

Effet de la dose de Glyphosate sur les caractéristiques chimiques du sol: Cas de quatre Commune rurale de le Préfecture de N'Zérékoré

[Effect of Glyphosate Dose on Soil Chemical Characteristics: Case of Four Rural Communes in the Prefecture of N'Zérékoré]

Paul Lamah^{1,2}, Hamidou Bah^{1,4}, Adoté Hervé Gildas Akueson⁴, Gbadieu Prosper Soumaoro², Aminata Camara¹, Nicole Gobéza Kolamou¹, and Diawadou Diallo⁴

¹Ecole doctorale en Agriculture Durable et Gestion des Ressources en Eau, Institut Supérieur Agronomique Valéry Giscard d'Estaing de Faranah, BP: 131 Faranah, Guinea

²Département de Gestion des Ressources Naturelles, Institut de Recherche Environnementale de Bossou, BP: 20 Lola, Guinea

³Département de Primatologie, Institut de Recherche Environnementale de Bossou, BP: 20 Lola, République de Guinea

⁴Département Agriculture, Institut Supérieur Agronomique Valéry Giscard d'Estaing de Faranah, BP: 131 Faranah, Guinea

Copyright © 2024 ISSR Journals. 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.

ABSTRACT: The study examines the impact of glyphosate doses on the chemical characteristics of soils in four rural communes of the N'Zérékoré Prefecture in Guinea. The objective is to analyze the variations in pH, cation exchange capacity (CEC), and nutrient levels (K_2O , P_2O_5 , CaO , and Na_2O) following the application of different glyphosate doses. A complete randomized block design was used, and soil samples were analyzed to determine the agronomic and environmental impacts of this herbicide. The results indicate that the application of high doses of glyphosate significantly affects the pH and CEC, leading to soil acidification and a reduction in its ability to retain nutrients. These observations highlight the importance of managing glyphosate doses to maintain soil health and the sustainability of agricultural practices.

KEYWORDS: Glyphosate, soil chemical properties, Guinea, sustainable agriculture.

RESUME: L'étude examine l'impact des doses de glyphosate sur les caractéristiques chimiques des sols dans quatre communes rurales de la préfecture de N'Zérékoré en Guinée. L'objectif est d'analyser les variations du pH, de la capacité d'échange cationique (CEC) et des niveaux de nutriments (K_2O , P_2O_5 , CaO et Na_2O) après l'application de différentes doses de glyphosate. Un dispositif en blocs aléatoires complets a été utilisé, et des échantillons de sol ont été analysés pour déterminer les impacts agronomiques et environnementaux de cet herbicide. Les résultats indiquent que l'application de doses élevées de glyphosate affecte significativement le pH et la CEC, entraînant une acidification du sol et une réduction de sa capacité à retenir les nutriments. Ces observations soulignent l'importance de gérer les doses de glyphosate pour maintenir la santé des sols et la durabilité des pratiques agricoles.

MOTS-CLEFS: Glyphosate, propriétés chimiques du sol, Guinée, agriculture durable.

1 INTRODUCTION

Dans un contexte agricole où l'optimisation des rendements et la réduction des coûts de production sont des préoccupations majeures, l'utilisation d'herbicides a connu une augmentation significative. Parmi eux, le glyphosate, un herbicide systémique, est devenu l'un des plus utilisés à l'échelle mondiale, principalement en raison de son efficacité dans le contrôle des mauvaises herbes (Kobta et al., 2020). Toutefois, l'usage intensif de ce produit chimique soulève des questions quant à ses effets sur l'environnement, notamment sur les caractéristiques physico-chimiques des sols, qui sont cruciales pour la santé des écosystèmes et la durabilité de l'agriculture.

Les sols jouent un rôle fondamental dans le cycle des nutriments et la production alimentaire. Leur composition chimique détermine non seulement la fertilité, mais également la biodiversité et la résilience des écosystèmes (Assogbadjo et al., 2009). Des études antérieures ont mis en évidence que l'application de glyphosate peut altérer les propriétés chimiques du sol, notamment le pH, la capacité d'échange cationique (CEC), et les niveaux de macronutriments (Ernest et al., 2020). Ces modifications peuvent avoir des répercussions à long terme sur la productivité des cultures, la qualité de l'eau, et la santé des sols, soulevant ainsi des préoccupations concernant la sécurité alimentaire et la durabilité des pratiques agricoles.

Le pH du sol est un indicateur critique de sa santé et de sa fertilité. Une acidification du sol peut entraîner une disponibilité réduite de nutriments essentiels tels que le calcium et le potassium (Adjakpa et Akpo, 2008). Plusieurs études ont montré que l'application de glyphosate peut entraîner une baisse du pH, ce qui pourrait compromettre la croissance des plantes et l'activité microbienne. Par exemple, une étude menée par Ataguba et al. (2020) a révélé que des doses élevées de glyphosate augmentaient l'acidité du sol, affectant négativement la disponibilité des nutriments. Ces résultats soulignent l'importance de surveiller le pH du sol dans les systèmes agricoles utilisant cet herbicide.

La capacité d'échange cationique (CEC) est un autre indicateur clé de la fertilité du sol. Elle mesure la capacité du sol à retenir et à échanger des cations, essentiels pour la croissance des plantes (Adjakpa et al., 2013). Les études indiquent que l'application de glyphosate peut modifier la CEC, influençant ainsi la disponibilité des nutriments. Par exemple, Abegaz (2022) a constaté que l'application répétée de glyphosate entraînait une diminution significative de la CEC, compromettant la capacité du sol à retenir les nutriments essentiels. Cela pourrait avoir des implications directes sur la productivité agricole, car une CEC réduite entraîne une perte de nutriments par lessivage et une fertilité réduite.

