



Recherche des résidus de pesticides dans l'eau et dans certains produits maraichers de grande consommation au Niger.

Investigation of pesticide residues in water and certain widely consumed market garden products in Niger.

Garba Hassane B^{1,2}, Alkassoum Alio Z¹, Elhadji Saley Adamaou A¹, Salou Souleymane Y^{1,3}, Maiga Diallo A¹, Falissou Saidou Maman S⁴, Oudou Mossi Maiga MM⁴, Dargo Ousmane J¹, Sidibé Saidou H¹, Mahaman Sani L², Abdoulaye O^{1,4*}.

Reçu le 29-07-2025

Accepté le 24-11-2025

Publié le 30-12-2025

Mots-clés

Résidus de
Pesticides,
Eau, Produits
maraichers,
Niger.

Résumé

Introduction : Les pesticides jouent un rôle important dans la protection des cultures contre les agents ravageurs. Cependant, malgré leur utilité, ils peuvent être nuisibles à la santé humaine et à l'environnement, notamment en cas d'exposition directe ou indirecte, par ingestion d'eau ou d'aliments contaminés. Cette étude a pour objectif d'évaluer le niveau de contamination par les résidus de pesticides des produits de grande consommation ainsi que dans l'eau, au Niger.

Méthodologie : Les échantillons collectés avaient été soumis à un processus de prétraitement, d'extraction des résidus et de purification. La chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse a permis d'analyser les échantillons purifiés. Au total, 153 échantillons avaient été analysés au cours de la période d'étude. Parmi eux, 47 étaient des échantillons d'eau provenant de puits ou de forages, et 106 étaient des échantillons de produits maraichers composés de divers légumes. Nous avons noté que vingt-huit soit 18,30% parmi les échantillons traités avaient été contaminés par des résidus de pesticides avec une prédominance notable de Carbaryl et Malathion.

Conclusion : cette étude vient montrer la nécessité d'une gestion plus prudente et réglementée de l'usage des pesticides au Niger.

Keywords

Pesticide
residues,
water, Market
Garden
products,
Niger.

Abstract

Introduction: Pesticides play an important role in protecting crops from pests. However, despite their usefulness, they can be harmful to human health and the environment, particularly in cases of direct or indirect exposure, through ingestion of contaminated food or water. This study aims to assess the level of contamination by pesticide residues in mass-consumed products as well as in water in Niger.

Methodology: The samples collected underwent a process of pre-treatment, residue extraction and purification. Gas chromatography-mass spectrometry was used to analyze the purified samples.

Results: A total of 153 samples were analyzed during the study period. Of these, 47 were water samples from wells or boreholes, and 106 were samples of market garden produce made up of various vegetables. Twenty-eight (18.30%) of the treated samples were found to be contaminated with pesticide residues, with Carbaryl and Malathion predominating.

Conclusion: These results underline the need for more careful, regulated management of pesticide use in Niger.

Introduction

L'accès à l'eau potable et à une alimentation saine est un droit humain fondamental et essentiel pour le maintien d'une vie saine [1]. Cependant, pour pallier au problème de la forte demande en alimentation, l'utilisation de pesticides est devenue une pratique courante à travers le monde. Ces produits agrochimiques sont en effet utilisés pour améliorer les rendements [2, 3]. Bien qu'ils présentent ces avantages, les pesticides constituent un facteur de risque pour de nombreuses maladies chroniques, telles que différents types de cancers, le diabète, les maladies neurodégénératives comme la maladie de Parkinson, Alzheimer, les anomalies congénitales et les troubles de la reproduction [4, 5]. L'exposition humaine se fait à travers les produits de consommation tels que les céréales, légumes, les légumineuses, les fruits et également les eaux, dont la contamination découle de l'utilisation agricole des pesticides [1].

Au Niger, une étude sur le niveau de contamination par les résidus de pesticides de deux points d'eau incluant le Lac Guidimouni et la mare de Tabalak, ainsi que les risques écotoxicologiques associés, révèle une forte contamination de ces deux écosystèmes [6].

Malgré l'importance du sujet, aucune étude n'a évalué le niveau de contamination des résidus de pesticides dans les eaux et certains produits de consommation. Il est donc urgent de disposer de données sur cette contamination afin de proposer des recommandations en matière de politiques sanitaires visant à protéger la santé des consommateurs et l'écosystème.

