

Évaluation comparative des performances agronomiques de dilutions d'urine humaine et des engrais chimiques dans la culture du chou pommé à Mbanza-Ngungu

Carmel Kifukieto*,^{ID} Nathan Mambaka^{ID} and Bill-Clinton Mayisa^{ID}

Laboratoire de Fertilité & Biologie des Sols, Faculté des sciences Agronomiques, Université Kongo, B.P.202

ABSTRACT

La présente étude a évalué l'effet de différentes dilutions d'urine humaine, utilisée comme biofertilisant, sur la croissance et le rendement du chou pommé (*Brassica oleracea* var. *capitata*) dans les conditions agroécologiques de Mbanza-Ngungu, en République démocratique du Congo. Six traitements ont été comparés : un témoin non fertilisé (T0), un engrais chimique de type NPK (T1) et quatre dilutions d'urine humaine (10 %, 20 %, 30 % et 40 %). Les résultats montrent que le traitement NPK (T1) a généré le rendement le plus élevé (111,9 t/ha), suivi du traitement à 40 % d'urine (T5) avec un rendement de 60,8 t/ha. En ce qui concerne les paramètres végétatifs (hauteur des plants et diamètre au collet), les traitements à base d'urine, en particulier les dilutions les plus concentrées, ont significativement surpassé le témoin. Les analyses statistiques mettent en évidence des différences hautement significatives entre les traitements, confirmant le potentiel de l'urine humaine comme fertilisant alternatif. Ces résultats suggèrent que, lorsqu'elle est correctement diluée et appliquée dans le respect des normes sanitaires, l'urine humaine peut contribuer à une production maraîchère durable et à la réduction de la dépendance aux engrais minéraux.

Keywords: Urine humaine ; Biofertilisant ; Rendement ; Chou pommé ; Mbanza-Ngungu.

INTRODUCTION

L'agriculture urbaine et périurbaine occupe aujourd'hui une place centrale dans les systèmes alimentaires d'Afrique subsaharienne. La croissance démographique soutenue et l'urbanisation rapide exercent une pression croissante sur l'offre alimentaire, rendant nécessaire l'optimisation des espaces de production situés à la périphérie des centres urbains [13,16]. Dans ce contexte, les cultures maraîchères constituent un levier majeur de la sécurité alimentaire urbaine, en raison de leur cycle de production court, de leur rentabilité élevée et de leur capacité à fournir une alimentation diversifiée et riche en nutriments [16].

Parmi ces cultures, le chou pommé (*Brassica oleracea* var. *capitata*) occupe une position stratégique dans les systèmes maraîchers de Mbanza-Ngungu, où il figure parmi les légumes les plus cultivés, consommés et commercialisés [1]. Toutefois, la productivité de cette culture est fortement compromise par diverses contraintes biotiques, notamment les infestations de la teigne des crucifères (*Plutella xylostella*), dont les attaques peuvent entraîner jusqu'à 90 % de pertes de rendement en

l'absence de mesures de protection adéquates [29].

Afin de surmonter ces contraintes et de maintenir des niveaux de production satisfaisants, les maraîchers ont fréquemment recours aux engrais minéraux, en particulier ceux riches en azote, élément essentiel à la croissance des cultures à feuilles [32]. Néanmoins, l'utilisation intensive et souvent non maîtrisée de ces intrants chimiques est associée à des impacts environnementaux notables, tels que l'eutrophisation des écosystèmes aquatiques, la dégradation des sols et la contamination des eaux souterraines par les nitrates [18,33]. Ces enjeux environnementaux, conjugués à l'augmentation du coût des fertilisants minéraux, stimulent la recherche d'alternatives fertilisantes durables, économiquement accessibles et adaptées aux conditions des petits producteurs.

Dans cette perspective, l'urine humaine apparaît comme un fertilisant organique particulièrement prometteur. Naturellement riche en azote, en phosphore et en potassium, et contenant plus de 80 % des nutriments excrétés par l'être humain, elle constitue une ressource locale abondante, renouvelable et encore largement sous-valorisée dans les systèmes agricoles africains [15,25]. Plusieurs études ont mis en évidence son efficacité agronomique, notamment dans les systèmes maraîchers, lorsqu'elle est appliquée à des dilutions appropriées et dans le respect des normes sanitaires [11,24]. En outre, la valorisation agricole de l'urine humaine contribue au recyclage des nutriments et à la réduction de la dépendance aux engrais de synthèse, s'inscrivant ainsi dans une démarche de durabilité et d'économie circulaire.