En outre, les niveaux de nutriments tels que le potassium (K_2O), le phosphore (P_2O_5), et le calcium (CaO) sont également affectés par l'utilisation du glyphosate. Des études montrent que cet herbicide peut réduire la disponibilité de ces nutriments, influençant ainsi la croissance et le développement des cultures (Azonnakpo et al., 2020). Par exemple, une recherche menée par Anum et al. (2021) a démontré que les applications de glyphosate entraînaient une diminution des niveaux de K_2O dans le sol, ce qui a des conséquences sur la croissance des plantes. De plus, le calcium, qui est crucial pour la structure du sol et la santé des racines, peut également être compromis par l'utilisation de glyphosate.

Les conséquences de l'utilisation du glyphosate ne se limitent pas à la fertilité du sol; elles ont également des implications pour la biodiversité et la santé des écosystèmes. L'application de glyphosate peut perturber les communautés microbiennes du sol, essentielles pour le cycle des nutriments et la décomposition de la matière organique (Adla et al., 2022). Des études indiquent que l'exposition au glyphosate peut réduire la diversité microbienne, affectant ainsi la santé globale du sol. Par exemple, une étude de Omokhodion et al. (2021) a révélé que les sols traités avec du glyphosate présentaient une diminution significative de la diversité microbienne, ce qui pourrait compromettre la capacité du sol à se régénérer et à soutenir la croissance des plantes.

L'importance d'étudier les effets du glyphosate sur les caractéristiques chimiques du sol est donc cruciale. D'une part, cela permettra de mieux comprendre les impacts environnementaux de l'utilisation de cet herbicide et, d'autre part, d'orienter les pratiques agricoles vers des méthodes plus durables. Alors que la pression pour maximiser les rendements agricoles continue de croître, il est essentiel de trouver un équilibre entre l'utilisation d'herbicides et la préservation de la santé du sol.

Cette étude vise à fournir des données empiriques sur les effets des différentes doses de glyphosate sur les caractéristiques chimiques du sol, notamment le pH, la capacité d'échange cationique, et les niveaux de nutriments tels que K_2O , P_2O_5 , CaO et Na_2O . En examinant ces variables, nous espérons contribuer à une meilleure compréhension des implications agronomiques et environnementales de l'utilisation du glyphosate, tout en fournissant des recommandations pratiques pour une gestion durable des sols.

2 MILIEU D'ÉTUDE

L'étude a été conduite dans quatre communes rurales (CR) de la Préfecture de N'Zérékoré (Konipara de la CR de Kobéla, Kwèliyépoulou dans la CR de Samoé, Kéréma dans la CR de Bounouma et Pilimou un secteur périurbain de la ville de N'Zérékoré) comme l'indique la Figure 1.

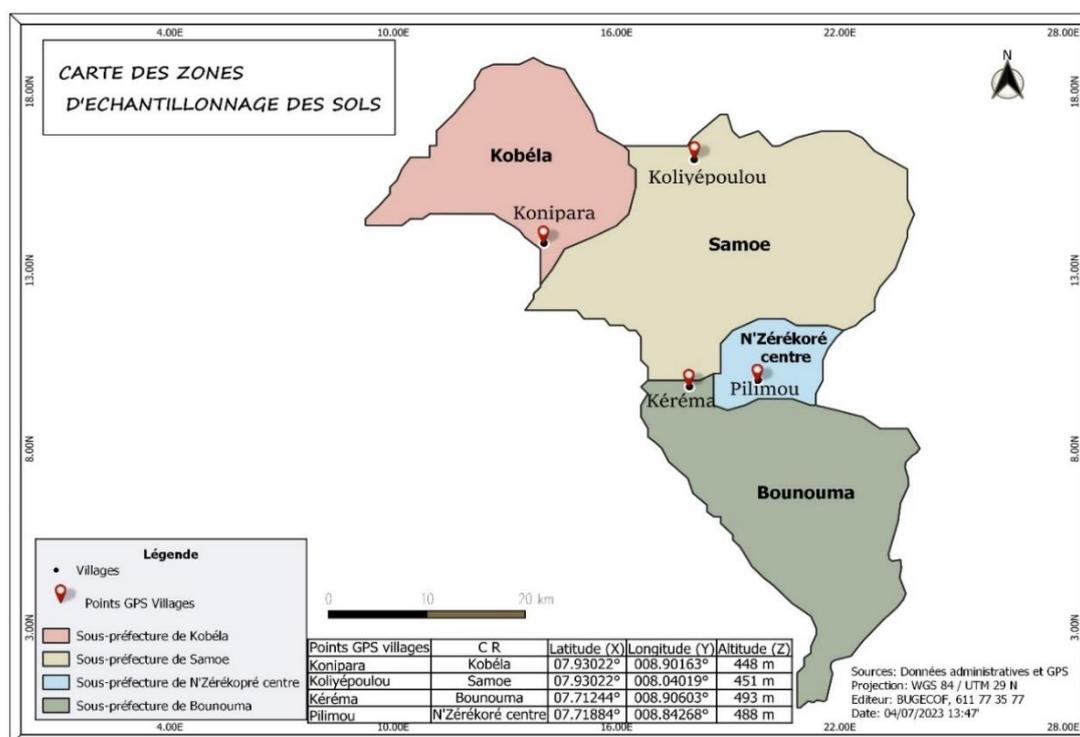


Fig. 1. Zone de prises d'échantillons dans la Préfecture de N'Zérékoré

Le climat de la zone d'étude est de type subéquatorial avec des précipitations abondantes et quasi régulières tout le long de l'année (environ 8 à 9 mois). La pluviométrie moyenne annuelle varie entre 1800 et 2300 mm. La température est donc modérée tout le long de l'année et oscille autour de 25°C.