Cette étude a pour objectif d'évaluer l'état de contamination des produits de grande consommation et de l'eau par les pesticides au Niger, une revue des résultats.

Matériels et Méthodes

Collecte des échantillons

Des échantillons d'eau (puits et forage) et des produits maraîchers à analyser avaient été collectés dans des marchés de Niamey tout au long de la période d'étude. Tous les échantillons ont été prélevés conformément aux directives générales sur l'échantillonnage (CXG 50-2004) révisées et publiées le 31 mai 2020. Ceux-ci ont été transportés au laboratoire en vue de leur prétraitement.

Les pesticides recherchés

Il s'agissait d'une gamme de pesticides couramment utilisés au Niger. La liste exhaustive est représentée dans le **tableau I**. La référence de la méthode était MOP.PC-CHAR-01-2021, avec une limite de quantification (LQ) de 0,1µg/Kg.

Détection et quantification des résidus de pesticides

Prétraitement : cette étape avait consisté à préparer les échantillons pour l'analyse. Ainsi, les produits maraîchers étaient lavés, séchés puis broyés au besoin. Les échantillons d'eau étaient filtrés puis acidifiés.

Affiliations :

1. Laboratoire National de Santé Publique et d'Expertise, Niamey, Niger.
2. Faculté des Sciences et Techniques de l'Université Abdou Moumouni, Niamey, Niger.
3. Faculté d'Agronomie, Université Abdou Moumouni, Niamey, Niger.
4. Faculté des Sciences de la Santé de l'Université Dan Dicko Dankoulodo de Maradi, Niger.
4. Faculté des Sciences de la Santé, Université Abdou Moumouni, Niamey, Niger.

***Auteur correspondant** : Prof. Ag. Abdoulaye Ousmane, Université Dan Dicko Dankoulodo, BP : 465, Maradi, Niger. Email : ousmaneabdoulaye2010@yahoo.com
Tél : +227 96354580

Tableau I. Les pesticides recherchés.

Carbamates	Organophosphores	Organochlores	Pyrethriinoïdes
Carbofuran	Chlorpiryphos ethyl	Acetamipride	Lambdacyhalothrine
Carbaryl	Chlorpiryphos methyl	4,4'- DDT	Permethrine
	Pirimiphos méthyl	Lindane (gamma bhc)	Cypermethrine
	Deltamethrine	Aldrine	
	Malathion	Alpha endosulfan	
	Dimethoate	Dieldrine	
	Fenitrothion	Endrine	
		Heptachlore	
		Hexachlorobenzene	
		Metoxychlore	
		Quintozone	

Extraction : Cette étape avait consisté à extraire les résidus de pesticides des échantillons avec la méthode QUECHERS (Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged and Safe) en utilisant les solvants appropriés (Acétonitrile pour les échantillons d'eau et le Dichlorométhane pour les produits maraîchers). L'extraction était suivie de la purification

Purification : Cette étape est réalisée à l'aide du kit de purification composé du PSA et du sulfate de magnésium. Elle permet de déshydrater l'extrait obtenu afin de concentrer les résidus de pesticides.

Analyse : elle avait été réalisée en utilisant la Chromatographie en phase gazeuse (GC) avec détecteur de masse (MS).

Exploitation des résultats : il s'agit ici d'identifier et de quantifier les résidus de pesticides présents dans les échantillons traités en fonction de leur temps de rétention, de leur spectre de masse et les concentrations des étalons internes. L'étalonnage avait été effectué à partir des standards purs de pesticides certifiés constitués par des comprimés. Chaque comprimé contient les pesticides à la limite de détection de 0.05 µg/kg.

RESULTATS

Au total 153 échantillons ont été analysés au cours de la période d'étude (2021-2024). Il

s'agissait de 47 échantillons d'eau des puits ou des forages et 106 échantillons de produits maraîchers. Ces derniers étaient composés de divers légumes. Le **tableau II** illustre les matières actives détectées dans les échantillons révélés positifs.

