% près).

En substituant les valeurs, la taille théorique minimale de l'échantillon est d'environ 67 producteurs par commune :

$$n = (1,96)^2 * \frac{0,5(1-0,5)}{(0,12)^2} \approx 66,7$$

Le nombre de producteurs enquêtés dans chaque commune est alors résumé dans le Tableau 1 ci-dessous. Un total de cinq cent quatre-vingts (580) producteurs ont été enquêtés dans l'ensemble des sept communes. Dans chaque commune, des questionnaires bien structurés et relatifs aux caractéristiques socio-démographiques des producteurs, les différentes activités menées, les spéculations produites, les difficultés majeures

rencontrées, les différents types de pesticides chimiques utilisés dans le contrôle des ravageurs, les modes d'acquisition, les modes d'utilisation (doses et fréquences d'application), les précautions prises avant et après les traitements phytosanitaires, les malaises ressentis à la suite de l'application des produits de même que la gestion des emballages ont été enregistrés.

Tableau 1. Nombre de producteurs enquêtés au Nord et au Sud du Bénin

Taille de l'échantillon au Nord			Taille de l'échantillon au Sud		
Commune	Echantillon requis	Nombre d'enquêtés	Commune	Echantillon requis	Nombre d'enquêtés
Kandi	67	106	Adjohoun	67	80
N'dali	67	106	Sèmè-Kpodji	67	40*
Tchaourou	67	99	Grand-Popo	67	90
			Athiémé	67	59*

*Seulement 40 et 59 producteurs ont consenti à prendre part à l'enquête respectivement à Sèmè-Kpodji et à Athiémé.

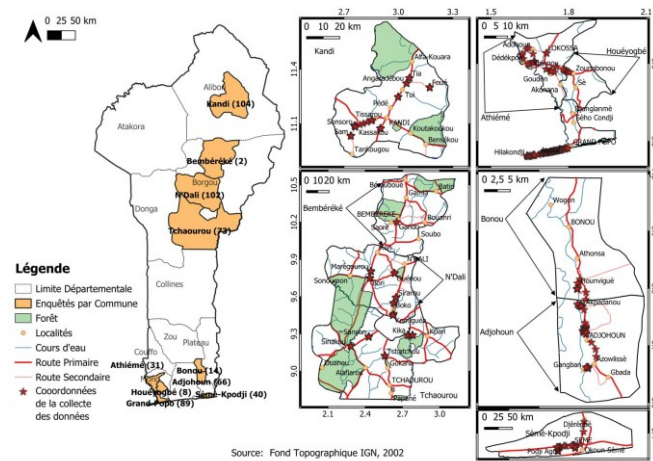


Figure 1. Cartes des régions et communes enquêtées

2.3. Analyse des données

Les données collectées avec le logiciel Kobocollect ont été téléversées dans le tableur Excel version 2108 qui a permis de faire les analyses et de réaliser les graphes et tableaux à travers les statistiques descriptives.

3. Résultats

3.1. Caractéristiques socio-démographiques des producteurs

Le Tableau 2 montre les caractéristiques sociodémographiques des producteurs au Sud et au Nord du Bénin. La quasi-totalité des producteurs étaient des hommes (93,60%) âgés de 25 à 60 ans ; et peu de femmes (6,40%) de la même tranche d'âge. La plupart des producteurs enquêtés au Nord ont un niveau d'instruction primaire (46,95%) alors que ceux du Sud sont en majorité non scolarisés (43,12%). Concernant les activités menées, 76,90% des producteurs dans l'ensemble des communes pratiquent de façon exclusive la production vivrière alors que 33,79 % s'adonnent au maraîchage.

Dans les différentes communes parcourues, les producteurs s'adonnent essentiellement au maraîchage (33,79%), à la production vivrière (76,90%) et au commerce (13,97%). Peu de producteurs pratiquent d'autres activités comme la pêche et la chasse (23,62%). Dans les communes de Adjohoun, Athiémé, Kandi, N'dali et Tchaourou, l'activité principale est la production vivrière à une proportion de 90% ; 86,44% ;

97,16% ; 97,16% et 98,99%, respectivement. Par contre, dans les communes de Grand-Popo et de Sèmè-Kpodji, la principale activité est le maraîchage, 100% dans les deux communes.

Tableau 2. Caractéristiques sociodémographiques des producteurs

Caractéristiques des producteurs	Pourcentage (%)		
Sexe	Nord	Sud	Total
Homme	99,04	87,40	93,60
Femme	0,96	12,60	6,40
Niveau d'instruction	Nord	Sud	Total
Non Scolarisé	30,23	43,12	36,20
Primaire	46,95	37,17	42,41
Secondaire	20,26	18,96	19,66
Universitaire	2,57	0,75	1,73
Age	Nord	Sud	Total
Hommes	41,0 ans	33,1 ans	
Femmes	40,0 ans	40,3 ans	
Activités menées	Nord	Sud	Total
Production vivrière	97,75	45,72	76,90
Maraîchage	0,32	53,53	33,79
Commerce	1,29	0,74	13,97
Autre	1,61	5,94	23,62

3.2. Pratiques phytosanitaires des producteurs

Les producteurs rencontrés font face à bon nombre de défis au cours de la production agricole. La plupart d'entre eux (56,38%) rencontrent des problèmes de pression parasitaire pendant que d'autres (21,03%) font face à la baisse de la fertilité du sol, au déficit d'eau (5,19%) et à d'autres problèmes comme le manque de moyens financiers pour se procurer des intrants (17,40%).

Afin de pallier au problème de pression parasitaire dans leurs systèmes de production, les producteurs enquêtés font recours à plusieurs moyens de lutte d'origine chimique et biologique. Ainsi, la majorité des producteurs enquêtés (76,45%) ont utilisé la lutte chimique pour la gestion des ravageurs. Selon ces derniers, cette forme de lutte est plus appropriée car lutte efficacement contre les ravageurs en un temps record. Peu de producteurs ont affirmé avoir utilisé les produits biologiques (7,46%) et les pratiques culturales (8,79%) pour la maîtrise des ravageurs. Par ailleurs, certains producteurs (7,30%) n'ont utilisé aucune de ces méthodes dans la gestion des ravageurs car selon eux, l'usage de ces produits nuit dangereusement à la santé humaine.