La forêt dense humide favorise la formation et la conservation des sols ferrallitiques peu profonds et relativement épais. Cette région est le domaine des cultures vivrières et des cultures industrielles (café, cacao, kola, palmier à huile, hévéa,...). Son écosystème donne lieu à trois systèmes de mise en valeur agricole:

- Le système vivrier de coteaux sur brûlis fondé sur la riziculture pluviale base de l'alimentation de la population locale, associée aux cultures alimentaires secondaires (gombo, piment, oseille, taro.) en rotation avec l'arachide et le manioc.
- Les systèmes agroforestiers complexes dénommés par la suite « agro forêts », sont constitués de cultures pérennes comprenant une spéculation principale (café, kola, palmier à huile et cacao), associée à des cultures pérennes secondaires (fruitiers) et sont conduits sous un couvert forestier de composition variée.
- Le système de culture de bas-fond constitue le domaine de la riziculture inondée.

Une analyse de ces sols sur l'horizon 0-30 cm donne les caractéristiques suivantes (Tableau 1).

These are the manuscript preparation guidelines used as a standard template. Author must follow these instructions and ensure that the manuscript is carefully aligned with these guidelines including headings, figures, tables and references. Manuscripts with poor or no typesetting are not preliminary approved and consider for review.

2.1 MATÉRIEL VÉGÉTAL

Pour la réalisation de l'essai, nous avons d'abord et inventoriés les adventices dans les palmerais des sites expérimentaux de konipara dans la CR de Kobéla, de kwèliyépoulou dans la CR de Samoei, de Kéréma dans la CR de Bounouma, et de Pilimou dans la commune urbaine de N'Zérékoré et nous avons procédé ainsi qu'il suit le géo référencement des zones d'échantillonnage de sols.

Tableau 1. Caractéristiques physiques et agrochimiques des sols étudiés

Paramètres	Sol des coteaux	Sol de basfond
Matière organique (%)	1,25	2,75
C total (mg/g)	0,52	0,77
N total (mg/g)	0,5	0,12
P total (mg/g)	0,11	0,6
pH eau	6,4	7,25
pH KCl (meq/100g)	5,3	7,23
Ca++ (meq/100g)	0,63	0,42
Mg++ (meq/100g)	0,393	0,124
Na+ (meq/100g)	0,105	0,112
K+ (meq/100g)	0,012	0,13
Fe++ (meq/100g)	0,14	0,17

2.2 MATÉRIEL TECHNIQUE

Le GPS, Un ordinateur, la carte de la zone d'étude, Les pulvérisateurs (pulvérisateur à pression continue avec buse miroir à jet plat d'un conte d'une capacité de 450 l/ha, pulvérisateur, pulvérisateur pneumatique de 400 à 500 l/ha avec un débit réglable; les seaux, les sachets plastiques, les masques de protection individuelle Le pluviomètre, Un appareil Photo numérique, le chronomètre, le thermomètre, le mètre ruban, le fer à béton, fil et peinture Pinceaux, des manchettes, des dabas et pioches.

2.3 MATÉRIEL DE LABORATORIE

Les matériels que nous avons utilisés au laboratoire pour l'analyse des paramètres indicateurs de la fertilité des sols sont burette, auto analyseur, auto-analyseur colorimétrique, conductimètre, pH mètre.

3 METHODOLOGIE

3.1 MÉTHODOLOGIE DE COLLECTE DES DONNÉES

Les données ont été collectées à partir d'expérimentations sur le terrain, où les mesures des paramètres chimiques du sol ont été effectuées à différents intervalles de temps après l'application des traitements de glyphosate. Les données ont été enregistrées dans une base de données et nettoyées pour éliminer les valeurs aberrantes et les doublons. Une fois nettoyées, les données ont été regroupées par traitement pour faciliter l'analyse. Le dispositif expérimental est un BCR constitué de 3 blocs considérés comme les grandes parcelles et chaque bloc est composé de 12 pots plastiques considérés comme les parcelles élémentaires. Les blocs ont été installés sur une longueur de 19,25m pour une largeur de 5m. ils ont été consécutifs et distants de 1m l'un de l'autre. Les pots plastiques ou parcelles élémentaires de 25 cm de diamètre et de 35 cm de hauteur ont été remplis de 3 kg des échantillons composites de sols. Le dispositif ainsi monté a reçu les doses d'herbicides (Glyphosate) de concentration (50 ml/g) avec une dose normale (N), 2/3 de la dose normale (2/3N), 3/2 de la dose normale (3/2N) et le témoin (T) n'ayant reçu aucune dose du glyphosate. Deux semaines après ce traitement, nous avons fait des prélèvements des sols traités dans les sachets étiquetés conformément aux renseignements de de l'échantillon puis transportés au Laboratoire du Service National des Sols de République de Guinée (SENASOL, Guinée).