Tableau II : types et natures des échantillons

Types d'échantillons	Nature	Quantité analysée (n)	Echantillons positifs (n')
Eaux	Eau de puits	32	0
	Eau de forage	15	0
Produits maraîchers	Ail	2	0
	Aubergine	8	2
	Betterave	2	0
	Carotte	1	0
	Chou	14	4
	Concombre	2	1
	Courge	2	0
	Haricot vert	1	0
	Laitue	4	0
	Moringa	8	5
	Oignon	24	5
	Pastèque	1	0
	Patate douce	3	1
	Piment	6	5
	Poivron	5	1
	Pomme de terre	6	1
	Tangelo	1	0
	Tomate	16	3
Total		153	28

Tableau III : Résidus de pesticides et fréquences de détection par échantillon

Nature de l'échantillon	Résidus de pesticides	Echantillons positifs (n')	Fréquence (%)
Aubergine (n=8)	Malathion	1	13%
	Carbaryl	2	25%
Chou (14)	Chlorpiryphos ethyl	4	29%
	Malathion	2	14%
	Carbaryl	4	29%
Concombre (2)	Cypermethrine	1	50%
	Carbaryl	1	50%
Moringa (8)	Cypermethrine	1	13%
	Malathion	3	38%
	Carbaryl	4	50%
Oignon (24)	Cypermethrine	2	8%
	Malathion	3	13%
	Carbaryl	5	21%
	Chlorpiryphos ethyl	2	8%
Patate douce (3)	Chlorpiryphos ethyl	1	33%
	Malathion	1	33%
	Carbaryl	1	33%
Piment (6)	Deltamethrine	3	50%
	Acetamipride	3	17%
	Malathion	1	17%
	Carbaryl	6	83%
Poivron (5)	Acetamipride	1	20%
	Malathion	1	20%
	Carbaryl	1	20%
Pomme de terre (6)	Chlorpiryphos ethyl	1	17%
	Carbaryl	1	17%
Tomate (16)	Chlorpiryphos ethyl	1	6%
	Malathion	3	19%
	Carbaryl	3	19%

DISCUSSION

Les intoxications aux pesticides restent un problème majeur de santé publique, en particulier dans les pays à revenu faible et intermédiaire. Ils sont responsables d'environ 19% de tous les cas de cancer, ce qui souligne l'urgence de surveiller les résidus de pesticides dans l'alimentation [7]. La contamination est soit suite à une exposition directe ou à une consommation d'aliments contenant les résidus de pesticides.

Dans notre étude, l'analyse chromatographique couplée à une spectrométrie de masse après extraction et purification avait montré la présence de résidus de pesticides dans les produits maraîchers, avec une fréquence globale de 18,30 % (n=28). Ces résultats sont comparables à ceux rapportés par Kpan *et al.*, à Abidjan où ils ont trouvés un taux de 93,33 % des échantillons de laitue non conformes aux normes du Codex Alimentarius et de l'Union Européenne [8]. Dans la commune de Banikoara au Bénin également, tous les

prélèvements du miel contenais des résidus de pesticides chimiques avec une variation en fonction de la période de la récolte [9].

L'analyse des matrices environnementales (eau, sédiments) du lac Guidimouni et de la mare de Tabalak avait révélé la présence de résidus de pesticides dans les sédiments [6]. Cependant, dans notre étude, aucune contamination n'a été observée dans les eaux de puits et de forage. Ceci pourrait s'expliquer par une absorption de ces polluants par les sédiments, une dégradation via photocomposition sous l'effet de la lumière ou même due à une hydrolyse au contact de l'eau [6, 10, 11]. Aussi, les sources d'échantillonnage des eaux (forages et puits) dans notre étude étaient éloignées des zones d'activités agricoles et les nappes souterraines dans les zones d'étude se trouvent à une très grande profondeur ; ce qui limite le risque de contamination de ces eaux par les résidus de pesticides.

Dans notre série, quatre grandes classes des résidus de pesticides ont été identifiées. Il s'agissait principalement des Carbamates (Carbaryl), organophosphorés (Malathion et Chlorpyrifos ethyl), pyréthriinoïdes (Cyperméthrine et Deltaméthrine) et Acétamipride parmi les néonicotinoïdes. Parmi ces classes, les pesticides le plus fréquemment détecté dans tous les types d'aliments étaient le Carbaryl (carbamate) suivi du malathion (organophosphoré). Ces deux résidus de pesticides sont considérés parmi les plus toxiques pour la santé humaine et environnementale car les résidus de pesticides organochlorés présentent la particularité d'une stabilité chimique relativement élevée et persistent longtemps dans l'environnement [12, 13]. Pour les carbamates, ce sont de potentiels agents cancérigènes. Des évidences avaient montré que leur exposition était associée à plusieurs types de cancers notamment les cancers de l'estomac, de l'œsophage, de la langue, ainsi qu'à un risque accru de cancer de la prostate agressif, en particulier lorsque

l'exposition remontait à 30 ans [14]. Les carbamates et organophosphorés étaient aussi retrouvés le plus souvent retrouvés dans plusieurs études réalisées sur la recherche de pesticides [15–18].

