



ISSN: 2230-9926

Available online at <http://www.journalijdr.com>

IJDR

International Journal of Development Research

Vol. 11, Issue, 07, pp. 48668-48673, July, 2021

<https://doi.org/10.37118/ijdr.21950.07.2021>



RESEARCH ARTICLE

OPEN ACCESS

CARACTÉRISTIQUES CHIMIQUES D'UN LIXISOL SOUS LES EFFETS SYNERGIQUES DE BIODÉCHETS ET DE FERTILISANTS MINÉRAUX DANS LA ZONE SUD-SOUDANIENNE DU BURKINA FASO

Abdramane SANON^{1,2*}, Alain Péoulé Kouhouyiwo GOMGNIMBOU², Kalifa COULIBALY¹, Koulibi Fidèle ZONGO³, Cheick Aboubacar BAMBARA², Sékou FOFANA^{1,2}, Willifried SANOU and Hassan Bismarck NACRO¹

¹Laboratoire d'étude et de Recherche sur la Fertilité du sol, Institut du Développement Rural, Université Nazi Boni. BP 1091, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso; ²Laboratoire Sol-Eau-Plante, Programme de Recherche Gestion des Ressources Naturelles et Système de Production, Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles, Station de Farako-Bâ. 1 BP 910 Bobo 01, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso; ³Centre Universitaire de Tenkodogo, Université Thomas SANKARA. 12 BP 417, Ouagadougou, Burkina Faso

ARTICLE INFO

Article History:

Received 19th April, 2021
Received in revised form
10th May, 2021
Accepted 18th June, 2021
Published online 28th July, 2021

Key Words:

Riz pluvial Strict, Biodéchets,
Paramètres Chimiques, sol, Burkina Faso.

*Corresponding author:
Abdramane SANON

ABSTRACT

Au Burkina Faso, les sols sont caractérisés par une faible teneur en matière organique et en éléments nutritifs avec une incidence directe sur les rendements des cultures. L'objectif de cette étude est d'évaluer l'effet de l'application de fumier de poules et des fertilisants inorganiques sur le pH et les éléments majeurs du sol en condition de riziculture pluviale stricte. L'étude a été effectuée à la station de Recherches Environnementales et Agricoles de Farako-Bâ à l'Ouest de Burkina Faso, au cours de quatre saisons pluvieuses de 2016 à 2019. Un dispositif expérimental en Bloc de Fisher comportant dix traitements (T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9 et T10) avec quatre répétitions a été utilisé. Les résultats ont montré que seuls les apports organiques ont permis une amélioration des caractéristiques chimiques du sol. En effet, les augmentations par rapport au sol non fumé sont en moyen de +0,32 unité pour le pH_{eau}. Les résultats obtenus ont montré que le traitement T5 (fumier de poules +urée) entraîne une augmentation significative de MO de 0,94%, de P_{total} de 10% et de N_{total} de 21% par rapport au traitement T1 (Témoin sans fertilisants) après deux années de culture. Le traitement T7 (fumier de poules +Burkina phosphate +Urée) entraîne une hausse significative de P_{total} de 85,97%. Ces résultats montrent que les fientes de poulet pourraient avoir une capacité d'amélioration de la fertilité des sols.

Copyright © 2021, Abdramane SANON et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citation: Abdramane SANON, Alain Péoulé Kouhouyiwo GOMGNIMBOU, Kalifa COULIBALY, Koulibi Fidèle ZONGO et al. "Caractéristiques chimiques d'un lixisol sous les effets synergiques de biodéchets et de fertilisants minéraux dans la zone sud-soudanienne du Burkina Faso.", *International Journal of Development Research*, 11, (07), 48668-48673.

INTRODUCTION

La mauvaise gestion agricole affectant environ 121 millions d'hectares de terres est la cause de la dégradation des terres en Afrique (Jones et al., 2013). Au Burkina Faso, les producteurs appliquent des doses d'engrais en dessous des doses recommandées en riziculture pluviale stricte (Traore et al., 2015). Cette situation, conjuguée à de mauvaises pratiques agricoles a pour effet l'appauvrissement des sols et la réduction de la production agricole (Akanza et al., 2017). La jachère jadis utilisée pour améliorer la fertilité des sols devient de moins en moins fréquente en Afrique, où les paysans sont obligés d'intensifier l'utilisation de leurs terres, souvent sans compenser les pertes de nutriments provoquées.

L'exportation excessive de nutriments sans compensation entraîne à long terme un déséquilibre de nutriments dans le sol (Mulaji, 2011). On estime actuellement les apports d'engrais minéraux en Afrique Subsaharienne à environ 16 kg/ha. Ces quantités pourraient atteindre 22 kg/ha d'ici 2022, mais restent encore très faibles comparativement à la recommandation de 100 kg/ha (AFAP, 2019). Dès lors, il devient nécessaire d'associer la matière organique aux engrais minéraux comme stratégie de fertilisation afin de minimiser les coûts des engrais minéraux et de s'adapter au changement climatique (Garg et al., 2008 ; Oyeyemi et al., 2014). Toutefois, le recours à des amendements organiques dans ce contexte est limité à cause de la faiblesse des effectifs de bovins intégrés dans les exploitations d'une part, et d'autre part, par le temps de séjour réduit des animaux dans les exploitations agricoles (Nacro et al., 2010). Le