3.2 MÉTHODOLOGIE D'ANALYSE DES DONNÉES

Une analyse descriptive a été réalisée pour résumer les caractéristiques principales des données. Les statistiques descriptives, telles que les moyennes, les médianes, les écarts types et les plages de valeurs, ont été calculées pour chaque

groupe de traitement. Ces statistiques fournissent un aperçu général de la distribution des paramètres chimiques du sol au sein des différents traitements.

Pour évaluer les différences significatives entre les traitements, une analyse de variance (ANOVA) à un facteur a été effectuée. Cette méthode a été choisie en raison de sa capacité à comparer les moyennes de plusieurs groupes simultanément. L'hypothèse nulle stipule qu'il n'y a pas de différence significative entre les moyennes des différents traitements. Un seuil de signification de $p < 0,05$ a été utilisé pour déterminer les différences significatives. En cas de résultat significatif dans l'ANOVA, des tests post-hoc ont été réalisés pour identifier les groupes spécifiques entre lesquels les différences étaient significatives. Les tests de Student-Newman-Keuls (SNK) ont été utilisés, car ils permettent de contrôler le taux d'erreur de type I tout en fournissant des comparaisons multiples entre les groupes.

4 RÉSULTATS

• Potentiel hydrogène (pH) du Sol

Le tableau ANOVA présente les résultats de l'analyse de la variance pour le pH en fonction de différentes variables: la dose de glyphosate, le type de sol et l'année. Le facteur *Dose de Glyphosate* a un effet significatif sur le pH, avec une valeur p de 0.0248, indiquant que les différentes doses de glyphosate influencent significativement le pH du sol. En revanche, les autres facteurs, à savoir le Type de sol* ($p = 0.8305$) et l'Année* ($p = 0.4307$), ne montrent pas d'effet significatif sur le pH, suggérant que les variations de pH ne sont pas liées au type de sol ou à l'année de mesure. De plus, l'interaction entre *Dose_Glyphosate* et *Type_de_sol* n'est pas significative ($p = 0.5910$), ce qui signifie que l'effet des doses de glyphosate sur le pH n'est pas influencé par le type de sol. (Tableau 2; Figure 2)

Le test de structuration de moyennes montre les différences de pH entre les différentes doses de glyphosate. Les comparaisons les plus significatives se trouvent entre la dose T (Taux total) et les doses 3/2N et N, où le pH est respectivement inférieur de 1,270 et 1,145, avec des valeurs p adj significatives de 0.02679 et 0.04298. Ces résultats suggèrent que l'application de glyphosate à pleine dose pourrait diminuer le pH par rapport aux doses 3/2N et N, indiquant une acidification potentielle du sol sous l'influence de doses plus élevées de glyphosate. En revanche, les autres comparaisons, telles que 3/2N vs 2/3N, N vs 2/3N, et T vs 2/3N, montrent des différences de pH qui ne sont pas significatives, ce qui indique que ces doses n'ont pas d'impact discernable sur le pH du sol.

Le test de SNK renforce ces conclusions en identifiant spécifiquement les différences significatives de pH entre les traitements, permettant de mieux comprendre l'impact de l'application de glyphosate. En conclusion, bien que la dose de glyphosate ait un effet significatif sur le pH, les autres facteurs étudiés n'ont pas montré de variations notables, soulignant l'importance de la gestion de la dose de glyphosate pour maintenir les caractéristiques chimiques du sol.

• Azote (N) assimilable

L'analyse de variance (ANOVA) pour le Nass montre que le facteur *Dose de Glyphosate* a un effet hautement significatif sur le Nass, avec une valeur p de 0.000967, indiquant que les différentes doses influencent significativement cette variable. Le facteur *Année* a également un effet significatif ($p = 0.029232$), suggérant que les mesures de Nass varient d'une année à l'autre. En revanche, le *Type de Sol* ($p = 0.339608$) et l'interaction entre *Dose de Glyphosate* et *Type de Sol* ($p = 0.164785$) ne sont pas significatifs, indiquant que ni le type de sol ni l'interaction entre les doses et le type de sol n'influencent significativement le Nass.

Le test de structuration SNK révèle des différences significatives de Nass entre certaines doses et années. En 2022, les doses *2/3N*, *3/2N*, *N*, et *T* ne montrent pas de différences significatives entre elles, mais en 2023, le Nass est plus élevé pour les doses *2/3N*, *3/2N*, et *N* par rapport à *T*. Le Nass pour la dose *3/2N* reste constant à 14 kg/ha sur les deux années, tandis que les autres doses montrent des variations entre les années, avec une augmentation de Nass en 2023 pour les doses *2/3N* et *N*. Cela suggère une interaction potentielle entre les doses de glyphosate et les conditions spécifiques à l'année, bien que cette interaction n'ait pas été significative dans l'ANOVA. (Tableau 1; Figure 1)

• Phosphore (P₂O₅) assimilable

L'analyse de la variance relative à l'effet des traitements de glyphosate, du type de sol, et de l'année sur la variable étudiée montre en premier lieu, le facteur *Dose_Glyphosate* affiche une valeur p de 0.140, ce qui indique que les différentes doses de glyphosate n'ont pas un effet significatif sur la variable mesurée, suggérant qu'aucune dose particulière ne modifie de manière significative cette variable. Ensuite, le *Type_de_sol* présente également une valeur p élevée (0.385), ce qui signifie que le type de sol n'a pas d'impact significatif sur la variable étudiée. Cependant, le facteur *Annee* montre une valeur p de