C'est dans ce contexte que la présente étude vise à évaluer l'efficacité de l'urine humaine diluée en tant que biofertilisant dans la production du chou pommé à Mbanza-Ngungu. Plus spécifiquement, il s'agit d'analyser son potentiel comme alternative écologique et économiquement viable aux engrais chimiques conventionnels, tout en identifiant les concentrations optimales susceptibles d'améliorer la croissance et le rendement de la culture.

Citation: Carmel Kifukieto, Nathan Mambaka and Bill-Clinton Mayisa (2025). Évaluation comparative des performances agronomiques de dilutions d'urine humaine et des engrais chimiques dans la culture du chou pommé à Mbanza-Ngungu. *Agriculture Archives: an International Journal*. DOI: <https://doi.org/10.51470/AGRI.2025.4.3.52>

Received on: October 10, 2025

Revised on: November 16, 2025

Accepted on: December 15, 2025

Corresponding author: Carmel Kifukieto

E-mail: ckifukieto@gmail.com

Copyright: © 2025 Published under a Creative Commons Attribution 4.0 International (creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.en) license.

2. Matériels et Méthodes

2.1. Zone d'étude

L'étude a été conduite du 20 février au 24 mai 2025 sur le site agricole de Nzenze, situé dans le secteur de Boko, territoire de Mbanza-Ngungu, province du Kongo Central (République Démocratique du Congo). Le climat local est de type tropical humide à régime bimodal, caractérisé par deux saisons pluvieuses et deux saisons sèches, classé AW4 selon Köppen[16]. La zone présente un relief accidenté dominé par des formations calcaires, des collines fortement érodées et des vallées relativement fertiles.

Les sols majoritaires sont des Arénosols ferralliques rubiques (dystriques), reconnus pour leur faible fertilité chimique, notamment en phosphore assimilable et en potassium échangeable (WRB, 2007) cité par [16]. L'analyse préalable du sol réalisée au laboratoire pédologique de l'Université Kongo a montré un pH fortement acide (4,9), une faible teneur en phosphore disponible (6,5 ppm), un azote ammoniacal de 114 ppm et un potassium échangeable de 40 ppm. La végétation environnante est constituée de savanes arbustives dominées par *Pentaclethra eetveldeana* et *Elaeis guineensis*, et de forêts-galeries à *Crossopteryx febrifuga* et *Hyparrhenia diplandra* [10].

2.2. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé est constitué de graines de chou pommé (*Brassica oleracea* var. *capitata*), variété Cabbage Oxylus F1, acquises auprès de la société SOBA Semence (Mbanza-Ngungu). Cette variété est réputée pour sa vigueur, sa bonne adaptabilité agro-écologique et son potentiel de rendement élevé.

2.3. Dispositif expérimental et traitements

L'expérimentation a été établie selon un dispositif en blocs complets randomisés (BCR) comprenant six traitements et trois répétitions, soit un total de 18 parcelles de 4,2 m² chacune (3 m × 1,4 m). Chaque parcelle comportait 30 plants, dont 12 plants utiles pour les mesures. L'ensemble du dispositif couvrait une superficie de 75,6 m².

Traitements appliqués

- T0 : Témoin sans fertilisation
- T1 : Engrais minéral NPK (dose recommandée locale)
- T2 : Urine humaine diluée à 10 %
- T3 : Urine humaine diluée à 20 %
- T4 : Urine humaine diluée à 30 %
- T5 : Urine humaine diluée à 40 %

Préparation et application des traitements

L'urine humaine a été collectée puis diluée à l'eau potable pour obtenir les concentrations souhaitées. Les traitements ont été appliqués au repiquage, puis tous les 15 jours durant la croissance végétative, à raison de 0,5 L de solution par plant, conformément aux bonnes pratiques de fertilisation organique liquide.

2.4. Conduite culturale

Le sol a été préparé manuellement (désherbage, labour superficiel, piquetage). Étant donné la forte acidité initiale du sol, un chaulage correctif a été réalisé à la dose de 4000 kg/ha de chaux calcaire afin d'optimiser la disponibilité des nutriments. Les analyses de sol et le calcul du besoin en chaux ont été effectués au laboratoire pédologique de l'Université Kongo.