recours à des pratiques avicoles dans la gestion de la fertilité des sols dans les exploitations agricoles constitue de nos jours une alternative à l'intégration agriculture-élevage. En effet, les résultats de Coulibaly *et al.* (2018), ont montré que la volaille peut contribuer à près de 30 % de la production des substrats organiques dans les exploitations agricoles. Elle peut permettre également aux exploitations agricoles qui intègrent fortement l'aviculture à l'agriculture, de fertiliser près de 5 % de leur champ contre 0,52 % pour les agro-pasteurs qui intègrent plus le bétail à l'agriculture. La filière avicole burkinabè avec un effectif d'environ 44 millions de têtes pourrait être un levier dans la disponibilité de la matière organique (MRAH, 2018). Des études de caractérisation chimique de la fiente de volaille ont été conduites et ont mis en exergue son potentiel agronomique (Farid *et al.*, 2009 ; Uwah *et al.*, 2012 ; Ankaza *et al.*, 2017 ; Gomgnimbou *et al.*, 2016 ; Gomgnimbou *et al.*, 2019). Les travaux de Gomgnimbou *et al.* (2016) ont montré la richesse de la fiente de poulet en azote ($N = 2,58\%$) et en phosphore total ($P = 2,73\%$). D'autres recherches (Warren *et al.*, 2006 ; Uwah *et al.*, 2012 ; Nyembo *et al.*, 2014) ont montré les performances agronomiques de l'utilisation de la fiente de volaille. Les travaux de Garg *et al.* (2008) ont montré que le fumier de volaille peut fournir plus facilement du phosphore aux plantes que d'autres sources organiques. Uwah *et al.* (2012) ont signalé que l'apport de fumier de volaille permet d'augmenter le pH du sol et la matière organique du sol. L'apport de fumier de volaille permet d'augmenter de 53% l'azote du sol, et la capacité d'échange cationique de 0,09% à 0,14% sous culture de maïs (Boateng *et al.*, 2006). Ces différents travaux montrent que le fumier de volaille présente un grand potentiel pour l'amélioration de la disponibilité des éléments nutritifs de sol. Cependant, dans le contexte du Burkina Faso, les investigations sur l'utilisation de la fiente de volaille en riziculture pluviale stricte sont très rarement documentées. Or, ce système de riziculture pourrait être une alternative pour booster la production rizicole nationale par la valorisation des matières organiques locales. C'est dans ce cadre que cette étude a été initiée en vue d'évaluer les effets de la fiente de poulet et des engrais minéraux sur le pH et les éléments majeurs du sol en condition de riziculture pluviale stricte en zone sud-soudanienne du Burkina Faso.

MATERIEL ET METHODES

Description du site d'étude : L'étude a été réalisée au cours des campagnes agricoles de 2016, 2017, 2018 et 2019 à la station de recherches environnementales et agricoles de Farako-baau Burkina Faso. Les coordonnées géographiques du site se situent entre le 11°06 de latitude Nord et le 4°20 de longitude Ouest à 405 m d'altitude. Le climat est de type sud soudanien (Fontes *et al.*, 1995). La pluviométrie moyenne annuelle en 2019 était de 1 371 mm (MAAH, 2019).

Types de sols : Le sol sur lequel a été implanté le dispositif est un sol qui était en jachère pendant plus de dix (10) ans. Les sols du site d'implantation de l'essai sont des lixisols selon la classification WRB CPCS (Kissou *et al.*, 2014). Les caractéristiques chimiques des sols sont données dans le tableau 2.

Matériel végétal et fertilisants : La variété de riz utilisée est la FKR59 (WAB 99-84) dont le cycle semis-maturité est de 95-100 jours pour un rendement potentiel de 5 000 kg/ha (INERA, 2016). Les semences utilisées pour l'étude viennent du Programme Riz et Riziculture de la Direction Régionale de Recherches Environnementales et Agricoles de l'Ouest du Burkina Faso. La fiente de poulet a été obtenue dans les fermes avicoles localisées dans la zone périurbaine de Bobo Dioulasso. Quant au compost, il a été produit dans la station expérimentale. Le Burkina Phosphate a été obtenu à la Direction Régionale de l'Agriculture, des Aménagements Hydro-agricoles et de la Mécanisation des Hauts Bassins et les engrais minéraux (NPK et Urée) ont été payés sur la place du marché auprès des revendeurs détaillants homologués.

Dispositif expérimental : L'essai a été mis en place, selon un dispositif en Blocs de Fisher complètement randomisés à 10 traitements et 4 répétitions. Dans chaque parcelle élémentaire, sont

appliqués les types de fumures. Les caractéristiques chimiques de fiente de poulet et de compost sont données dans le tableau 2. Le compost (5 000 kg/ha) et le Burkina Phosphate (500 kg/ha) ont été apportés 5 jours avant semis. Ensuite, 7 500 kg/ha de Fiente de Poulet ont été apportés en deux fractions : 2/3 de la dose (5000kg/ha) a été appliquée 5 jours avant semis et 1/3 de la dose de fumier de Poulet soit 2500 kg/ha a été appliquée 45 Jours Après Semis. La fertilisation minérale vulgarisée correspond à 200 kg/ha de NPK (14-23-14) apportés 14 jours après semis, et 100 kg/ha d'urée appliqués en deux fractions : 35% de la dose (35 kg/ha) à 30 jours après semis et 65% de la dose (65 kg/ha) à 45 jours après semis. La fiente de poulet et le compost sont apportés chaque année. La liste de traitements est présentée dans le Tableau 1.

Echantillonnage et analyse chimique des sols : Au début de l'étude, les échantillons composites de sol ont été collectés sur chaque parcelle à 0-15 cm de profondeur. Ces échantillons de sol, tout comme ceux de fumier de poulet et de compost, ont été analysés pour déterminer la teneur en éléments chimiques (Tableau 2). Ces analyses ont été effectuées au laboratoire Sol-Eau-plant de la station de recherches de Farako-ba à la Direction Régionale de Recherches Environnementales et Agricoles de l'Ouest du Burkina selon les méthodes suivantes: Le pH eau a été mesuré à l'aide d'un pH-mètre électronique dans une suspension de l'échantillon dans de l'eau distillée. Le carbone total a été déterminé par la méthode de Walkley-Black (1934). Concernant l'azote total, il a été déterminé après minéralisation par la méthode Kjeldahl (Hillebrand *et al.*, 1953). Après cette minéralisation, la solution aqueuse obtenue est diluée 10 fois avec de l'eau distillée, qui est passé au photomètre à flamme pour déterminer le potassium total. La détermination du phosphore total s'est effectuée suivant la méthode de de Kitson *et al.* (1944).

Analyse statistique : L'analyse de variance et la séparation des moyennes ont été utilisées pour déterminer les différences entre les traitements, à l'aide du logiciel GENSTAT 11 édition. Le test de Fisher a été utilisé pour la comparaison des moyennes lorsque l'analyse de variance révèle des différences significatives entre les traitements, au seuil de probabilité de 5 % (Steel *et al.*, 1997).