0.027, ce qui est en dessous du seuil habituellement utilisé (0.05), indiquant que l'année a un effet significatif sur la variable mesurée. Cela suggère que des variations dans la variable peuvent être attribuées à des différences d'une année à l'autre. Enfin, l'interaction entre *Dose_Glyphosate* et *Type_de_sol* ($p = 0.503$) n'est pas significative, ce qui indique que l'effet des doses de glyphosate ne varie pas en fonction du type de sol. En somme, parmi les facteurs examinés, seule l'année semble avoir un impact significatif sur la variable mesurée, tandis que les doses de glyphosate et le type de sol n'ont pas d'effet notable. (Tableau 1; Figure 1)

• Potassum (K_2O) assimilable

L'analyse de variance (ANOVA) pour le K_2O révèle que le facteur *Dose de Glyphosate* a un effet significatif sur les niveaux de K_2O dans le sol, avec une valeur p de 0.00847. Cela montre que les différentes doses de glyphosate influencent significativement les concentrations de K_2O . En revanche, ni le *Type de Sol* ($p = 1.000$) ni l'*Année* ($p = 0.64628$) n'ont un effet significatif sur le K_2O . De plus, l'interaction entre *Dose de Glyphosate* et *Type de Sol* ($p = 1.000$) est également non significative, ce qui indique que l'effet des doses de glyphosate sur le K_2O est indépendant du type de sol. Le test de structuration des moyennes montre que la dose de *3/2N* a la concentration moyenne en K_2O la plus élevée (415,945 mg/kg), suivie de près par la dose *N* (370,125 mg/kg) et *2/3N* (303,150 mg/kg). Ces trois doses ne présentent pas de différences significatives entre elles. En revanche, la dose *T* (pleine dose) a une concentration significativement plus faible de K_2O (174,375 mg/kg), suggérant que des doses plus élevées de glyphosate peuvent réduire les niveaux de K_2O dans le sol. Ces résultats indiquent que les doses plus faibles à intermédiaires de glyphosate conservent mieux les niveaux de K_2O que la pleine dose. (Tableau 2; Figure 2)

• Capacité d'Échange Cationique (CEC)

L'analyse de variance (ANOVA) pour la Capacité d'Échange Cationique (CEC) montre que le facteur *Dose de Glyphosate* a un effet hautement significatif ($p = 0.000423$), indiquant que les différentes doses de glyphosate influencent fortement la CEC du sol. En revanche, ni le *Type de Sol* ($p = 1.000$) ni l'*Année* ($p = 0.586758$) n'ont d'effet significatif sur la CEC, et l'interaction entre *Dose de Glyphosate* et *Type de Sol* ($p = 1.000$) n'est pas non plus significative. Ces résultats suggèrent que les variations de la CEC sont exclusivement dues aux doses de glyphosate, sans interaction notable avec le type de sol ou l'année. (Tableau 2; Figure 2)

Le test de structuration SNK révèle des différences significatives de CEC entre les doses de glyphosate. La dose *3/2N* présente la CEC la plus élevée (7,91250 meq/100g), suivie de la dose *N* (6,73750 meq/100g) et de la dose *2/3N* (5,91875 meq/100g). La dose *T* (pleine dose) a la CEC la plus faible (5,02500 meq/100g), significativement inférieure aux autres. Ces résultats indiquent que l'application de doses plus élevées de glyphosate tend à réduire la capacité d'échange cationique, ce qui pourrait affecter la fertilité du sol.

• CaO

L'analyse de variance (ANOVA) pour le CaO montre que le facteur *Dose de Glyphosate* a un effet significatif sur les concentrations de CaO dans le sol, avec une valeur p de 0.009, indiquant que les différentes doses influencent de manière significative les niveaux de CaO. En revanche, ni le *Type de Sol* ($p = 0.850$) ni l'*Année* ($p = 0.585$) n'ont d'effet significatif sur le CaO, et l'interaction entre *Dose de Glyphosate* et *Type de Sol* ($p = 1.000$) est également non significative. Cela suggère que l'effet des doses de glyphosate sur les niveaux de CaO est indépendant du type de sol et des années de mesure. (Tableau 1; Figure 1).

Le test de structuration SNK révèle que la dose *3/2N* a la plus forte concentration moyenne de CaO (734,40 mg/kg), suivie par les doses *N* (654,30 mg/kg) et *2/3N* (534,75 mg/kg), qui ne montrent pas de différences significatives entre elles. En revanche, la dose *T* (pleine dose) présente une concentration de CaO significativement plus faible (300,70 mg/kg). Ces résultats suggèrent que l'application de doses plus élevées de glyphosate réduit les concentrations de CaO dans le sol, ce qui pourrait avoir un impact sur la disponibilité du calcium, un élément essentiel pour la structure et la fertilité du sol. (Tableau 2; Figure 2)

• Na_2O

L'analyse de variance (ANOVA) pour le Na_2O montre que le facteur *Dose de Glyphosate* a un effet significatif sur les concentrations de Na_2O dans le sol, avec une valeur p de 0.00133, indiquant que les différentes doses influencent de manière significative cette variable. En revanche, ni le *Type de Sol* ($p = 0.40765$) ni l'*Année* ($p = 0.84800$) n'ont d'effet significatif sur les niveaux de Na_2O , et l'interaction entre *Dose de Glyphosate* et *Type de Sol* ($p = 0.99506$) est également non significative. Cela suggère que les variations observées dans les concentrations de Na_2O sont principalement dues aux doses de glyphosate appliquées, indépendamment du type de sol ou de l'année de mesure.