Les plants de chou ont été repiqués le 20 mars 2025, selon un espacement de 35 × 40 cm. L'entretien a consisté en un désherbage manuel régulier et un traitement phytosanitaire unique appliqué le 03 juillet 2025, utilisant un insecticide-acaricide à la dose de 30 mL pour 16 L d'eau, afin de limiter les attaques d'insectes.

2.5. Paramètres mesurés

Les paramètres suivants ont été mesurés:

Paramètres agronomiques

- Taux de levée (%)
- Hauteur moyenne des plants (cm)
- Diamètre au collet (cm) (*ajouter si nécessaire*)

Paramètres de production

- Nombre de plantes récoltées par parcelle
- Rendement total extrapolé à l'hectare (t/ha)
- Rendement commercialisable

2.6. Analyse statistique

Les données ont été soumises à une vérification préalable de la normalité des résidus (test de Shapiro-Wilk) et de l'homogénéité des variances (test de Bartlett). Une analyse de variance (ANOVA) a été réalisée à l'aide du logiciel R version 4.4.1 (R Core Team, 2024).

Lorsque l'ANOVA révélait des différences significatives entre traitements, une comparaison des moyennes a été effectuée à l'aide du test de Tukey HSD (packages MASS et multcomp). Le seuil de significativité a été fixé à $p < 0,05$.

3. Resultats

3.1 Paramètres végétatifs

Les résultats relatifs aux paramètres végétatifs du chou pommé sont présentés dans le Tableau 1. Le diamètre au collet a montré une variation significative entre traitements ($p = 0,016$), traduisant un effet marqué des régimes de fertilisation sur le développement précoce des plants. Le diamètre le plus élevé a été obtenu sous T1 (NPK) avec 0,86 cm, suivi de T5 (urine diluée à 40 %) avec 0,85 cm. À l'opposé, le témoin (T0) a enregistré la plus faible valeur (0,44 cm), confirmant la faible vigueur des plants en absence d'apports nutritifs. Le test de Tukey distingue clairement T1 et T5 du témoin, tandis que les traitements intermédiaires à base d'urine (T2-T4) présentent des valeurs statistiquement similaires entre eux. Ces résultats suggèrent qu'une concentration élevée d'urine (≥ 40 %) peut induire un épaississement des tiges comparable à celui obtenu avec un engrais minéral.

Concernant la hauteur des plants, les différences observées sont également significatives ($p = 0,044$). Le traitement T1 a produit les plants les plus hauts (15,41 cm), confirmant la forte réponse du chou à la fertilisation minérale azotée. Les hauteurs sous traitements organiques varient entre 9,29 cm (T2) et 12,15 cm (T5). Bien que T5 présente une valeur supérieure aux autres dilutions, seule la comparaison avec T1 révèle une différence statistiquement significative. Le traitement témoin (T0), avec 9,18 cm, se situe parmi les plus faibles valeurs observées. Dans l'ensemble, ces résultats indiquent que l'urine humaine n'améliore significativement la croissance en hauteur qu'à forte concentration, tandis que l'engrais NPK induit la croissance la plus marquée.

Tableau 1: Effet des traitements sur les paramètres végétatifs du chou pommé

| Traitements | Diamètre au collet (cm) | Hauteur de la plante (cm) |
|-------------|-------------------------|---------------------------|
| Témoin | 0,44±0,01 a | 9,18±0,50 a |
| T1 | 0,86±0,03 b | 15,41±1,16 b |
| T2 | 0,50±0,06 ab | 9,29±1,48 ab |
| T3 | 0,70±0,08 ab | 10,52±1,55 ab |
| T4 | 0,68±0,11 ab | 10,71±1,87 ab |
| T5 | 0,85±0,12 b | 12,15±0,52 ab |
| P-value | 0,016 | 0,044 |

Les lettres différentes dans une même colonne indiquent des différences significatives au seuil de 5 % selon le test de Tukey.

3..2. Paramètres de production

Les résultats concernant le nombre de plants récoltés, le rendement total et le rendement commercialisable sont présentés dans le Tableau 2.