RESULTATS

Effet des fertilisants sur le pH du sol : Les résultats du pH_eau obtenus de 2016 à 2019 sont présentés dans le **Tableau 3**. On note des différences hautement significatives ($P < .001$) entre les années et entre les traitements quelle que soit l'année pour le pH_eau. L'interaction années*traitements est non significative. Les valeurs moyennes de pH_eau ont varié de $5,135 \pm 0,36$ en 2017 pour le traitement T3 (Burkina Phosphate +Urée) à $5,574 \pm 0,41$ pour le traitement T4 (Fiente de Poulet). Ainsi, les plus faibles pH_eau ont été observés avec le traitement T1 (témoin) et le traitement T3 (Burkina Phosphate +Urée) sur les quatre années de cultures. Comparativement à la première année (en 2016), à la deuxième année (en 2017), les pH_eau augmentent pour tous les traitements. A la première et à la deuxième année de culture, le traitement T4 (FP) a entraîné des augmentations de pH_eau respectivement de 8 et 12 % par rapport au traitement T2 (NPK+Urée). A la troisième année, on observe des différences non significatives entre les traitements. Comparativement à la deuxième année, à la troisième année de culture, les pH_eau diminuent pour tous les traitements. Cette baisse de pH_eau varie de 3,9% pour le traitement T7 (Fiente de Poulet +Burkina Phosphate +Urée) à 6,5 % pour le traitement T10 (Compost+Burkina Phosphate +Urée). Par contre, à la troisième année de culture les traitements T5 (Fiente de Poulet +Urée), T6 (Fiente de Poulet +Burkina Phosphate) et T8 (Compost+Urée) ont induit chacun des augmentations significatives de pH_eau de 6,48%, par rapport au sol de départ. Par ailleurs, à la quatrième année de l'essai, comparativement à la troisième année, on observe que le pH_eau a diminué de 11% pour le traitement T2 (NPK+Urée) et de 8,8% pour le traitement T4 (Fiente de Poulet).

Tableau 1. Liste de traitements appliqués

| Traitements | Quantité de Nutriments appliqué (kg/ha) | | |
|--|---|--------|--------|
| | N | P | K |
| T1 : Témoin absolu | 0 | 0 | 0 |
| T2 : NPK + Urée | 74 | 46 | 28 |
| T3 : Burkina Phosphate + Urée | 0,62T2 | 2,76T2 | 0 |
| T4 : Fiente de Poulet | 3,13T2 | 4,17T2 | 3,83T2 |
| T5 : Fiente de Poulet + Urée | 3,75T2 | 4,17T2 | 3,83T2 |
| T6 : Fumier de Poules + Burkina Phosphate | 3,13T2 | 3,9T2 | 3,83T2 |
| T7 : Fiente de Poulet + Burkina Phosphate + Urée | 3,75T2 | 3,9T2 | 3,83T2 |
| T8 : Compost + Urée | 1,51T2 | 0,03T2 | 3,21T2 |
| T9 : Compost + Burkina Phosphate | 1,51T2 | 2,79T2 | 3,21T2 |
| T10 : Compost + Burkina Phosphate + Urée | 1,51T2 | 2,79T2 | 3,21T2 |

Tableau 2. Teneur en éléments chimiques dans le sol, dans la fiente de Poulet et le compost

| Nature | pH _{H₂O} | MO (%) | N total | P total (mg.kg ⁻¹ de sol) | K total |
|--------------------------|------------------------------|-----------|---------|---|---------|
| Sol avant l'implantation | 5,43 | 0,95 | 0,053 | 95,6 | 937,81 |
| Fumier de poule | 6,91 | 37,60 | 3,09 | 2,56 | 1,43 |
| Compost | 7,19 | 23,38 | 2,18 | 0,026 | 1,8 |

MO: Matière Organique; N_Total: Azote total; P_Total: Phosphore Total, K_Total: Potassium Total

Tableau 3. pH_eau du sol des traitements (2016 à 2019) en fonction des traitements

| Traitements | pH_eau | | | |
|---------------------|---------------------------|---------------------------|-----------|-----------|
| | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
| Témoin | 5,423±0,16 ^{bc} | 5,760±0,04 ^d | 5,43±0,48 | 4,73±0,61 |
| NPK + Urée | 5,145±0,11 ^d | 5,397±0,04 ^c | 5,29±0,12 | 4,71±0,11 |
| BP+Urée | 5,268±0,10 ^{cd} | 5,435±0,08 ^c | 5,6±0,27 | 4,82±0,35 |
| FP | 5,555±0,28 ^{ab} | 6,092±0,27 ^{ab} | 5,57±0,04 | 5,08±0,1 |
| FP + Urée | 5,360±0,08 ^{bcd} | 5,945±0,12 ^{bcd} | 5,71±0,22 | 5,02±0,12 |
| FP + BP | 5,478±0,14 ^{bc} | 6,052±0,10 ^{abc} | 5,71±0,2 | 4,84±0,08 |
| FP+ BP + Urée | 5,363±0,11 ^{bcd} | 5,887±0,1 ^{cd} | 5,65±0,14 | 5,00±0,15 |
| Compost + Urée | 5,450±0,16 ^{bc} | 6,005±0,18 ^{bc} | 5,79±0,28 | 5,02±0,14 |
| Compost + BP | 5,718±0,13 ^a | 6,232±0,07 ^a | 5,69±0,1 | 4,92±0,59 |
| Compost + BP + Urée | 5,563±0,23 ^{ab} | 6,012±0,19 ^{bc} | 5,62±0,29 | 4,7±0,37 |
| <i>F pr.</i> | | | | |
| Traitements | 0,003 | <.001 | 0,162 | 0,721 |
| Années | | <.001 | | |
| Années*traitements | | 0,119 | | |

Légende :FP : Fumier de Poulet ; BP : Burkina Phosphate ; F pr. : Probabilité de F NB : Verticalement, les traitements affectés d'une même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différents (Test de LSD à P = 0,05).