La Figure 2 montre la proportion des hommes et des femmes utilisant différentes méthodes de lutte dans le contrôle des ravageurs. De cette figure, il ressort globalement que la lutte chimique est la méthode de lutte la plus utilisée par rapport à la lutte biologique. Au Nord par exemple,

61,7% des hommes enquêtés utilisent de façon exclusive les pesticides chimiques. Une proportion de 24% des producteurs fait recours aux pesticides biologiques et 14,3% ne font aucune gestion des ravageurs alors que 100% des femmes enquêtées utilisent uniquement les pesticides chimiques. Par ailleurs, les producteurs rencontrés au Sud utilisent exclusivement les pesticides chimiques (100%, hommes et femmes confondus). Cependant, ces derniers ont occasionnellement recours aux pesticides biologiques à raison de 14,7% des femmes et encore moins chez les hommes (8,1%).

La Figure 3 quant à elle montre la proportion de personnes scolarisées ou non adoptant l'une ou l'autre des pratiques phytosanitaires. Sur cette figure, il ressort qu'au Nord, les pesticides chimiques sont plus utilisés par les non scolarisés (80,9%) alors que les pesticides biologiques sont plus utilisés par ceux qui ont atteint le niveau universitaire (37,5%). Au Sud, les observations sont les mêmes à l'exception du fait que les pesticides biologiques sont utilisés par ceux ayant un niveau d'étude primaire (10%).

Un total de 47 pesticides (Tableau 4) ont été recensés dans l'ensemble des communes sondées. Les matières actives homologuées les plus citées et utilisées sont : l'emamectine benzoate (28,22%), la lambda-cyhalothrine (12,78%), la cyperméthrine (10,25%), l'abamectine (7,72%), le chlorpyrifos-éthyle (7,23%) et l'acétamipride (5,30%). Parmi les familles chimiques, les plus utilisées sont les Avermectines (35,94%), les Pyréthrinoides (24,86%), les Organophosphorés (19,14%) et les Néonicotinoïdes (8,56%). Trois circuits d'approvisionnements régissent ces différents pesticides recensés. La majorité des enquêtés (42,41%) ont obtenu les produits phytosanitaires à partir du circuit formel de distribution régi par les textes en vigueur au Bénin. La plupart de ces derniers (20,7%) ont affirmé qu'ils appliquent ces produits conformément aux doses recommandées sur les notices pendant que d'autres (4,7%) se servent des bouchons ou couvercles du pesticide comme dosette. Certains (23,4%) affirment même qu'ils n'emploient pas de dosage standard mais que l'application dépend de l'état du champ, de la sévérité des attaques des ravageurs ou des maladies, d'où les doses variables observées sur la figure 5. Une minorité (15,17%) obtient les produits phytosanitaires à partir du deuxième circuit d'approvisionnement qui est celui créé par les coopératives des producteurs qui les achètent du secteur formel et les revendent aux membres de leur coopérative. Le troisième circuit d'approvisionnement est celui du secteur informel. Un nombre non négligeable de producteurs (32,93%) passe par ce circuit pour acquérir les produits venant des pays voisins comme le Nigéria, le Ghana et le Togo. Ces derniers ne sont ni homologués, ni provisoirement autorisés par le Comité Sahélien des Pesticides (CSP) du Comité Permanent Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel (CILSS) dont le Bénin est membre spécifiquement pour les règlements liés aux pesticides. La menace de ces produits réside dans le fait que leur composition chimique exacte n'est généralement pas connue et ils sont très souvent ouverts, reconditionnés

et vendus en de petits volumes aux producteurs sans moyens. Leur application se fait au bon vouloir des producteurs qui ne connaissent ni la dose, ni la fréquence d'application, ni les ravageurs cibles et les cultures hôtes.

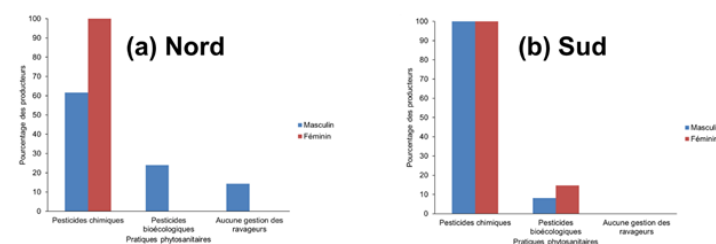


Figure 2. Pratiques phytosanitaires selon le sexe, (a) au Nord et (b) au Sud du Bénin

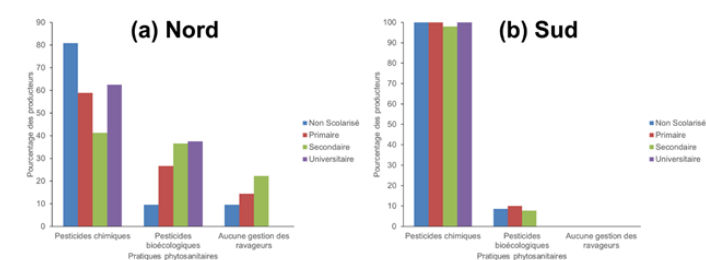


Figure 3. Pratiques phytosanitaires selon le niveau d'instruction, (a) au Nord et (b) au Sud du Bénin

Tableau 3. Caractéristiques socio-démographiques et pratiques phytosanitaires des producteurs enquêtés par localité

Caractéristiques	Modalités	Proportions de répondants (95 % IC)						
		Sud				Nord		
		Adjohoun	Athiémé	Grand-Popo	Sèmè-Kpodji	Kandi	N'dali	Tchaourou
Sexe	Masculin	80 [76,8-83,2]	81,2 [75,4- 87,0]	88,9 [84,0-93,8]	87,5 [80,0-95,0]	97,2 [94,0- 100,0]	100 [97,3-100,0]	100 [97,6-100,0]
	Féminin	20 [16,8-23,2]	18,8 [13,0- 24,6]	11,1 [6,2-16,0]	12,5 [3,0-22,0]	2,8 [0,3-5,3]	0 % [0-2,7]	0 [0-2,4]
Niveau d'instruction	Non scolarisé	50,0 [40,3-59,7]	71,2 [62,2- 80,2]	25,6 [19,3-32,0]	27,5 [17,6-37,4]	59,4 [53,1-65,8]	26,4 [20,1-32,8]	3,0 [0,0-6,8]
	Primaire	37,5 [28,0-47,0]	22,0 [12,4- 31,1]	43,3 [36,4-50,2]	45,0 [34,3-55]	30,2 [23,9-36,6]	41,5 [34,5-48,5]	70,7 [63,5-77,9]
	Secondaire	11,3 [5,3-17,3]	6,8 [1,7-11,8]	30,0 [23,2-36,8]	27,5 [17,6-37,4]	9,4 [4,2-14,6]	29,2 [22,4-36,0]	22,2 [16,4-28,0]
	Universitaire	1,3 [0,0-4,5]	0,0 [0,0-5,5]	1,1 [0,0-4,3]	0,0 [0,0-13,5]	0,9 [0,0-3,7]	2,8 [0,0-6,3]	4,0 [1,0-7,0]
Pratiques phytosanitaires	Pesticides chimiques	100,0 [95,3- 100,0]	100,0 [92,0-100,0]	100,0 [95,7-100,0]	97,5 [88,3-100,0]	90,6 [86,0-95,1]	47,2 [39,9-54,6]	47,5 [39,1-56,0]
	Pesticides bioécologiques	28,8 [20,0- 38,7]	0,0 [0,0-6,4]	0,0 [0,0-4,3]	2,5 [0,0-7,4]	7,5 [2,1-12,9]	25,5 [19,3-31,7]	39,4 [32,0-46,8]
	Aucune gestion des ravageurs	0,0 [0,0-4,5]	0,0 [0,0-8,1]	0,0 [0,0-4,1]	0,0 [0,0-9,1]	1,9 [0,0-5,6]	27,4 [21,2-33,6]	13,1 [8,2-18,0]