Le test de structuration SNK révèle que la dose *3/2N* entraîne la concentration de Na₂O la plus élevée (18,80 mg/kg), suivie par la dose *N* (16,55 mg/kg), avec une différence non significative entre elles. En revanche, la dose *2/3N* (13,85 mg/kg) et la dose *T* (pleine dose) (10,35 mg/kg) montrent des concentrations significativement plus faibles, avec la dose *T* ayant la concentration la plus basse. Ces résultats suggèrent que l'augmentation des doses de glyphosate réduit les niveaux de Na₂O, et que la pleine dose (T) a un impact plus prononcé sur la réduction de cette composante chimique du sol, ce qui pourrait affecter l'équilibre en sodium. (Tableau 2; Figure 2)

Tableau 2. Synthèse des paramètres chimique en fonction de la glyphosate

Année	Dose	pH (Moyenne ± Écart-type)	Nass (Moyenne ± Écart-type)	P ₂ O ₅ (Moyenne ± Écart-type)	K ₂ O (Moyenne ± Écart-type)	CEC (Moyenne ± Écart-type)	CaO (Moyenne ± Écart-type)	Na ₂ O (Moyenne ± Écart-type)
2022	2/3N	6.025 ± 0.05a	10.5 ± 0.707a	2.457 ± 0.306b	303.150 ± 28.49a	5.91875 ± 0.10b	534.75 ± 0.12a	13.85 ± 0.12b
2022	3/2N	6.375 ± 0.34a	14 ± 0.1a	2.457 ± 0.306b	415.945 ± 32.56a	7.91250 ± 0.1a	734.40 ± 0.01a	18.80 ± 0.18a
2022	N	6.250 ± 0.19a	10.5 ± 0.707ab	2.457 ± 0.306b	370.125 ± 0.005a	6.73750 ± 1.2b	654.30 ± 0.02a	16.55 ± 0.28ab
2022	T	5.105 ± 0.76b	10 ± 0.01ab	2.457 ± 0.306b	174.375 ± 99.85b	5.02500 ± 13c	300.70 ± 1.2b	10.35 ± 0.82c
2023	2/3N	6.025 ± 0.05a	12.5 ± 0.01b	3.210 ± 0.81a	303.150 ± 28.49a	5.91875 ± 0.01b	534.75 ± 0.2a	13.85 ± 0.94b
2023	3/2N	6.375 ± 0.34a	14 ± 0.01b	3.210 ± 0.81a	415.945 ± 32.56a	7.91250 ± 0.1a	734.40 ± 2.3a	18.80 ± 1.28a
2023	N	6.250 ± 0.19a	12 ± 2.121b	3.210 ± 0.81a	370.125 ± 0.005a	6.73750 ± 0.12b	654.30 ± 0.9a	16.55 ± 0.15ab
2023	T	5.105 ± 0.76b	10.5 ± 0.01b	3.210 ± 0.81a	174.375 ± 99.85b	5.02500 ± 0.18c	300.70 ± 0.12b	10.35 ± 0.94c