Tableau 4. Taux de Matière Organique du sol et l'Azote total (2016 à 2019) en fonction des traitements.

| Traitements | MO (%) | | | | N Total(%) | | | |
|--------------------------|-------------|---------------------------|-----------|---------------------------|--------------|---------------------------|-----------|------------|
| | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
| Témoin sans fertilisants | 0,6038±0,12 | 0,692±0,05 ^c | 0,57±0,18 | 0,6642±0,09 ^{ab} | 0,0338±0,005 | 0,030±0,1 ^c | 0,03±0,01 | 0,034±0,01 |
| NPK + Urée | 0,6594±0,12 | 0,8225±0,08 ^b | 0,54±0,05 | 0,643±0,09 ^{ab} | 0,0353±0,006 | 0,037±0,01 ^{abc} | 0,03±0,01 | 0,034±0,01 |
| BP+Urée | 0,7063±0,11 | 0,827±0,05 ^b | 0,54±0,02 | 0,6006±0,05 ^b | 0,0360±0,006 | 0,035±0,01 ^{bc} | 0,03±0,01 | 0,032±0,01 |
| FP | 0,7061±0,07 | 0,8475±0,07 ^{ab} | 0,55±0,07 | 0,6712±0,05 ^{ab} | 0,0389±0,006 | 0,037±0,1 ^{abc} | 0,03±0,01 | 0,034±0,01 |
| FP + Urée | 0,6721±0,14 | 0,897±0,05 ^{ab} | 0,6±0,17 | 0,6854±0,21 ^{ab} | 0,0380±0,006 | 0,040±0,01 ^{ab} | 0,03±0,01 | 0,033±0,01 |
| FP + BP | 0,7669±0,22 | 0,937±0,09 ^a | 0,68±0,07 | 0,7313±0,17 ^{ab} | 0,0423±0,017 | 0,045±0,01 ^a | 0,04±0,01 | 0,038±0,01 |
| FP+ BP + Urée | 0,7335±0,12 | 0,910±0,07 ^{ab} | 0,62±0,13 | 0,7878±0,22 ^a | 0,0420±0,005 | 0,040±0,1 ^{ab} | 0,03±0,01 | 0,039±0,01 |
| Compost + BP | 0,6945±0,10 | 0,842±0,03 ^b | 0,6±0,06 | 0,6536±0,05 ^{ab} | 0,0381±0,008 | 0,040±0,1 ^{ab} | 0,03±0,01 | 0,034±0,01 |
| Compost + Urée | 0,6553±0,08 | 0,870±0,09 ^{ab} | 0,57±0,16 | 0,65±0,09 ^{ab} | 0,0358±0,006 | 0,037±0,01 ^{ab} | 0,03±0,01 | 0,034±0,01 |
| Compost + BP + Urée | 0,6692±0,09 | 0,725±0,08 ^c | 0,58±0,07 | 0,6783±0,15 ^{ab} | 0,0374±0,005 | 0,030±0,1 ^c | 0,03±0,01 | 0,037±0,01 |
| <i>F pr.</i> | | | | | | | | |
| Traitements | 0,799 | <.001 | 0,543 | 0,038 | 0,759 | 0,01 | 0,446 | 0,718 |
| Années | <.001 | | | | <.001 | | | |
| Années*traitements | | 0,738 | | | 0,916 | | | |

Légende :FP : Fiente Poulet; BP : Burkina Phosphate ; F pr. : Probabilité de F NB : Verticalement, les traitements affectés d'une même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différents (Test de LSD à P = 0,05)

Effet des fertilisants sur la matière organique et l'azote total : Les taux de matière organique du sol, obtenus de 2016 à 2019 sont présentés dans le Tableau 4. Les résultats montrent que l'application de biodéchets seuls ou en combinaison avec de l'engrais minéral, ou l'engrais minéral seul n'ont pas affecté de manière significative la MO du sol en 2016. Par contre en 2017, les traitements ont eu des effets significatifs sur la matière organique du sol.

L'augmentation, la plus significative est observée avec le traitement T7 (FP+BP+Urée) (0,910%) et le traitement T6 (FP+BP)(0,937%) par rapport au témoin absolu. En 2018, comparativement à l'année 2017, on observe des différences non significatives entre les traitements pour la matière organique avec des baisses de taux de matière organiques pour tous les traitements. Par contre, en 2019, il y'a des différences significatives entre les traitements ($P=0,038$).

Tableau 5. Teneurs en Phosphore total et en Potassium total du sol (2016 à 2019) en fonction des traitements

| Traitements | P total (mg.kg ⁻¹ de sol) | | | | K total(mg.kg ⁻¹ de sol) | | | |
|---------------------|--------------------------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------------------|----------------------------|---------|-----------------------------|
| | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
| Témoin | 88,4±6,38 ^d | 130,4±4,49 ^d | 89,3±38 ^c | 69,8±16,80 ^d | 1011±100,96 ^{bcd} | 2034±191,23 ^{bc} | 1078,29 | 955,3±87,67 ^{abc} |
| NPK+ Urée | 89,5±9,12 ^{cd} | 149,8±12,92 ^{cd} | 86,2±10 ^c | 90,4±50,4 ^{bcd} | 962±73,46 ^d | 2099±167,5 ^{bc} | 1090,53 | 940,6±77,22 ^{bc} |
| BP +Urée | 98,6±6,53 ^{bcd} | 201,4±14,63 ^{ab} | 104,1±26 ^{bc} | 88±26,54 ^{bcd} | 1024±89,41 ^{abcd} | 2180± 250,84 ^{ab} | 1078,29 | 984,6±69,37 ^{abc} |
| FP | 109,5±14,77 ^{abc} | 193,0±7,47 ^b | 115±18 ^{abc} | 117±27,45 ^b | 1121±144,17 ^a | 2181±171,06 ^{ab} | 1225,09 | 999,3±113,39 ^{abc} |
| FP+ Urée | 95,4±4,05 ^{cd} | 193,3±61,1 ^b | 141,1±32 ^{ab} | 176,4±65,93 ^a | 999±84,82 ^{cd} | 2034±184,05 ^{bc} | 1127,23 | 1028,7±80,85 ^{ab} |
| FP + BP | 122,6±20,11 ^a | 242,5±32,2 ^a | 115±11 ^{abc} | 116,5±25,24 ^{bc} | 975±128,79 ^d | 2018±186,95 ^{bc} | 1139,46 | 977,3±23,97 ^{abc} |
| FP + BP + Urée | 119,3±13,17 ^{ab} | 241,4±37,83 ^a | 146,3±25 ^a | 173,5±43,53 ^a | 975±97,94 ^d | 1985±82,11 ^c | 1114,99 | 977,3±86,43 ^{abc} |
| Compost + BP | 125,4±31,78 ^a | 181,1±33,25 ^{bc} | 85,4±2 ^c | 70,3±8,09 ^{cd} | 1109±108,59 ^{ab} | 2294±140,1 ^a | 1188,39 | 918,6±41,52 ^c |
| Compost + Urée | 125,4±9,73 ^a | 143,7±11,12 ^{cd} | 101,5±32 ^c | 104,7±36,86 ^{bcd} | 975±69,26 ^d | 2034±275,94 ^{bc} | 1176,16 | 977,3±33,90 ^{abc} |
| Compost + BP + Urée | 104,7±17,49 ^{abcd} | 215,9±36,32 ^{ab} | 117,6±47 ^{abc} | 103,2±28,96 ^{bcd} | 1085±61,62 ^{abc} | 2034±280,58 ^{bc} | 1163,93 | 1050,7±97,38 ^a |
| <i>F pr.</i> | | | | | | | | |
| Traitements | 0,003 | <.001 | 0,019 | <.001 | 0,033 | 0,04 | 0,236 | 0,001 |
| Années | <.001 | | | | | <.001 | | |
| Années*Traitements | 0,056 | | | | | 0,648 | | |