Tableau 4. Liste des pesticides chimiques recensés au Nord et au Sud du Bénin

Nom commercial	Substance active	Famille chimique	Niveau de toxicité	Proportion (%)
*Acarius	Abamectine (18 g/L _v)	Avermectines	2	6,15
Aldrine	Aldrine	Organochlorés		2,98
Amino force	Diméthylammonium	Ammonium quaternaire		0,10
*Bella	Chlorpyrifos-éthyle (400 g/L)	Organophosphorées	3	5,77
	Deltaméthrine (24 g/L)	Pyréthroïdes	3	
*Belt expert	Flubendiamide (240 g/L _v)	Benzamides	4	2,12
	Thiaclopride (240 g/L)	Néonicotinoïdes	4	0,19
Black diamond	Clothianidin	Néonicotinoïdes	4	
Caterpillar	Emamectin Benzoate 5 %	Avermectines	3	0,10
<i>Chap</i>	-			0,10
*Coga	Mancozeb (800 g/kg)	Dithiocarbamates	5	0,87
*Cotochem	Fluométuron (250 g/L)	Urées	5	0,10
	Prométryne (250 g/L)	Triazines	5	
Cottonix	Fluometuron/ Diuron	Urées		3,08
*Cypercil	Cyperméthrine (50 g/L)	Pyréthroïdes	3	0,48
<i>Ça va aller</i>	-			0,19
Dd force	Dichlorvos	Organophosphorées	3	1,15
Diazol liquid	Diazinon 600 g/L	Organophosphorées	3	0,10
*Dominator	Trifloxysulfuron-sodium (11g/L)	Sulphonylurées		0,10
Dursban	Chlorpyrifos-éthyle (300g/kg)	Organophosphorées	3	1,83
*Emmacot	Emamectine benzoate (300 g/kg)	Avermectines	3	22,5
Gbayedo	Deltaméthrine	Pyréthroïdes	3	1,35
	Chlorpyrifos-éthyle	Organophosphorés	3	
Halte	Cyperméthrine 2,20g/L	Pyréthroïdes	3	0,19
	Pipéronyl butoxide 0,94g/L	Benzodioxoles	5	
	d-trans-tétraméthrine 0,33g/L	Pyréthroïdes		
*Idefix	Hydroxyde de cuivre (655 g/kg)	Hydroxyde de cuivre (II)		0,10

*Jarcobia	Indoxacarbe (50g/L) Nitenpyram (150g/L) Pyriproxyphene (150g/L)	Néonicotinoïdes Oxadiazines Néonicotinoïdes Pyridines	4 4 5	2,79
*K Optimal	Acétamipride (20 g/L) Lambda cyhalothrine (15 g/L)	Pyréthroïdes Pyréthroïdes	3 3	0,48
Kinikini	-			0,10
*Lambda	Lambda-cyhalothrine (25g/L)	Pyréthroïdes	3	10,19
*Lamdoc	Lambda-cyhalothrine (25g/L)	Pyréthroïdes	3	0,38
*Manga plus	Mancozeb (800 g/kg)	Dithiocarbamates	5	0,10
*Momtaz	Imidaclopride (250 g/kg) Thirame (200 g/kg)	Néonicotinoïdes Dithiocarbamates	4 4	0,10
Nematicid	Carbofuran	Carbamates	2	0,29
Nematude	Carbofuran	Carbamates	2	0,96
*Pacha	Acétamipride (10 g/L) Lambda cyhalothrine (15 g/L)	Pyréthroïdes Pyréthroïdes	3 3	3,56
Pia pia	-			0,77
	Cyperméthrine/ éthyle	Chlorpyrifos- éthyle	Pyréthroïdes Organophosphorées	3 3
*Pyricol	Chlorpyrifos-éthyle (50 g/kg)	Organophosphorées	3	0,10
Pyro	Cyperméthrine (72g/L) Chlorpyrifos-éthyle (600g/L)	Pyréthroïdes Organophosphorées	3 3	8,17
Scorth	Emamectine benzoate Acetamipride	Avermectines Pyréthroïdes	3 3	0,19
Suidime	-			0,10
*Sunpyrifos	Chlorpyrifos-éthyle (480 g/L)	Organophosphorés	3	1,92
*Thalis	Acétamipride (12 g/L) Emamectine benzoate (24 g/L)	Pyréthroïdes Avermectines	3 3	4,23
*Thunder	Betacyfluthrine (45 g/L) Imidaclopride (100 g/L)	Pyréthroïdes Néonicotinoïdes	2 4	3,75
Tops-M	Méthylthiophanate (800g/Kg)	Benzimidazole	5	0,67
Top sect	Thiophanate-methyl (70g/kg)	Benzimidazole	5	0,77
Topsin M	Méthylthiophanate	Benzimidazole	5	0,19
Total	-			0,10
Typhon	Acétamipride (20 g/L) Indoxacarbe (30 g/L)	Pyréthroïdes Néonicotinoïdes	3 3	0,10
Vytal	30 oxamil	Carbamates	1	0,19
Yara super	-			0,19
Zap	-			0,10

Les chiffres indiquent les catégories de dangers selon la classification de l'OMS. Le niveau 1 est le plus toxique. Les astérisques (*) indiquent les pesticides chimiques homologués par le Comité Sahélien des Pesticides (CSP) du Comité Permanent Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel (CILSS).

Parmi tous les pesticides recensés, seulement 20 sont homologués et autorisés par le Comité Sahélien des Pesticides (CSP), les substances actives de ces derniers sont renseignées dans le Tableau 4.

Les matières actives des pesticides homologués les plus utilisés au Nord comme au Sud du Bénin sont consignées dans la Figure 4.