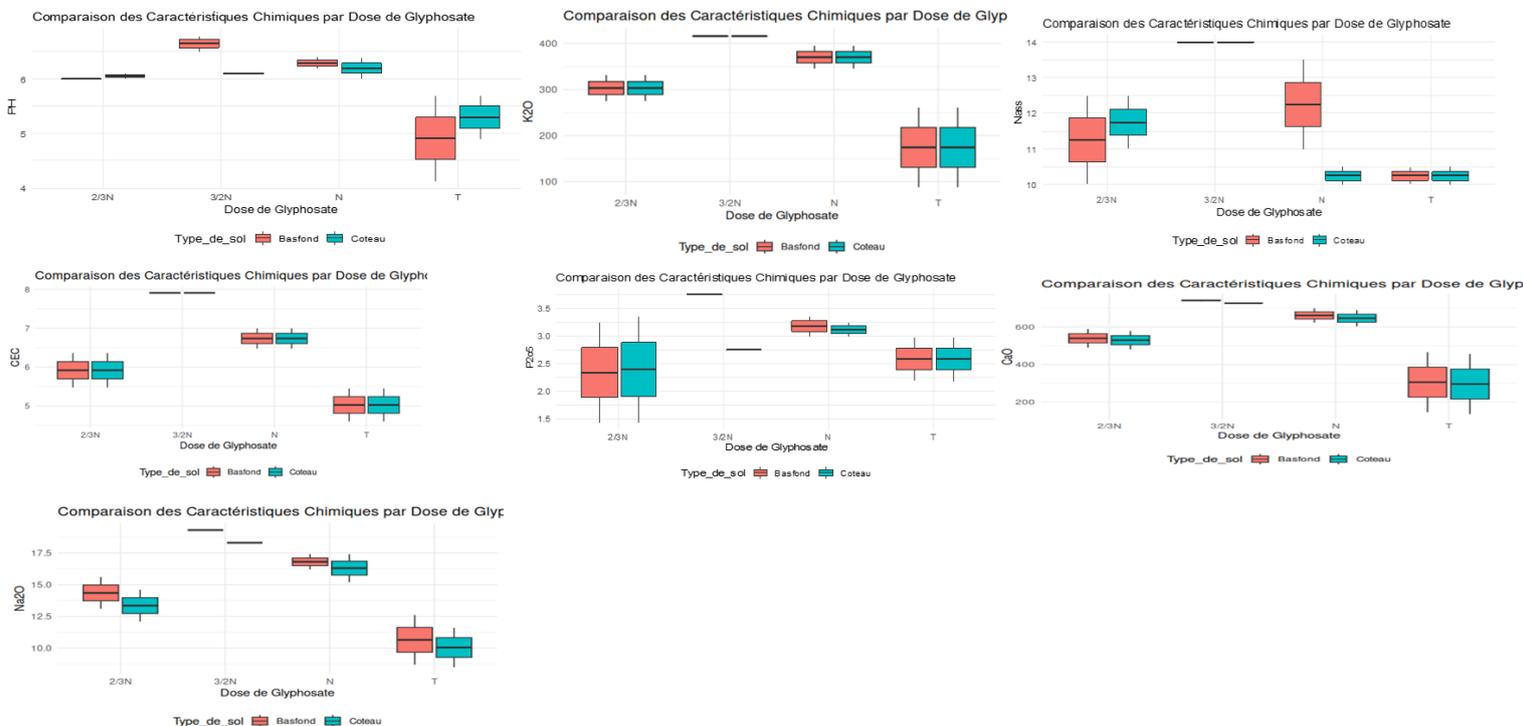


Fig. 2. Boxplot des paramètres chimiques en fonction des tarifications des doses de Glyphosate

5 DISCUSSION

• pH du sol

L'analyse de variance a révélé que le pH du sol est significativement influencé par la dose de glyphosate ($p = 0.0248$), indiquant que des doses plus élevées peuvent acidifier le sol. Cette observation est cohérente avec les résultats de d'autres études qui ont montré que l'application de certains herbicides, y compris le glyphosate, peut affecter les propriétés acido-basiques du sol (Liu et al., 2019). Les études de Weaver, et al. (2007) soulignent également que l'acidification du sol peut nuire à la disponibilité des nutriments et à la santé globale des écosystèmes agricoles. En revanche, les facteurs Type de sol ($p =$

0.8305) et Année ($p = 0.4307$) n'ont pas montré d'effet significatif, suggérant que les variations de pH sont principalement attribuables à la gestion des doses de glyphosate.

- **Nass (Nutrient Availability)**

Les résultats ont montré que la dose de glyphosate a un effet hautement significatif sur le Nass ($p = 0.000967$), indiquant que la disponibilité des nutriments est directement affectée par les traitements appliqués. De plus, le facteur Année ($p = 0.029232$) a également un effet significatif, suggérant des variations interannuelles dans la disponibilité des nutriments, ce qui pourrait être attribué à des facteurs environnementaux tels que les conditions climatiques (Harrison et al., 2018). Les différences observées en 2023, où le Nass est plus élevé pour les doses de glyphosate 2/3N, 3/2N, et N par rapport à T, soulignent l'importance d'un dosage approprié pour maintenir la fertilité du sol.

- **P2O5 (Phosphate)**

L'analyse a montré que la Dose de glyphosate ($p = 0.140$) et le Type de sol ($p = 0.385$) n'ont pas d'effet significatif sur les niveaux de P2O5. Cependant, l'Année ($p = 0.027$) a un impact notable, ce qui indique que la disponibilité du phosphore peut varier selon les années. Des études antérieures, comme celle de Barrios et al. (2021), indiquent que le phosphore est souvent sujet à des variations saisonnières et annuelles, influencées par des facteurs environnementaux et de gestion. Les résultats suggèrent que, bien que les doses de glyphosate n'affectent pas directement le P2O5, la gestion des nutriments doit tenir compte des variations annuelles.

- **K₂O (Potassium)**

Le K₂O a montré une réponse significative à la dose de glyphosate ($p = 0.00847$), avec des niveaux plus élevés associés aux doses 3/2N et N. Cette observation est corroborée par les résultats de Zhang et al. (2019), qui indiquent que l'application d'herbicides à des concentrations spécifiques peut affecter la libération de potassium dans le sol. Les concentrations plus faibles observées dans le traitement T (pleine dose) pourraient être attribuées à une absorption plus rapide des nutriments par les plantes ou à une lixiviation accrue due à des applications excessives de glyphosate (Huang et al., 2020).

- **CEC (Capacité d'Échange Cationique)**

La capacité d'échange cationique (CEC) a également été significativement influencée par la dose de glyphosate ($p = 0.000423$). Les résultats indiquent que des doses plus élevées de glyphosate tendent à réduire la CEC, ce qui peut nuire à la capacité du sol à retenir les nutriments. Des études de Mandi et al. (2017) ont montré que l'utilisation d'herbicides affecte non seulement la disponibilité des nutriments, mais aussi la structure du sol, ce qui peut avoir des conséquences à long terme sur la fertilité.

- **CaO (Calcium)**

Concernant le CaO, les résultats indiquent une influence significative de la dose de glyphosate ($p = 0.009$) sur les niveaux de calcium. Les concentrations les plus faibles observées avec la dose T pourraient indiquer une réduction de la disponibilité du calcium, un nutriment essentiel pour la structure du sol et la croissance des plantes (Said et al., 2018). La disponibilité du calcium est cruciale pour la croissance des racines et la résistance des plantes aux stress environnementaux.