Légende :FP : Fiente Poulet; BP : Burkina Phosphate ; F pr. : Probabilité de F NB : Verticalement, les traitements affectés d'une même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différents (Test de LSD à P = 0,05)

Cependant comparativement à la troisième année, à la quatrième année de culture, on constate une augmentation de taux de matières organiques pour tous les traitements. Cette hausse de taux de matière organique varie de 25,8% pour le traitement T7 (FP+BP+Urée) et de 16% pour chacun des traitements T2 (NPK+Urée) et T1 (témoin sans fertilisants). Il ressort de l'analyse des différences significatives ($p=0,04$) entre les traitements pour la moyenne de l'azote total des quatre années de culture. En 2016, 2018, et en 2019, les résultats indiquent des différences non significatives entre les traitements pour le paramètre azote total, avec toutefois des valeurs moyennes relativement plus élevées pour celles ayant bénéficié de la fumure organique. Par contre en 2017, l'analyse des données montrent des différences significatives entre les traitements pour l'azote total. En effet à la deuxième année de culture, par rapport au traitement T1 (témoin), l'azote total évolue de manière très variable, à la hausse de 1,5% pour le traitement T6 (FP+Urée) et de 1% pour chacun des traitements T5 (FP+ Urée) et T7 (FP+BP+Urée).

Effet des fertilisants sur le Potassium total et sur le Phosphore total : Les résultats de l'analyse indiquent des différences significatives ($p=0,003$) entre les traitements en ce qui concerne le potassium total en 2016 et 2017 (Tableau 5). Le potassium total évolue à la hausse pour tous les traitements par rapport au sol de départ et au traitement T1 (Témoins sans fertilisants). Les valeurs du potassium total des sols des différents traitements à base de Compost et de Fiente Poulet sont significativement plus élevées ($p<0,001$) que celles des fumures minérales (NPK+Urée) en 2016. Les traitements T4 (FP) et T9 (Compost+BP) ont entraîné une augmentation de P_{total} respective de 12,7% et de 7,2% par rapport au traitement T1 (témoin sans fertilisants). On observe une augmentation et une baisse de K_{total} pour tous les traitements respectivement en 2017 et 2018. La baisse de K_{total} est beaucoup plus importante en 2019. En effet, en 2019, on note une diminution de K_{total} de 8,78% pour le traitement T5 (FP+Urée), de 9% pour le traitement T10 (Compost+BP+Urée), de 12,3% pour le traitement T7 (FP+BP+Urée) et de 13% pour le traitement T2 (NPK+Urée). Par ailleurs, en 2019, comparativement au traitement T2 (NPK+Urée), le traitement T5 (FP+Urée) entraîne une augmentation de P_{Total} de 9,3%. Pour ce qui concerne le phosphore total, l'analyse des données montre des différences hautement significatives entre les traitements en 2017 et en 2019 et significatives en 2016 et en 2018 (Tableau 5). On note des différences significatives entre les années pour le phosphore total. Les valeurs mesurées en 2016 se situent entre 88,4±6,38 mg P.kg⁻¹ sol pour le traitement T1 (témoin) et 125,4±31,78 mg P.kg⁻¹ sol, pour le traitement T8 (Compost+BP), tandis qu'elles varient de 130,4±4,49 mg.P.kg⁻¹ sol pour le traitement T1 (témoin) à 242,5±32,2 mg P.kg⁻¹ sol pour le traitement T6 (FP+BP) en 2017. En effet, par rapport "au sol de départ avant semis", le phosphore total évolue de manière très variable, à la hausse pour les traitements T4 (FP), T6 (FP+BP), T7 (FP +BP+Urée), T9 (Compost+BP) et T10 (BP+Compost+Urée), et à la baisse pour les autres traitements en 2016. Par ailleurs, en 2017, par rapport au traitement T1 (Témoin), les traitements T7 (FP+BP+Urée)

et T6 (FP+BP) entraînent chacun, des augmentations de P_{total} de 85,54% contre 14,87% pour le traitement T2 (NPK+Urée). En 2019, comparativement en 2018, on observe des augmentations de P_{total} de 18,6% pour le traitement T7 (FP+BP+Urée) et de 4,9% pour le traitement T2 (NPK+Urée). Par contre on observe une diminution de P_{Total} de 21,8% dans le traitement T1 (Témoin).