Le nombre de plants récoltés varie significativement entre les traitements ($p = 0,0001$). Les valeurs les plus élevées ont été observées sous T5 (71 429 plants/ha), suivi de T1 (63 492 plants/ha), traduisant une meilleure survie et une vigueur supérieure des plants fertilisés. Le traitement T0 (témoin) a enregistré le plus faible effectif (17 189 plants/ha), confirmant l'influence déterminante des apports nutritifs sur la survie des plants jusqu'à la récolte. Les performances observées sous T5 suggèrent qu'une dilution de 40 % d'urine peut rivaliser avec l'engrais NPK en termes de maintien des plants en production.

Le rendement commercialisable présente également une variation significative ($p = 0,014$). Le traitement T1 a produit la masse commercialisable la plus élevée (95 875 kg/ha), suivi de T5 (54 567 kg/ha). Les traitements intermédiaires (T3 et T4) affichent des rendements plus faibles, compris entre 35 000 et 37 000 kg/ha. Aucune tête commercialisable n'a été enregistrée sous T0 et T2, vraisemblablement en raison d'une insuffisance nutritionnelle ayant limité la formation de pommes de qualité marchande.

Le rendement total suit la même tendance ($p = 0,030$). Le traitement T1 atteint la valeur la plus élevée (111 962 kg/ha), suivi de T5 (60 810 kg/ha). Le témoin T0 présente la productivité la plus faible (2 512 kg/ha). L'effet positif des apports nutritifs, qu'ils soient minéraux ou organiques, est ainsi clairement établi, bien que l'engrais NPK demeure le plus performant. Toutefois, le rendement obtenu sous T5 montre que l'urine diluée à 40 % peut constituer une alternative organique efficace dans un contexte de fertilisation à faible coût.

Tableau 2. Effet des traitements sur les paramètres de production

| Traitement | Nombre des plants récoltés/ha | Rendement total (kg/ha) | Rendement commercialisation (kg) |
|--------------|-------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| Témoin | 17189±3500,9 a | 2512±190,5 a | - |
| T1 | 63492±1984,1 c | 111962±7551,5 c | 95875±6911,5 b |
| T2 | 23809±9092,4 ab | 7444±3001,8 a | - |
| T3 | 47616±6873,2 bc | 28575±18606,1 ab | 37579±14151,3 a |
| T4 | 49603±7153,8 bc | 34810±10731,4 ab | 35693±15579,7 a |
| T5 | 71429±0 c | 60810±3297,6 b | 54567±1428,3 ab |
| P-value (5%) | 0,0001 | 0,030 | 0,014 |

Les lettres différentes sur une même ligne indiquent des différences significatives au seuil de 5 % (test de Tukey).

4. Discussion

Les résultats de cette étude démontrent une influence significative des différents traitements fertilisants sur la croissance végétative et la productivité du chou pommé (*Brassica oleracea* var. *capitata*). L'engrais minéral NPK (T1) a généré les meilleures performances, tant en termes de développement végétatif que de rendement, confirmant le rôle déterminant des apports en éléments nutritifs facilement assimilables, principalement l'azote, le phosphore et le potassium.

Le rendement de 111,9 t/ha obtenu avec T1 dépasse largement les valeurs généralement rapportées dans la littérature. En effet, plusieurs travaux conduits sous conditions tropicales ou tempérées rapportent des rendements moyens compris entre 30 et 60 t/ha, selon la variété, la fertilisation et les conditions pédoclimatiques[8,14,21]. La performance exceptionnelle observée dans cette étude pourrait être liée à une forte expression du potentiel variétal dans les conditions agro-écologiques locales, à un contrôle rigoureux des pratiques culturales et à l'apport d'une dose complète de NPK.

L'urine humaine diluée, notamment au traitement T5 (40 %), a produit un rendement de 60,8 t/ha, soit plus de la moitié de celui obtenu avec l'engrais minéral. Ce résultat corrobore les observations de[24,26], qui démontrent que l'urine humaine est une source d'azote hautement disponible, capable de soutenir une croissance végétative comparable à celle obtenue avec des engrais chimiques lorsque les doses sont bien ajustées. L'effet positif de l'urine est attribuable à sa richesse en azote ammoniacal, en potassium et en micronutriments, qui favorisent l'établissement rapide des plants et l'accumulation de biomasse.

La supériorité du traitement T5 par rapport aux autres dilutions (10–30 %) suggère qu'un certain seuil de concentration est nécessaire pour fournir une quantité suffisante d'azote et stimuler efficacement la production. Des études similaires menées en Afrique de l'Est ont montré qu'une dilution de 1:2 à 1:3 (30–50 %) optimise l'absorption des nutriments par les cultures maraîchères tout en limitant les risques de phytotoxicité [20,30].