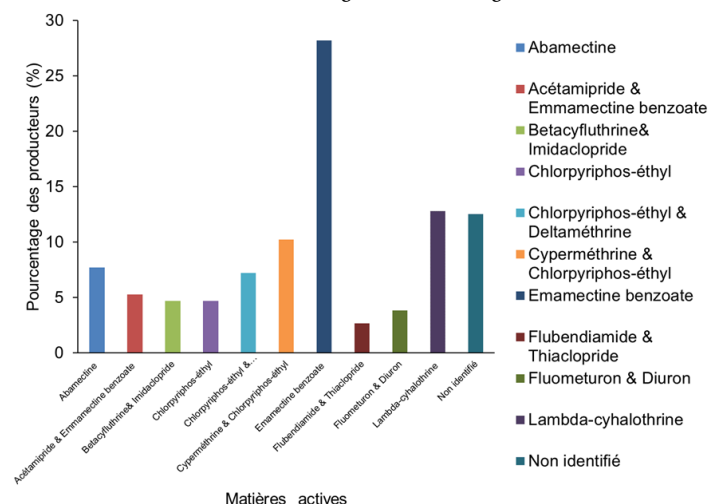


Figure 4. Matières actives des pesticides homologués les plus utilisés au Nord et au Sud du Bénin

3.3. Doses de pesticides chimiques appliquées par les producteurs

La figure 5 révèle que les doses d'application des pesticides varient d'un producteur à un autre. Ainsi, la majorité des enquêtés qui appliquent les pesticides conformément aux recommandations sur la notice du produit sont des hommes (18,4%) appartenant pour la plupart à la catégorie non scolarisée. Cependant, en cumulant les autres modalités d'application, on constate qu'une proportion importante de producteurs recourt à des dosages aléatoires qui pourraient constituer des risques potentiels de surdosages.

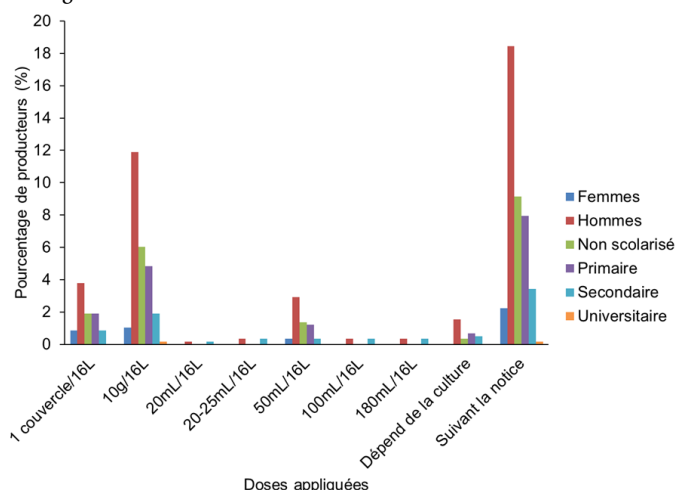


Figure 5. Doses d'application des pesticides selon le niveau d'instruction et le sexe. Les différentes doses de pesticides sont généralement diluées dans 16 litres d'eau.

3.4. Gestion des emballages vides

Après l'utilisation des pesticides, les emballages vides sont souvent laissés dans les champs ou dans les environs. La majorité des producteurs rencontrés (55%) ont affirmé jeter les emballages vides, pendant que peu d'entre eux (23,10%) les incinèrent, et une faible minorité (14,14%)

procède à leur mise en terre. Aucun cas de conservation ou de réutilisation de ces emballages n'a été signalé par les producteurs, ce qui témoigne de leur niveau de conscience ou de sensibilisation sur la gestion des emballages des pesticides après utilisation (Figure 6).

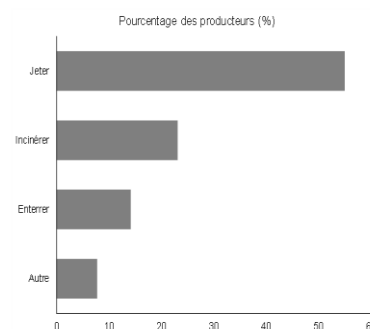


Figure 6. Gestion des emballages des pesticides après utilisation

3.5. Mesures de protection

Les mesures de protection au cours de l'application des produits chimiques dans les champs varient selon les enquêtés entre les masques de protection, les gants et les Equipements de Protection Individuelle (EPI) (Figure 7). Cependant, il y a une part non négligeable de producteurs (28%) qui ne se protège pas du tout pendant les traitements phytosanitaires. Certains enquêtés (31,6%) ont également affirmé avoir ressenti fréquemment des malaises tels que le vertige, les maux de ventre et des irritations de la peau suite à l'application des pesticides chimiques dans leurs champs. D'autres en revanche ont affirmé (68,23%) n'avoir ressenti aucune affection suite à l'usage des produits phytosanitaires. Ces affections surviennent généralement lorsque le producteur ne se protège pas avec l'EPI pendant qu'il applique le traitement chimique dans son champ.

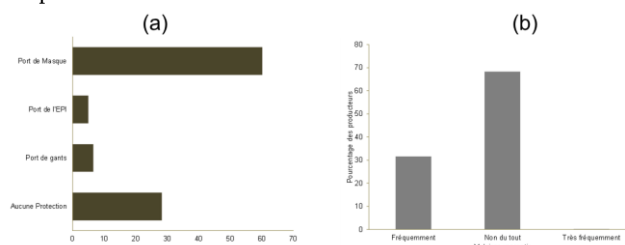


Figure 7. Mesures de protection pendant les traitements phytosanitaires (a) et malaises ressentis après application des produits chimiques de synthèse (b).

4. Discussion

Cette étude a permis de mettre en évidence les comportements phytosanitaires des petits producteurs du Bénin dans la gestion des ravageurs. Les résultats ont montré que la quasi-totalité des producteurs a utilisé la lutte chimique pour le contrôle des ravageurs pendant qu'une minorité a préféré l'utilisation des produits biologiques conformément aux tendances observées dans plusieurs études où la lutte chimique demeure la plus utilisée par rapport aux biopesticides (Kpadenou *et al.*, 2019; Constantine *et al.*, 2020; Ouedraogo *et al.*, 2025). Dans ces études les producteurs ont évoqué certaines limites liées à l'utilisation des biopesticides, notamment, sur leur spécificité, leur lenteur d'action, et leur inaccessibilité.