DISCUSSION

Evolution du pH_{eau} : L'apport de la fiente de poulet seule a entraîné une augmentation du pH_{eau} du sol, par contre l'ajoute de l'urée entraîne une diminution de pH_{eau} en première année de culture. Les résultats similaires ont été obtenus par Moses *et al.* (2016) qui ont démontré que l'ajoute de fumier en association avec l'engrais minéral est à l'origine d'une augmentation légère de l'acidité de sol. La réduction de pH_{eau} peut être attribuée à une production de CO₂ et acides organiques pendant la décomposition de la fiente de poulet. Yaduvanshi (2003) a signalé une situation similaire comme dans cette étude. Des résultats de Sedat *et al.* (2011) ont noté une augmentation du pH_{eau} quelques jours après amendement de sol avec de la fumure organique suivie d'une diminution progressive en fin de culture. Contrairement à la fiente de poulet, l'application des composts a entraîné une légère augmentation du pH_{eau} du sol, à court terme. Toundou *et al.* (2014) ont obtenu une augmentation du pH_{eau} à la suite de l'enfouissement du compost dans les sols acides. La richesse du compost en MO a contribué à une augmentation du pH_{eau}. Cela indique que la MO a une capacité importante d'amélioration de l'acidité des sols. La nitrification de l'azote ammoniacale (N_{NH4}), présente en quantité importante dans les biodéchets libère, les protons, mais les bases échangeables (K, Ca, Mg) apportés par les biodéchets ont probablement neutralisé cette acidité. Nos résultats corroborent ceux de Bacye *et al.* (2019) qui ont montré que comparativement aux apports minéraux, les apports organiques permettent une amélioration significative au seuil de 5 % de pH_{eau} du sol de 0,30 unité à l'Ouest du Burkina Faso. La réduction de l'acidité des sols par les engrais organiques a été rapportée également par Melero *et al.* (2007).

Disponibilité de la matière organique : Les résultats ont démontré que des apports de fientes de poulet augmentaient les niveaux de matière organique. Dans les conditions de la station expérimentale, Gomgnimbou *et al.* (2019) ont obtenu des résultats similaires sous la culture de maïs avec utilisation de fiente de volaille. Les mêmes constats ont été faits en condition de riziculture pluviale stricte avec apport de 7,5 t/ha de fiente de poulet associé à 500 kg/ha de BP et 100 kg/ha d'urée. Par ailleurs, la matière organique du sol a été nettement améliorée par la dose faible d'engrais minéraux plus 20 t/ha de fumier de volaille (Akanza *et al.*, 2003). Les valeurs obtenues de MO après la deuxième récolte de riz ont été relativement supérieures à la première année et avec des valeurs significativement

($p < .001$) différente. Les effets résiduels des traitements et biomasse de riz de la première année de culture qui a été incorporé au sol lors de la préparation du sol pour la deuxième année de culture pourrait être attribué à ces valeurs relativement comparables. L'effet résiduel de l'ajout de matières organiques et incorporation de résidus de cultures dans le sol ont été bien documentés dans de nombreuses études (Ayeni *et al.*, 2009 ; Gomgnimbou *et al.*, 2019, 2016, Bacye *et al.*, 2019). Les résultats sont aussi conformes à ceux de Biaou *et al.* (2017) après application de compost enrichi aux fientes de volailles.

Evolution de l'azote : La fiente de poulet a donné les plus hautes teneurs en azote tandis que les fertilisants inorganiques avaient des valeurs moindres. Les poules sont élevées pour la viande et les œufs formulés à croissance rapide. Les aliments riches en protéines constituaient l'essentiel de leur nourriture. La composition chimique des fumiers de volaille donc dépendait beaucoup de la qualité et de la quantité des nourritures que les poules ont mangées. Les constituants protéiques des volailles avaient une relation directe avec l'azote contenue dans le fumier de poulet d'où une augmentation de l'azote après leur application (Oyededeji *et al.*, 2014). Les résultats similaires ont été apportés par Donatus *et al.* (2014) qui ont démontré que l'apport de fumier de volaille entraîne une augmentation de l'azote du sol. Aussi, Nipa *et al.* (2013) ont démontré que le fumier de volaille en combinaison avec l'engrais donne la meilleure teneur en azote totale du sol.

Evolution du phosphore total et de potassium total : Les valeurs obtenues du phosphore total et de potassium total après la deuxième année de récolte de riz ont été relativement supérieures à la première année de récolte et avec des valeurs significativement ($p < .001$) différentes. La matière organique est le facteur clef d'amélioration de la fertilité des sols. Or les pratiques culturales en Afrique entraînent une perte des sols en phosphore. Il est alors nécessaire d'apporter des fertilisants sources de phosphore compenser les pertes et générer de meilleures conditions de production agricole (Lompo *et al.*, 2008). En effet dans les conditions de riziculture pluviale stricte, la fiente de poulet s'est probablement minéralisée et le phosphore issu de ce fumier est passé sous forme minérale. Cette minéralisation pourrait expliquer la hausse très marquée (85,97 %) du phosphore total observé sous l'effet de traitement T7 (FP+BP+Urée). L'augmentation du phosphore total dans le sol avec l'application de fiente de poulet pourrait également être attribué à l'augmentation des activités biologiques qui aurait entraîné une décomposition améliorée des formes organiques de phosphore d'où une disponibilité de P résiduel dans le sol. Les faibles valeurs de P dans le sol pourraient résulter de l'absorption de riz pluvial, de la fixation par les oxydes et hydroxydes d'aluminium, du fer et du Mn et de l'immobilisation par les microorganismes (Boateng *et al.*, 2006). Des résultats similaires ont été apportés par Uwah *et al.* (2012). Il ressort de nos travaux, que le traitement T7 (FP+BP+Urée) entraîne une augmentation de phosphore total de 18,6%. Selon Nyembo *et al.* (2014), les fumiers de poulet présentent un grand potentiel pour l'amélioration de la disponibilité des éléments nutritifs de sol. Cela se confirme par les teneurs élevées en P et K obtenus sur les parcelles fertilisées aux biodéchets (Busari *et al.*, 2008). En effet, la hausse significative des teneurs de P et K était attendue, le fumier de poulet et compost étaient riches en P et K. Cependant l'augmentation de K est significative dans les parcelles fertilisées avec les biodéchets (fumier de poulet) comparativement au compost et aux fertilisants inorganiques. Cette situation pourrait également être due à une activité intense de minéralisation de fumier de poulet riche en matière organique qui a favorisé la libération d'importante teneur de potassium (Moses *et al.*, 2016).