Dans notre étude, le Chlorpyrifos ethyl avait été détecté dans plusieurs légumes, notamment le chou, la patate douce, l'oignon et la pomme de terre, avec des fréquences modérées à élevées pouvant atteindre 33 %. Ce pesticide semble aussi très utilisé sur les cultures. En effet, il avait également été retrouvé dans plusieurs fruits parmi les plus consommés en Serbie [19], aux Émirats arabes unis [17] et en Egypte [20]. Pourtant, le chlorpyrifos éthyl est interdit dans l'UE depuis le 16 février 2020 [21]. En ce qui concerne la Cyperméthrine, elle a été retrouvée sur le concombre et le moringa au cours de nos travaux. Enfin, la Deltaméthrine a été détectée uniquement sur le piment, avec une fréquence élevée de 50 %. Ces résultats étaient comparable à ceux rapportés par Modupe *et al.*, au Nigeria [22], par Jallow *et al.*, [23] au Koweït, par Ahoudi *et al.*, au Togo [24] et aux données rapportées dans une étude multicentrique sur la contamination par les pesticides dans les aliments dans quatre pays d'Afrique, à savoir le Bénin, le Cameroun, le Mali et le Nigeria [25].

Conclusion

Les pesticides sont d'une très grande importance dans l'agriculture en raison de leur rôle dans la destruction des agents ravageurs nuisibles aux cultures. Cependant, ils ont un impact négatif sur la santé humaine ainsi que sur l'environnement. Notre étude a permis d'identifier quatre classes de familles de pesticides dans les éléments analysés, à savoir les carbamates, les organophosphorés, les pyréthriinoïdes et les néonicotinoïdes. Parmi les éléments analysés, il y'avait entre autres le piment, le concombre et le moringa qui sont les légumes les plus contaminés. Aucun résidu de pesticides n'a été détecté dans les échantillons d'eau. Des mesures visant à réglementer leur

utilisation au Niger sont nécessaires pour prévenir les conséquences graves liés à leurs effets sur la santé.

Conflit d'intérêts

Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêts.