Ces résultats pourraient s'expliquer d'une part par le besoin de plus en plus croissant d'augmenter la productivité (Paudel *et al.*, 2024) et d'autre part par le fait que les produits chimiques sont immédiatement

disponibles, moins coûteux et très efficaces en un temps record que ceux d'origine biologique qui ne sont pas toujours accessibles et qui sont un peu plus chers.

Parmi les produits chimiques recensés, les insecticides sont les plus utilisés par les enquêtés suivis des fongicides, des acaricides et des nématicides. Ce même résultat a été rapporté par Paudel *et al.*, (2024) et Bhandari *et al.*, (2023), dans des études réalisées au Népal où les insecticides sont les plus utilisés par les producteurs enquêtés.

Les familles chimiques les plus utilisées parmi les pesticides recensés sont les avermectines, les pyréthriinoïdes, les organophosphorés et les néonicotinoïdes. Bien que ces familles chimiques soient autorisées à l'utilisation, elles ne sont pas sans danger. En effet, l'exposition aux organophosphorés entraîne des maladies cardiovasculaires (Hung *et al.*, 2015), des effets néfastes sur le système de reproduction masculin et sur le système nerveux ainsi que des troubles de la raison (Jamal *et al.*, 2016). Les femmes enceintes exposées à ce pesticide peuvent connaître une réduction de la période gestationnelle. Les enfants à naître peuvent développer des troubles neurologiques (Rauh *et al.*, 2015). Les pyréthriinoïdes ont la capacité de perturber le système endocrinien (Pandey et Mohanty, 2015). Des études ont démontré leur aptitude à affecter la reproduction ainsi que le comportement reproductif chez les animaux de laboratoire et chez l'homme (Jaensson *et al.*, 2007 ; Jurewicz *et al.*, 2015). Les Néonicotinoïdes quant à eux, entre temps reconnus pour leurs effets non-cibles, ont récemment été découverts comme néfastes aux abeilles (Williams *et al.*, 2015). Ils ont également des effets négatifs sur les systèmes endocriniens et reproducteurs des animaux et sont capables d'augmenter l'expression de l'enzyme aromatasé impliqué dans le cancer du sein chez les femmes (Caron-Beaudoin *et al.*, 2016). Les résidus de certains pesticides peuvent contaminer les eaux de boissons des animaux et des hommes créant ainsi des maladies et des effets néfastes sur les écosystèmes aquatiques (Leenhardt *et al.*, 2023).

La majorité des enquêtés achètent les pesticides à travers le circuit d'approvisionnement informel. Certains produits sont achetés en vrac dans de petits sachets sans notice. Cette pratique est largement documentée et très courante en Afrique de l'Ouest (Houngnihin *et al.*, 2021 ; Hagblade *et al.*, 2022) exposant ainsi les producteurs à d'importants risques de contamination par des substances actives non homologuées (Adechian *et al.*, 2015; Isgren et Andersson, 2021). Ceci corrobore également les résultats de Ahouangninou *et al.* (2011) où 62% des enquêtés ont acheté les produits phytosanitaires reconditionnés par les détaillants. Cette pratique est dangereuse du fait de l'origine douteuse des produits et de la non-maitrise des matières actives qui y sont présentes.

Les producteurs enquêtés ont pour la plupart (Nord et Sud) un niveau d'instruction primaire. Ceci constitue un atout pour la mise en place de programmes de formation en gestion et sécurité des pesticides chimiques et des sensibilisations fréquentes sur les dangers pour la santé humaine, animale ainsi que pour l'environnement et la biodiversité. En effet, le niveau d'étude est identifié comme étant un déterminant significatif de l'adoption des pratiques phytosanitaires dans plusieurs pays ouest-africains notamment le Nigéria (Adeola *et al.*, 2025; Oshingbade *et al.*, 2025).

Lors de l'application de ces produits chimiques, la plupart des enquêtés se réfèrent à la notice. Cela peut s'expliquer par le niveau d'instruction plus ou moins élevé qui permet d'effectuer les dosages appropriés des produits phytosanitaires dans les conditions d'application idoines. Plusieurs études ont d'ailleurs démontré que la connaissance et l'adoption des méthodes d'application plus sécuritaires des pesticides chimiques dépendent du

niveau d'instruction (Mequanint *et al.*, 2019; Mubushar *et al.*, 2019). Cependant, le niveau d'instruction n'empêche pas une mauvaise utilisation des pesticides. En effet, certains appliquent des doses plus élevées que celles recommandées parce que selon eux, à dose élevée, une meilleure satisfaction sur l'efficacité du produit. Ce même résultat a été observé dans une étude réalisée au Maroc sur l'utilisation des engrais et des pesticides par des agriculteurs (Naamane *et al.*, 2020). De même en Ethiopie, Negatu *et al.* (2016) ont montré que la connaissance des dangers ne se traduit pas systématiquement par une pratique sécuritaire chez les producteurs. Par ailleurs, le surdosage des pesticides en raison de leur efficacité a été quantifié en Tanzanie par Kapeleka (2024) dont l'étude révèle des concentrations de matières actives très supérieures aux recommandations mondiales chez les producteurs.

Au cours des traitements phytosanitaires, certains se protègent soit avec un masque de protection, soit avec des gants, ou avec un Equipement de Protection Individuelle (EPI). Par contre, d'autres ne se protègent pas du tout. Les mesures de protection les plus utilisées (masques et gants) ne sont pas appropriées et exposent directement les producteurs aux pesticides. Le même constat a été fait par Okoffo *et al.* (2016) dans une étude réalisée au Ghana où une minorité de producteurs utilisent les EPI. De même en Ethiopie, il a été rapporté par Hussien Ahmed *et al.* (2024) que seulement 28,8% des producteurs utilisaient les EPI de manière constante. Ceci représente d'énormes risques pour la santé et peut être responsable d'innombrables maladies et effets secondaires tels que les irritations cutanées, oculaires, les maux de ventre, les maladies chroniques aiguës. Cette faible adoption des EPI malgré la connaissance des risques est confirmée par Sapbamrer et Thammachai (2020) qui identifient le coût, l'inconfort et le manque de disponibilité des EPI comme les principaux freins à leur utilisation.