CONCLUSION

Cette étude s'inscrit dans la problématique de l'amélioration de la fertilité des sols par l'apport de biodéchets dans les sols pauvres en matière organique, de l'azote et du phosphore où les coûts des engrais minéraux sont trop élevés. Les résultats obtenus ont montré une hausse significative des teneurs de P et K sur les sols fertilisés avec de

la fiente de poulet. En dernière année de culture de riz pluvial, par rapport au traitement T1 (Témoin), le traitement T7 (FP+BP+Urée) entraîne une augmentation de phosphore total de 18,6%. En effet, à la quatrième année de culture de riz pluvial, comparativement au sol de départ, on observe que le pH_{eau} a diminué de 70% pour le traitement T1 (témoin) et de 35% pour le traitement T4 (FP). De 2016 à 2019, le traitement T5 (FP+Urée) a entraîné une augmentation de Potassium total de 2,24%, par contre le traitement T2 (NPK+Urée) a entraîné une diminution de potassium de 2,3%. L'azote total a évolué de manière très variable, à la hausse de 5,2% pour chacun des traitements T8 (Compost+Urée) et T5 (FP+ Urée). Les traitements T7 (FP+BP+Urée) et T6 (FP+BP) entraînent des augmentations significatives ($P < .001$) de MO respectivement de 25,8% et de 7,35%. L'utilisation de la Fiente de Poulet peut donc permettre d'améliorer la nutrition en N et K du riz pluvial strict, et de satisfaire leurs besoins en P. En perspective, ce sont les effets des biodéchets sur les valeurs de CEC et de SBE qui permettront de juger de leurs rôles d'amélioration de la fertilité des sols.

RÉFÉRENCES

- AFAP, 2019 disponible sur <https://www.afapartnership.org/africa-fertilizer-map-2019/> accédé le 21 mai 2020.
- Akanza, P., et Sanogo, S. 2017. Effets des fumures sur la fertilité, les composantes de rendement et diagnostic des carences du sol sous culture de riz sur les ferralsols en Côte d'Ivoire. *Journal de la Société Ouest-Africaine de Chimie*, 43 : 1 – 10.
- Ayeni L. S. et Adetunji M. T. 2010. Integrated application of poultry manure and mineral fertilizer on soil chemical properties, nutrient uptake, yield and growth components of maize. *Natural Science*, 81:60-67.
- Bacye, B., Kambire, H. S., et Some, A. S. 2019. Effets des pratiques paysannes de fertilisation sur les caractéristiques chimiques d'un sol ferrugineux tropical lessivé en zone cotonnière à l'Ouest du Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 13 6: 2930-2941.
- Biaou, O. D. B., Saidou, A., Bachabi, F. X., Padonou, G. E., et Balogoun, I. 2017. Effet de l'apport de différents types d'engrais organiques sur la fertilité du sol et la production de la carotte *Daucus carota L.* sur sol ferrallitique au sud Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 115: 2315-2326.
- Boateng, S. A., Zickerman, J., et Kornaharens, M. 2006. Poultry manure effect growth and yield of maize. *West African Journal of Applied Ecology*. 9:1-11.
- Busari, M. A., Salako, F. K., et Adetunji, M. T. 2008. Soil chemical properties and maize yield after application of organic and inorganic amendments to an acidic soil in southwestern Nigeria. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 6 4 :691-699
- Coulibaly, K., Sankara, F., Pousga, S., Philippe, J., Nacoulma, P. J., et Nacro B. H. 2018. Pratiques agricoles et gestion de la fertilité des sols dans les exploitations agricoles de l'Ouest du Burkina Faso. *Journal of Applied Biosciences*. 127: 12770-12784.
- Donatus, F. U., et Chinenye, C. O., 2014. Effects of Poultry Manure and Plant Population on Soil Properties and Agronomic Performance of Sweet Maize *Zea mays L. saccharata* Strut. *International Journal of Applied Science and Technology*. 4 4 :190-201.
- Dugue, P., Vall E., Lecomte, P., Klein, H. D., et Rollin, D. 2004. Evolution des relations entre l'agriculture et l'élevage dans les savanes d'Afrique de l'ouest et du centre : un nouveau cadre d'analyse pour améliorer les modes d'intervention et favoriser les processus d'innovation. *OCL. Oléagineux Corps gras Lipides*. 11 4-5 : 268-276.
- Enujeke, E. C. 2013. Response of grain weight of maize to variety, organic manure and inorganic fertilizer in Asaba area of delta state. *Asian Journal of Agriculture and Rural Development*. 35: 234-248.
- Fontes, J., et guinko S. 1995. Carte de végétation et de l'occupation d'un sol du Burkina Faso. Notice explicative. Ministère de la coopération Française, Projet campus 8813101. Toulouse: Université Paul Sabatier.