La très faible performance du témoin (T0), tant sur les paramètres végétatifs que sur les rendements (2,5 t/ha), confirme l'extrême pauvreté chimique des sols ferralliques de la zone d'étude, caractérisés par un pH acide, une faible disponibilité en phosphore et une forte déficience en matière organique. Cette observation concorde avec les travaux menés au Kongo Central par [10], qui soulignent que l'acidité élevée des Arénosols limite fortement la disponibilité des nutriments, rendant indispensable l'apport d'amendements.

Dans l'ensemble, les résultats montrent que la fertilisation minérale demeure la plus efficace pour maximiser le rendement du chou pommé. Toutefois, l'urine humaine diluée, particulièrement à 40 %, constitue une alternative locale, durable, peu coûteuse et accessible, capable de remplacer partiellement les engrais chimiques, surtout dans des contextes où l'accès aux intrants est limité. L'intégration de cette ressource dans une stratégie agro-écologique pourrait contribuer à réduire les coûts de production, à valoriser les déchets humains et à améliorer la fertilité des sols.

Des recherches complémentaires sont recommandées pour :

- (i) optimiser les fréquences et doses d'application ;
- (ii) évaluer la dynamique de minéralisation de l'urine selon le type de sol ;
- (iii) analyser les effets à long terme sur les propriétés physico-chimiques du sol ;
- (iv) étudier l'acceptabilité sociale de l'utilisation de fertilisants dérivés de l'urine.

CONCLUSION

Cette étude menée à Mbanza-Ngungu a évalué l'efficacité comparative de différents fertilisants, dont l'urine humaine diluée, sur la croissance et le rendement du chou pommé. Les résultats montrent que l'application d'urine humaine à des dilutions comprises entre 20 % et 40 % améliore significativement les paramètres de croissance et les

rendements par rapport au témoin non fertilisé. Parmi les traitements organiques, la dilution à 40 % s'est révélée la plus performante, avec un rendement de 60,8 t/ha. Toutefois, l'engrais minéral NPK, appliqué à 300 kg/ha, a enregistré le rendement le plus élevé (111,9 t/ha), confirmant la forte réponse du chou aux apports minéraux rapidement assimilables.

Ces résultats mettent en évidence le potentiel de l'urine humaine comme fertilisant alternatif, à la fois écologique et économiquement accessible, notamment dans les contextes où les engrais minéraux sont coûteux ou peu disponibles. Sa valorisation agricole s'inscrit dans une démarche d'économie circulaire et d'agroécologie durable. Néanmoins, son utilisation requiert un encadrement rigoureux, incluant des pratiques appropriées de collecte, de dilution et de gestion sanitaire, afin de garantir la sécurité des productions.

L'utilisation contrôlée de l'urine humaine apparaît ainsi comme une option prometteuse pour améliorer la fertilité des sols et la production maraîchère en République démocratique du Congo. Des études complémentaires, menées sur plusieurs cycles culturels et dans différents contextes agroécologiques, permettront de préciser les recommandations techniques et d'évaluer les effets à long terme sur les sols et les systèmes de production.