En ce qui concerne les effets secondaires liés à l'application des pesticides chimiques, certains producteurs ont affirmé avoir déjà ressenti de façon fréquente des malaises tels que les vertiges, les maux de tête, les maux de ventre et les nausées suite à l'application des pesticides dans leurs champs. Ce constat est similaire à celui de Ahouangninou *et al.* (2023) chez les maraîchers du sud du Bénin où 23,9% déclaraient une irritation oculaire, 15,2% une irritation cutanée et 10% des nausées liées à l'exposition aux pesticides chimiques. Ces mêmes symptômes ont été observés chez des producteurs au Mali (Le Bars *et al.*, 2022). Les malaises sont dus à la nature des matières actives contenues dans les produits utilisés et à l'absence d'utilisation d'un Equipement de Protection Individuel (EPI) qui est le moyen le plus sûr pour éviter d'être exposé aux pesticides. Ceci corrobore une étude réalisée en Inde qui montrait la relation entre l'usage des pesticides chimiques et les maladies liées à l'exposition à ces produits chez les agriculteurs (Sharma et Singhvi, 2017), ainsi qu'une autre investigation similaire réalisée au Brésil (de-Assis *et al.*, 2021). De même, Sapbamrer et Nata (2014) ont rapporté que des producteurs de riz exposés aux pesticides avaient une prévalence très élevée de symptômes respiratoires et digestifs comparativement à ceux non exposés. Sur le plan physiopathologique, Kamel et Hoppin (2004) soulignent que l'exposition chronique, peut entraîner une augmentation de la prévalence de symptômes neurologiques tels que les céphalées et les vertiges. De plus, l'exposition des agriculteurs aux pesticides chimiques dépend des précautions prises lors de l'application ainsi que des conditions d'application (Gouda *et al.*, 2018). Ce lien entre connaissances des risques, pratiques de sécurité et survenue d'intoxications aiguës a également été démontré par Keleb *et al.* (2024) et Gesesew *et al.* (2016). Suite à l'application des produits phytosanitaires, les emballages sont soit jetés ; incinérés ou enterrés. Ces modes de gestion des emballages

comportent des risques pour l'environnement et la santé. En effet, lorsqu'ils sont jetés, les emballages échouent dans des points d'eaux et polluent l'écosystème aquatique. La mise en terre quant à elle entraîne la contamination des nappes phréatiques et l'incinération conduit à l'émission de gaz nocifs ainsi que des polluants organiques persistants néfastes pour la santé humaine et l'environnement en général (Tchamadeu *et al.*, 2017). Au Congo, Mushagalusa Balasha *et al.* (2023) ont observé que 60% des emballages des pesticides étaient laissés sur les exploitations maraîchères contribuant à la pollution généralisée de l'environnement agricole.

5. Conclusion

Ce travail nous a permis de faire un inventaire des pesticides chimiques utilisés par les agriculteurs au Nord et au Sud du Bénin et de comprendre les pratiques phytosanitaires et les risques sanitaires liés à ces approches. L'insuffisance de formation des producteurs par rapport aux bonnes pratiques régissant l'utilisation rationnelle des pesticides chimiques peut potentiellement constituer l'origine de nombreux problèmes environnementaux et sanitaires au sein de chaque région. Les pesticides proviennent souvent des circuits d'approvisionnement douteux où la nature des substances actives n'est pas connue. Plusieurs des pesticides utilisés ne sont pas également catalogués sur les listes autorisées. Les doses à appliquer ne sont pas souvent respectées et les précautions de sécurité avant, pendant et après les traitements phytosanitaires ne sont pas non plus respectées. Malgré cet état de choses ainsi que les nombreux impacts négatifs des produits chimiques dans les systèmes agraires, leur utilisation ne cesse d'accroître sur l'argument d'efficacité. Pour pallier ce problème et sauvegarder la santé des hommes, des animaux, du sol, de l'eau et des écosystèmes, il est impérieux de mettre en place des programmes de formations régulières. Les modules de formation peuvent concerner l'utilisation responsable des pesticides chimiques, les bonnes pratiques d'usage, les mesures de sécurité, les doses d'application, le respect rigoureux des délais avant récolte (DAR), l'utilisation des produits homologués par l'état ou les entités régionales de protection des végétaux. De plus, il s'avère crucial de mettre un accent particulier sur la sensibilisation des agriculteurs et surtout des populations les plus vulnérables (femmes et enfants) sur les dangers liés à l'exposition aux pesticides chimiques de synthèse ainsi qu'à la mauvaise gestion de leurs emballages. La réduction au maximum de ces produits phytosanitaires chimiques en faveur des produits biologiques d'efficacité équivalente contre les ravageurs de cultures est capitale pour la préservation de façon durable de notre environnement et de tout ce qui s'y trouve, le sol, l'eau, les animaux, les plantes et les êtres humains. Enfin, les politiques publiques pourraient lever des fonds au profit des recherches sur les alternatives efficaces et subventionner l'intégration de ces approches pour promouvoir leur adoption à large échelle en partenariat avec le secteur privé.

Contribution des auteurs

Lékowou Monique Georgina Akpo : Conceptualisation, Investigation, Méthodologie, Rédaction – ébauche initiale. Tchoromi Ghislain Tapa-Yotto : Conceptualisation, Investigation, Rédaction – revue et contributions, Mobilisation des ressources. Kossiba Jeannette Winsou : Investigation, Rédaction – revue et contributions, Yêinou Laura Estelle Loko : Supervision, Rédaction – revue et contributions, Elie A. Dannon : Supervision, Rédaction – revue et contributions, Appolinaire Adandonon : Supervision, Rédaction – revue et contributions.

Remerciements

Les auteurs expriment leur gratitude aux producteurs du Bénin pour leur coopération dans le cadre de la collecte des données.

Financement

Les auteurs sont très reconnaissants à Biorisk Management Facility (BIMAF), International Institute of Tropical Agriculture (IITA) pour la mobilisation des ressources à travers les projets phares sur la résilience des systèmes agro-alimentaires face aux changements climatiques.

Conflits d'intérêt

Les auteurs n'expriment aucun conflit d'intérêt.

Approbation éthique

Les auteurs confirment que toutes les méthodes ont été mises en œuvre conformément aux directives et réglementations applicables au sein des institutions de tutelle. Les protocoles expérimentaux ont été approuvés et un consentement éclairé a été obtenu auprès de tous les sujets participant à cette étude.

Disponibilité des données

Les données seront mises à disposition sous demande. Au besoin, vous pouvez envoyer un courriel au Dr. Tchoromi Ghislain Tapa-Yotto (ghislain.tapa@una.bj).