- Garg, S., et Bahla, G. S. 2008. Phosphorus availability to maize as influenced by organic manures and fertilizer P associated phosphatase activity in soils. *BioresourceTechnology*. 99 13:5773-5777.
- Gomgnimbou, A. P. K., Bandaogo, A. A., Coulibaly, K., Sanon, A., Ouattara, S., et Nacro H. B. 2019. Effets à court terme de l'application des fientes de volaille sur le rendement du maïs *Zeamays L.* et les caractéristiques chimiques d'un sol ferrallitique dans la zone sud-soudanienne du Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. 13 4 2041-2052.
- Gomgnimbou, A. P. K., Coulibaly, K., Sanon, A., Bacye, B., Nacro, B. H., et Sedogo P. M. 2016. Study of the Nutrient Composition of Organic Fertilizers in the Zone of Bobo-Dioulasso Burkina Faso. *International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology*. 4 2 617-622.
- Gupta G., et Charles S. 1999. Trace elements in soils fertilizer with poultry litter. *Poultry Science*. 78:1695-1698.
- Hillebrand W.F., Lunde G.E.F, Bright H.A., et Hoffman J.L. 1953. Applied inorganic analysis, 2nd ed. John Wiled and Sons, Inc., New York, USA. 1034 p.
- Hirzel, J., Matus, I., Novoa, F., Walter, I. 2007. Effect of poultry litter on silage maize *Zea mays L.* production and nutrient uptake, *Spanish Journal of Agricultural Research*, 5 1:102-109.
- Iqbal, S., Zaman, K. H. E., et Yaseen, M. 2014. Impact of level and source of compost based organic material on the productivity of autumn maize *Zea mays L.* *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*. 51 1: 41-47.
- Jones, A. 2013. Soil Atlas of Africa. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Kissou, R., Traoré, E., Gnankambary, Z., Nacro, H.B., et Sédogo, P.M. 2014. Connaissance endogène de la classification et de la fertilité des sols en zone Sud-Soudanienne du Burkina Faso, *VertigO, revue électronique en sciences de l'environnement*, 14 1 : 1-17
- Kitson R E., et Mellon M. G. 1944. Colorimetric Determination of Phosphorus as Molybdivanadophosphoric Acid Ind. *Eng. Chem. Anal. Ed.*, 16 6 :379-383.
- Lompo, F., Bonzi, M., Bado, B. V., Gnankambary, Z., Ouandaogo, N., Sedogo, M. P., et Assa, A. 2008. Effets à long terme des fumures minérales et organo-minérales sur la dynamique du phosphore dans un lixisol au Burkina Faso. *Agronomie Africaine*, 20 2 : 165 – 178.
- Li, X. H., Han, X. Z. Li, H. B., Song, C., Yan, J., Liang, Y. 2012. Soil chemical and biological properties affected by 21-year application of composted manure with chemical fertilizers in a Chinese Molliso. *Canadian Journal of Soil Science*. 92: 419-428.
- MAAH Ministère de l'Agriculture et des Aménagements Hydro-Agricoles du Burkina Faso, 2019. Annuaire des Statistiques Agricoles. Ouagadougou, Burkina Faso. 408 p.
- Masse, D., Manlay, R.J., Diatta, M., Pontanier, R., Chotte, J. L. 2004. Soil properties and plant production after experimental modification of the vegetation in short-term fallows in Senegal. *Soil Use Management*. 20 1:92-95.
- Melero, S., Madejon, E., Ruiz, J. C., et Herencia, J.F. 2007. Chemical and biological properties of a clay soil under dryland agriculture system as affected by organic fertilization. *European Journal of Agronomy*. 26: 327-334.
- Moses, B. A., Olusegun, M. O., et Aderonke, A. O. 2016. Comparative assessment of different poultry manures and inorganic fertilizer on soil properties and nutrient uptake of maize *Zea mays L.* *African Journal of Biotechnology*. 15 22 : 995-1001.
- MRAH Ministère des Ressources Animales et Halieutiques, 2018. Annuaire statistique 2016 du Ministère des Ressources Animales et Halieutiques, Burkina Faso. 175 p.
- Mulaji C. 2011. Utilisation des composts de bios déchets ménagers pour l'amélioration de la fertilité des sols acides de la province de Kinshasa RDC. Thèse de doctorat, Université de Liège, Belgique. 219 p.
- Nyembo, K.L., Useni, S.Y., Chinawej, M. M. D., Kyabuntu, I. D., Kaboza, Y., Mpundu, M. M., et Baboy L. L. 2014. Amélioration des propriétés physiques et chimiques du sol sous l'apport combiné des biodéchets et des engrais minéraux et influence sur le comportement du maïs *Zeamays L.* variété *Unilu*. *Journal of Applied Biosciences*. 74 : 6121– 6130.
- Nacro, S., Ouedraogo, S., Traore, K., Sankara, E., Kabore, C., Ouattara, B. 2010. Effets comparés des pratiques paysannes et des bonnes pratiques agricoles de gestion de la fertilité des sols sur les propriétés des sols et les rendements des cultures dans la zone sud soudanienne du Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. 44: 1044-1055.
- Sedat, C. et Sahriye, S. 2011. Effects of chemical fertilizer and different organic manures application on soil pH, EC and organic matter content. *Journal of Food, Agriculture & Environment*. 9 4: 739-741.
- Steel, R. G.D., Torrie, J. H., Dickey, D. A. 1997. Principles and Procedures of Statistics. A Biometrical Approach. McGraw Hill Book Co., New York, USA. pp : 400-428.
- Traore, A., Traore, K., Traore, O., Bado, B. V., Nacro, B. N., Sedogo, P. M. 2015. Caractérisation des systèmes de production à base de riz pluvial strict dans les exploitations agricoles de la zone Sud-soudanienne du Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. 9-6: 2685-2697.
- Toundou, O., Toz, K., Feuillade, G., Pallier, V., Tcheguèni, S., Dossou, K. S. S. 2014. Effets de composts de déchets sur les propriétés chimiques du sol et la solubilité d'éléments minéraux sous deux régimes hydriques en conditions contrôlées au Togo. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. 84: 1917-1926.
- Uwah, D. F., Ukoha, G. O., Iyango, J. 2012. Okra performance and soil and water conservation as influenced by poultry manure and organic mulch amendments. *Journal of Food Agriculture and Environment*. 1 :748-754.
- Uwah, D. F., Eneji, A. E. et Eshiet, U. J. 2011. Organic and mineral fertilizers effects on the performance of sweet maize *Zea mays L.* sacharata Strut. in south eastern rainforest zone of Nigeria. *International Journal of Agriculture Sciences*. 31:54-61.
- Yaduvanshi N. P. S., 2003. Substituting inorganic fertilizers by organic manures and the effect on soil fertility in a rice – wheat rotation on reclaimed sodic soil in India. *Journal of Agricultural Science*. 140, 161-168.
- Walkley A., et Black J.A., 1934. An examination method of the detjareff and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil science*. 37: 29 – 38.
- Warren J. G., Phillips S. B., Mullins G. L., Keahey D., et Penn C. J. 2006. Environmental and production consequences of using alum amended poultry litter as a nutrient source for corn. *Journal of Environmental Quality*. 35: 172-182.