- **Na₂O (Sodium)**

Enfin, pour le Na₂O, les résultats ont montré un effet significatif de la dose de glyphosate ($p = 0.00133$). Les doses plus faibles ont entraîné des concentrations plus élevées, tandis que la pleine dose a montré la concentration la plus basse. Cette tendance peut être interprétée à la lumière des travaux de Moyer et al. (2022), qui soulignent que l'utilisation excessive de glyphosate peut perturber l'équilibre ionique du sol, entraînant des concentrations de sodium diminuées. Ces résultats mettent en évidence l'importance de la gestion des doses de glyphosate pour maintenir les propriétés chimiques du sol. Les variations significatives observées dans les niveaux de pH, Nass, K₂O, CEC, CaO et Na₂O en réponse aux doses de glyphosate soulignent la nécessité d'une approche de gestion intégrée pour optimiser la fertilité du sol tout en minimisant les impacts négatifs potentiels des herbicides. Des études complémentaires seraient nécessaires pour explorer les mécanismes sous-jacents à ces interactions et évaluer les effets à long terme sur la santé des sols.

6 CONCLUSION

L'étude a mis en évidence l'impact significatif de l'application de doses élevées de glyphosate sur les caractéristiques chimiques des sols dans les communes rurales de la Préfecture de N'Zérékoré, en Guinée. Les résultats ont montré une

diminution du pH du sol et de la capacité d'échange cationique (CEC), ainsi qu'une réduction notable des niveaux de nutriments essentiels tels que le potassium (K_2O), le calcium (CaO) et le sodium (Na_2O). Ces changements affectent la fertilité du sol et soulignent l'importance de gérer soigneusement les doses de glyphosate afin de minimiser les effets négatifs sur les propriétés chimiques du sol et d'assurer la durabilité des pratiques agricoles. Pour maintenir l'équilibre des nutriments et la santé des sols, des stratégies de gestion intégrée doivent être adoptées, incluant une utilisation raisonnée des herbicides et la mise en place de pratiques agricoles durables. Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour évaluer les effets à long terme de ces changements sur la productivité agricole et la biodiversité des sols.

REFERENCES

- [1] Adjakpa, J. B., & Akpo, L. E. (2008). Woody flora of the lower delta of Ouémé in southern Benin. *J. Sci.*, 8 (4), 1–14.
- [2] Adjakpa, J. B., Yedomonhan, H., Ahoton, L. E., Weesie, P. D. M., & Akpo, L. E. (2013). Floristic structure and diversity of community riparian forest islands in the Lower So Valley in southeastern Benin. *J. Appl. Biosci.*, 65, 4902–4913.
- [3] Adla, K., Dejan, K., Neira, D., & Dragana, S. (2022). Degradation of ecosystems and loss of ecosystem services. In *One Health* (pp. 281–327).
- [4] Assogbadjo, A. E., Amadji, G., Glèlè Kakaï, R. L., Mama, A., Sinsin, B., & Van Damme, P. (2009). Ecological and ethnobotanical assessment of *Jatropha curcas* L. in Benin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 3 (5), 1065–1077. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v3i5.51085>.
- [5] Azonnakpo, O. V., Agbossou, E. K., & Aminou, T. (2020). Physico-chemical and bacteriological quality of water in the Ouémé delta. *Int. J. Progress. Sci. Technol.*, 20.
- [6] Barrios, E., et al. (2021). Temporal variability of phosphorus availability in agricultural soils. *Soil Science Society of America Journal*, 85 (4), 928-938.
- [7] Ernest, A. K., Paule, S. A. M., & Abou, T. R. A. O. R. E (2020). Caractérisation d'un environnement hydrologique influencé par l'usage des pesticides en agriculture en Côte d'Ivoire: cas du bassin versant de la rivière Mé. *Journal of Applied Biosciences*, 161, 16652-16662.
- [8] G. A. Omokhodion et al. (2021). *Impact of glyphosate on soil microbial diversity*. *Journal of Environmental Management*, 276, 111326.
- [9] Harrison, R., et al. (2018). Effects of environmental conditions on nutrient availability in soils. *Ecological Indicators*, 92, 324-332.
- [10] Huang, Y., et al. (2020). Glyphosate applications and their impacts on soil nutrients: A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 40 (1), 1-15.
- [11] K. A. P. Ataguba et al. (2020). *Influence of glyphosate on soil pH and nutrient availability*. *Soil Science Society of America Journal*, 84 (2), 334-342.
- [12] Kobta, w. r., Kissira, a., & Ibrahima, y. a. b. i (2020). Activites agricoles et utilisation des intrants chimiques dans la commune de kerou au nord-ouest du benin. «*kafoudal*» *la revue des sciences sociales de l'universite pelefogo gon coulibly conseil scientifique international*, 27.
- [13] Liu, Y., et al. (2019). Soil chemical properties and microbial communities under glyphosate application. *Journal of Environmental Quality*, 48 (4), 913-921.
- [14] M. S. Anum et al. (2021). *Effects of glyphosate on soil nutrient dynamics*. *Journal of Agriculture and Environmental Ethics*, 34 (1), 45-60.
- [15] Mandi, L., et al. (2017). Impact of herbicides on soil properties and crop production. *Crop Protection*, 99, 1-10.
- [16] Moyer, R. E., et al. (2022). Glyphosate and its effects on soil health: A review. *Soil Biology and Biochemistry*, 160, 108305.
- [17] Said, M., et al. (2018). The role of calcium in soil fertility and plant health. *Plant and Soil*, 426 (1-2), 1-10.
- [18] Weaver, M. A., Krutz, L. J., Zablutowicz, R. M., & Reddy, K. N. (2007). Effects of glyphosate on soil microbial communities and its mineralization in a Mississippi soil. *Pest Management Science: formerly Pesticide Science*, 63 (4), 388-393.
- [19] Zhang, X., et al. (2019). The effect of glyphosate on potassium levels in agricultural soils. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 19 (4), 1001-1010.