6. Références bibliographiques

- Adechian, S. A., Baco, M. N., Akponikpe, I., Toko, I. I., Egah, J., et Affoukou, K. (2015). Les pratiques paysannes de gestion des pesticides sur le maïs et le coton dans le bassin cotonnier du Bénin. *VertigO-La Revue Électronique En Sciences de l'environnement*, (15–2). <https://journals.openedition.org/vertigo/16534>
- Adeola, A., Van Gestel, C. A., Doherty, V. F., Aneyo, I. A., Ajagbe, F., et Kasule, F. (2025). Regional variations and determinants of pesticide use among farmers in Southwestern Nigeria: Implications for sustainable agriculture. *Frontiers in Agronomy*, 7, 1503899.
- Adjovi, I. S. M., Adjovi, C. Y. S., Ayi-Fanou, L., Ayandji, P., et Sanni, A. (2020). Les pratiques d'utilisation des pesticides par les maraîchers au Bénin: Perspectives sociologiques. *Global Journal of Arts, Humanities and Social Sciences*, 8(2), 22–45.
- Agboyi, L. K., Ketoh, G. K., Martin, T., Glitho, I. A., et Tamo, M. (2016). Pesticide resistance in *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) populations from Togo and Benin. *International Journal of Tropical Insect Science*, 36(4), 204–210.
- Ahissou, B., Sawadogo, W., Bokonon-Ganta, A., Somda, I., et Verheggen, F. (2021). Integrated pest management options for the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* in West Africa: Challenges and opportunities. A review. *Biotechnologie Agronomie société et Environnement*, 25(3), 192–207. (WOS:000713027800005).
- Ahouangninou, C., Fayomi, B., et Martin, T. (2011). *Évaluation des risques sanitaires et environnementaux des pratiques phytosanitaires des producteurs maraîchers dans la commune rurale de Tori-Bossito (Nord-Bénin)*. <https://agritrop.cirad.fr/560500>
- Ahouangninou, C., Nassi, K., Hounkpatin, F., Aguemou, B., Martin, T., Kestemont, M.-P., et Edorh, P. (2023). Knowledge of pictograms on pesticide bottles among market gardeners in southern Benin. *Environnement, Risques et Santé*, 22(3), 197–204.
- Bhandari, G., Chiaia-Hernández, A. C., Atreya, K., Geissen, V., et Singh, S. P. (2023). Knowledge and practices of commercial banana farmers related to pesticide use in Chitwan district, Nepal; a cross-sectional study and meta-analyses. *Environmental Monitoring and Assessment*, 195(12), 1490. <https://doi.org/10.1007/s10661-023-12093-w>

- Caron-Beaudoin, É., Denison, M. S., et Sanderson, J. T. (2016). Effects of neonicotinoids on promoter-specific expression and activity of aromatase (CYP19) in human adrenocortical carcinoma (H295R) and primary umbilical vein endothelial (HUVEC) cells. *Toxicological Sciences*, 149(1), 134–144.
- Constantine, K. L., Kansime, M. K., Mugambi, I., Nunda, W., Chacha, D., Rware, H., Makale, F., Mulema, J., Lamontagne-Godwin, J., Williams, F., Edgington, S., et Day, R. (2020). Why don't smallholder farmers in Kenya use more biopesticides? *Pest Management Science*, 76(11), 3615–3625. <https://doi.org/10.1002/ps.5896>
- de-Assis, M. P., Barcella, R. C., Padilha, J. C., Pohl, H. H., et Krug, S. B. F. (2021). Health problems in agricultural workers occupationally exposed to pesticides. *Revista Brasileira de Medicina Do Trabalho*, 18(3), 352.
- Forbanka, D. N., Stemele, M. A., Heshula, L. U.-N. P., Dzemo, W. D., Kotey, D. A., Taruvinga, A., et Tshivhandekano, P. G. (2023). Distribution and fixed-precision sampling plans for diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae), on winter-spring cabbage. *Journal of Economic Entomology*, 116(5), 1551–1559.
- Gesese, H. A., Woldemichael, K., Massa, D., et Mwanri, L. (2016). Farmers knowledge, attitudes, practices and health problems associated with pesticide use in rural irrigation villages, Southwest Ethiopia. *PloS One*, 11(9), e0162527.
- Goergen, G., Kumar, P. L., Sankung, S. B., Togola, A., et Tamò, M. (2016). First report of outbreaks of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera, Noctuidae), a new alien invasive pest in West and Central Africa. *PloS One*, 11(10), e0165632.
- Gouda, A.-I., Toko Imorou, I., Salami, S.-D., Richert, M., Scippo, M.-L., Kestemont, P., et Schiffers, B. (2018). Pratiques phytosanitaires et niveau d'exposition aux pesticides des producteurs de coton du nord du Bénin. *Cahiers Agricultures*, 27. <https://orbi.uliege.be/handle/2268/230736>
- Hung, D.-Z., Yang, H.-J., Li, Y.-F., Lin, C.-L., Chang, S.-Y., Sung, F.-C., et Tai, S. C. (2015). The long-term effects of organophosphates poisoning as a risk factor of CVDs: A nationwide population-based cohort study. *PloS One*, 10(9), e0137632.
- Hussen Ahmed, H., Astatike, H., Fekadu, S., et Mekonen, S. (2024). Analyzing Factors Affecting Farmers' Safe Pesticide Handling Practices in Southwest of Ethiopia: Implications for Policy. *Environmental Health Insights*, 18, 11786302241256495. <https://doi.org/10.1177/11786302241256495>
- Isgren, E., et Andersson, E. (2021). An Environmental Justice Perspective on Smallholder Pesticide Use in Sub-Saharan Africa. *The Journal of Environment & Development*, 30(1), 68–97. <https://doi.org/10.1177/1070496520974407>
- Jaensson, A., Scott, A. P., Moore, A., Kylin, H., et Olsén, K. H. (2007). Effects of a pyrethroid pesticide on endocrine responses to female odours and reproductive behaviour in male parr of brown trout (*Salmo trutta* L.). *Aquatic Toxicology*, 81(1), 1–9.
- Jamal, F., Haque, Q. S., Singh, S., et Rastogi, S. (2016). Retracted: The influence of organophosphate and carbamate on sperm chromatin and reproductive hormones among pesticide sprayers. *Toxicology and Industrial Health*, 32(8), 1527–1536. <https://doi.org/10.1177/0748233714568175>
- Jurewicz, J., Radwan, M., Wielgomas, B., Sobala, W., Piskunowicz, M., Radwan, P., Bochenek, M., et Hanke, W. (2015). The effect of environmental exposure to pyrethroids and DNA damage in human sperm. *Systems Biology in Reproductive Medicine*, 61(1), 37–43. <https://doi.org/10.3109/19396368.2014.981886>
- Kamel, F., et Hoppin, J. A. (2004). Association of pesticide exposure with neurologic dysfunction and disease. *Environmental Health Perspectives*, 112(9), 950.
- Kansime, M. K., Rwomushana, I., et Mugambi, I. (2023). Fall armyworm invasion in Sub-Saharan Africa and impacts on community sustainability in the wake of Coronavirus Disease 2019: Reviewing the evidence. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 62, 101279.
- Kapeleka, J. A. (2024). Quantification of pesticide dosage and determinants of excessive pesticide use in smallholder vegetable production systems in Tanzania. *Heliyon*, 10(24). [https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440\(24\)17101-0](https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440(24)17101-0)
- Keleb, A., Ademas, A., Abebe, M., Berihun, G., Desye, B., et Bezie, A. E. (2024). Knowledge of health risks, safety practices, acute pesticide poisoning, and associated factors among farmers in rural irrigation areas of northeastern Ethiopia. *Frontiers in Public Health*, 12, 1474487.
- Kpadenou, C. C., Tama, C., Tossou, B. D., et Yabi, J. A. (2019). Déterminants socio-économiques de l'adoption des pratiques agro-écologiques en production maraîchère dans la vallée du Niger au Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 13(7), 3103–3118.
- Le Bars, M., Sissako, A., De Montgolfier, A., Sidibe, Y., Diarra, A., Sagara, A., et Koita, O. (2022). Usage des pesticides et impacts sur la santé des applicateurs en zone cotonnière du Mali. *Cahiers Agricultures*, 31, 24.
- Leenhardt, S., Mamy, L., Pesce, S., et Sanchez, W. (2023). *Impacts des produits phytopharmaceutiques sur la biodiversité et les services écosystémiques*. éditions Quae. <https://library.oapen.org/handle/20.500.12657/63162>
- Mequanint, C., Getachew, B., Mindaye, Y., Amare, D. E., Guadu, T., et Dagne, H. (2019). Practice towards pesticide handling, storage and its associated factors among farmers working in irrigations in Gondar town, Ethiopia, 2019. *BMC Research Notes*, 12(1), 709. <https://doi.org/10.1186/s13104-019-4754-6>
- Mubushar, M., Aldosari, F. O., Baig, M. B., Alotaibi, B. M., et Khan, A. Q. (2019). Assessment of farmers on their knowledge regarding pesticide usage and biosafety. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 26(7), 1903–1910.
- Mushagalusa Balasha, A., Aganze Mulume, D., Weremubi Mwisha, S., Nkulu Mwine Fyama, J., et 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.
- Naamane, A., Sadiq, A., Belhouari, A., Iounes, N., et El Amrani, S. (2020). Enquête sur l'utilisation des engrais et pesticides chez les agriculteurs de la région de Casablanca-Settat. *Revue Marocaine Des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 8(3). https://agrimaroc.org/index.php/Actes_IAPH2/article/view/836
- Negatu, B., Kromhout, H., Mekonnen, Y., et Vermeulen, R. (2016). Use of chemical pesticides in Ethiopia: A cross-sectional comparative study on knowledge, attitude and practice of farmers and farm workers in three farming systems. *Annals of Occupational Hygiene*, 60(5), 551–566.
- Okoffo, E. D., Mensah, M., et Fosu-Mensah, B. Y. (2016). Pesticides exposure and the use of personal protective equipment by cocoa