Références

1. Mekonen S, Argaw R, Simaneseew A, Houbraken M, Senaev D, Ambelu A, et al. Pesticide residues in drinking water and associated risk to consumers in Ethiopia. *Chemosphere*. 2016;162:252-60.
2. Hortense T, Segda BG, Dipama JM. Les pesticides dans les eaux souterraines: cas du sous bassin du massili au Burkina Faso. *J P Soaphys*. 2024;4(1):CJKA02.
3. Carvalho FP. Agriculture, pesticides, food security and food safety. *Environmental Science & Policy*. 2006;9(7):685-92.
4. Hernández-Mariano JÁ, Baltazar-Reyes MC, Salazar-Martínez E, Cupul-Uicab LA. Exposure to the pesticide DDT and risk of diabetes and hypertension: Systematic review and meta-analysis of prospective studies. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*. 2022;239:113865.
5. Mostafalou S, Abdollahi M. Pesticides and human chronic diseases: Evidences, mechanisms, and perspectives. *Toxicology and Applied Pharmacology*. 2013;268(2):157-77.
6. Tawaye AY, Alhou B, Adamou AES. Niveau de contamination aux pesticides et risques écotoxicologiques dans deux écosystèmes aquatiques au Niger: Lac Guidimouni et mare de Tabalak. *Afrique Science*. 2021;18(2):1-13.
7. Philippe V, Neveen A, Marwa A, Ahmad Basel AY. Occurrence of pesticide residues in fruits and vegetables for the Eastern Mediterranean Region and potential impact on public health. *Food Control*. 2021;119:107457.
8. Kpan K, Yao L, Diemeleou C, Sory T. Pratiques phytosanitaires en agriculture périurbaine et contamination des denrées par les pesticides: cas des maraîchers de Port-Bouët (Abidjan). *J Anim Plant Sci*. 2019;41(1):6847-63.
9. Kindji YAH, Pazou EYA. Contamination du miel par des résidus de pesticides chimiques dans la Commune de Banikoara (Bénin). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. 2024;18(5):2001-21.
10. Bruckmann FS, Schnorr C, Oviedo LR, Knani S, Silva LFO, Silva WL, et al. Adsorption and Photocatalytic Degradation of Pesticides into Nanocomposites: A Review. *Molecules*. 2022;27(19):6261.
11. Kaur R, Singh D, Kumari A, Sharma G, Rajput S, Arora S, et al. Pesticide residues degradation strategies in soil and water: a review. *Int J Environ Sci Technol*. 2023;20(3):3537-60.
12. Otitoju O, Lewis CC. Health risk assessment of pesticide residues in bean samples from Wukari, Taraba State, Nigeria. *JECE*. 2021;13(1):1-13.
13. Ali S, Ullah MI, Sajjad A, Shakeel Q, Hussain A. Environmental and Health Effects of Pesticide Residues. In: Inamuddin, Ahamed MI, Lichtfouse E, editors. *Sustainable Agriculture Reviews 48: Pesticide Occurrence, Analysis and Remediation Vol 2 Analysis*. Cham: Springer International Publishing; 2021. p. 311-36. https://doi.org/10.1007/978-3-030-54719-6_8
14. Erickson PA, Andreotti G, Remigio RV, Ward MH, Parks CG, Sandler DP, et al. Carbaryl use and incident cancer in the Agricultural Health Study: an updated analysis. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*. 2025;268:114615.
15. Douny C, Zoumenou YMBG, Aïna M, Toko II, Igout A, Guedegba L, et al. Contamination of Water, Sediment and Fish with Residues of Pesticides Used in Cotton Production in Northern Benin. *Arch Environ Contam Toxicol*. 2021;81(3):367-85.
16. Ogbeide O, Tongo I, Ezemonye L. Risk assessment of agricultural pesticides in water, sediment, and fish from Owan River, Edo State, Nigeria. *Environ Monit Assess*. 2015 Oct;187(10):654.
17. Olisah C, Okoh OO, Okoh AI. Occurrence of organochlorine pesticide residues in biological and environmental matrices in Africa: A two-decade review. *Heliyon*. 2020 [https://www.cell.com/heliyon/abstract/S2405-8440\(20\)30363-7](https://www.cell.com/heliyon/abstract/S2405-8440(20)30363-7)

18. Kone H, Yaro FK, LY O, Traore MM, Djiguiba D, Doumbia ML. Contamination des sédiments par les pesticides et les métaux lourds dans le bassin du fleuve Sénégal et ses affluents, République du Mali. *Afrique SCIENCE*. 2025;26(4):12–27.
19. Kecojević I, Mrkajić D, Tomović V, Bajić B, Lazović M, Joksimović A, et al. Determination of Pesticide Residues in Fresh Fruits in the Serbian Market by LC-MS/MS. *Foods*. 2025;14(10):1828.
20. El-Sheikh ESA, Ramadan MM, El-Sobki AE, Shalaby AA, McCoy MR, Hamed IA, et al. Pesticide Residues in Vegetables and Fruits from Farmer Markets and Associated Dietary Risks. *Molecules*. 2022;27(22):8072.
21. Authority (EFSA) EFS. Statement on the available outcomes of the human health assessment in the context of the pesticides peer review of the active substance chlorpyrifos. *EFSA Journal*. 2019;17(8):e05809.
22. Oshatunberu MA, Oladimeji A, Henry SO, OlalekanRaimi M. Searching for What You Can't See-Evaluation of Pesticide Residues in Grain Sold at Selected Markets of Southwest Nigeria. *medRxiv*. 2022: <https://afriquescience.net/>
23. Jallow M, Awadh D, Albaho M, Devi V, Ahmad N. Monitoring of Pesticide Residues in Commonly Used Fruits and Vegetables in Kuwait. *IJERPH*. 2017. 25;14(8):833.
24. Ahoudi H, Gnandi K, Tanouayi G, Ouro-Sama K, Yorke JC, Creppy EE, et al. Assessment of pesticides residues contents in the vegetables cultivated in urban area of Lome (southern Togo) and their risks on public health and the environment, Togo. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. 2018;12(5):2172–85.
25. Ingenbleek L, Hu R, Pereira LL, Paineau A, Colet I, Koné AZ, et al. Sub-Saharan Africa total diet study in Benin, Cameroon, Mali and Nigeria: Pesticides occurrence in foods. *Food Chemistry: X*. 2019;2:100034.