- farmers in Ghana. *Environmental Systems Research*, 5(1), 17. <https://doi.org/10.1186/s40068-016-0068-z>
- Oshingbade, O. S., Moda, H. M., Akinsete, S. J., Adejumo, M., et Hassan, N. (2025). Determinants of safe pesticide handling and application among rural farmers. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 22(2), 211.
- Ouedraogo, O., Nikiema, A., et Margetic, C. (2025). Use of biopesticides to replace synthetic pesticides in Burkina Faso: Limited adoption. *Cahiers Agricultures*, 34.
- Pandey, S. P., et Mohanty, B. (2015). The neonicotinoid pesticide imidacloprid and the dithiocarbamate fungicide mancozeb disrupt the pituitary–thyroid axis of a wildlife bird. *Chemosphere*, 122, 227–234.
- Paudel, L., Neupane, R., Shrestha, L., Budhathoki, L., et Paudel, K. R. (2024). Knowledge on Chemical Pesticide use among Farmers Exposed to Pesticides in Panchkhal Municipality, Kavrepalanchok, Nepal. *Advances in Public Health*, 2024(1), 3110674. <https://doi.org/10.1155/2024/3110674>
- Prasanna, B. M., Huesing, J. E., Eddy, R., et Peschke, V. M. (2018). *La chenille légionnaire d'automne en Afrique: Un guide pour une lutte intégrée contre le ravageur*. <https://www.sidalc.net/search/Record/dig-cimmyt-10883-19458/Description?lng=pt-br&print=1>
- Rauh, V. A., Garcia, W. E., Whyatt, R. M., Horton, M. K., Barr, D. B., et Louis, E. D. (2015). Prenatal exposure to the organophosphate pesticide chlorpyrifos and childhood tremor. *Neurotoxicology*, 51, 80–86.
- Sapbamrer, R., et Nata, S. (2014). Health symptoms related to pesticide exposure and agricultural tasks among rice farmers from northern Thailand. *Environmental Health and Preventive Medicine*, 19(1), 12–20. <https://doi.org/10.1007/s12199-013-0349-3>
- Sapbamrer, R., et Thammachai, A. (2020). Factors affecting use of personal protective equipment and pesticide safety practices: A systematic review. *Environmental Research*, 185, 109444.
- Sharma, N., et Singhvi, R. (2017). Effects of chemical fertilizers and pesticides on human health and environment: A review. *International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology*, 10(6), 675–680.
- Tchamadeu, N. N., Nkontcheu, D., et Nana, E. D. (2017). Evaluation des facteurs de risques environnementaux liés à la mauvaise utilisation des pesticides par les maraîchers au Cameroun: Le cas de Balessing à l'Ouest Cameroun. *Afrique Science*, 13(1), 91–100.
- Togola, A., Beyene, Y., Bocco, R., Tepa-Yotto, G., Gowda, M., Too, A., et Boddupalli, P. (2025). Fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) in Africa: Insights into biology, ecology and impact on staple crops, food systems and management approaches. *Frontiers in Agronomy*, 7, 1538198.
- Williams, G. R., Troxler, A., Retschnig, G., Roth, K., Yañez, O., Shutler, D., Neumann, P., et Gauthier, L. (2015). Neonicotinoid pesticides severely affect honey bee queens. *Scientific Reports*, 5(1), 14621.
- Yessoufou, A. R., et Adégnika, M. (2018). Analyse de la compétitivité de la filière maïs au nord Bénin : cas de la commune de Parakou. Analysis of the competitive of the path corn to the Benin north: case of the township of Parakou. *Revue Des Études Multidisciplinaires En Sciences Économiques et Sociales*, 3(1). <https://revues.imist.ma/index.php/REMSES/article/view/10971>