Références

1. Anonyme. (2013). Études de filières horticoles. Programme d'aménagement et de développement économique des Niayes (PADEN).
2. Asnor, J. (2023). Effets des engrais azotés sur le rendement du chou pommé dans le Bassin de Bœuf, Haïti (Mémoire de fin d'études). Université d'État d'Haïti.
3. Cheng, L., Zhang, Y., Li, X., & Wu, H. (2022). Safety and hygiene considerations in urine reuse for agriculture. *Journal of Environmental Management*, 305, 114255.
4. Delamarche, M. (2007). Agriculture urbaine : Les villes qui se ruralisent. *Marchés Tropicaux et Méditerranéens*.
5. Dieye, B. M. (2006). Le financement de la production maraîchère : L'exemple de la zone de Potou (Sénégal) (BM N° 15).
6. FAO. (2010). Production et utilisation des légumes dans le monde. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.
7. FAO. (2018). Use of human urine as fertilizer: Safety and agronomic efficiency. Food and Agriculture Organization.
8. FAO. (2019). FAOSTAT: Cabbage and other brassicas production statistics.
9. FAO. (2020). Guide for integrated disease and pest management of crucifers. FAO Publications.
10. Habiyaemye, G., Dhed'a, B., & Kankolongo, B. (2011). Soil constraints and fertility limitations in the savanna zones of the Kongo Central. *African Journal of Agricultural Research*.
11. Heinonen-Tanski, H., & van Wijk-Sijbesma, C. (2005). Human excreta for plant production. *Bioresource Technology*, 96(4), 403–411.
12. Hemingway, J. S. (1995). Brassicas and legumes: From genetics to breeding. Springer.
13. Hounkponou, K. S. (2003). L'agriculture et l'urbanisation : Analyse de la pression foncière sur les activités de maraîchage dans le Sud-Bénin. [Référence incomplète – préciser éditeur ou institution].
14. Islam, M. M., Rahman, M. M., & Rahman, M. A. (2017). Effect of nitrogen and plant spacing on the growth and yield of cabbage. *Journal of Agricultural Science*.
15. Jönsson, H., Stenström, T. A., Svensson, J., & Sundin, A. (2004). Source-separated urine—A resource for recycling in agricultural systems. *Water Science and Technology*, 48(1), 17–24.
16. Kawanda, M. G. (2024). La production des Cultures Maraîchères dans l'environnement Urbain de Kinshasa in Lukuni Lwayuma, édition 2024, 38 pages.
17. Kihanda, S. M., Mburu, J., & Njeru, R. (2020). Effects of urine-based bio-fertilizers on the growth and yield of cabbage. *Journal of Agricultural Science*, 12(4), 155–162.
18. MATHIEU, L., & Lachapelle, J. (2010). Réévaluation des besoins en azote, phosphore et potassium des cultures de brocoli et de chou-fleur en sols minéraux au Québec.
19. Minengu, J. D. D., Ikonso, M., & Mawikila, M. (2018). Agriculture familiale dans les zones périurbaines de Kinshasa : Analyse, enjeux et perspectives. *Revue Africaine d'Environnement et d'Agriculture*, 1(1), 60–69.
20. Mnkeni, P. N. S., Abele, S., & Mxwagi, M. R. (2008). Effects of human urine on the growth and yield of vegetables. *Waste Management & Research*, 26(4), 312–318.
21. Müller, K. (2021). Cabbage production and nitrogen efficiency in temperate climates. *European Journal of Agronomy*.
22. Ndefo, M., Nsombo, E., & Atangana, R. (2019). Parasite pests affecting cabbage crops and control strategies. *African Journal of Plant Protection*, 35(2), 89–97.
23. Pradhan, S. K., Holopainen, J. K., & Heinonen-Tanski, H. (2007). Stored human urine supplemented with wood ash as fertilizer for cabbage. *Agricultural and Food Science*, 16(1), 35–47.
24. Pradhan, S. K., Holopainen, J. K., Häggblom, M. M., & Heinonen-Tanski, H. (2007). Urine fertilizer: Effects on growth and yield of cabbage, turnip and cucumber. *Bioresource Technology*, 98(14), 2738–2744.
25. Pradhan, S. K., Nerg, A. M., Sjöblom, A., Holopainen, J. K., & Heinonen-Tanski, H. (2010). Use of human urine fertiliser in cultivation of cabbage. *Environmental Science and Pollution Research*, 17, 703–711.
26. Richert, A., Gensch, R., Jönsson, H., Stenström, T. A., & Dagerskog, L. (2010). Practical guidance on the use of urine in crop production. EcoSanRes Programme, Stockholm Environment Institute.
27. Roger, K. (2014). Performance du chou pommé à base de bouse de porc et de *Chromolaena odorata* à Kikwit.
28. Rubatzky, V. E., & Yamaguchi, M. (1997). *World vegetables: Principles, production, and nutritive values*. Springer.
29. Sarfraz, M., Keddie, A. B., & Dosdall, L. M. (2005). Biological control of the diamondback moth (*Plutella xylostella*): A review. *Biocontrol Science and Technology*, 15(8), 763–789.
30. Simonsen, O., Jensen, P., & Magid, J. (2020). Urine fertilization in smallholder vegetable production systems in East Africa. *Agricultural Water Management*.
31. Stichting Wageningen UR. (2023). Fertilization strategies for cabbage production in Europe. Wageningen University & Research.
32. Tremblay, N., Parent, L. E., & al. (2001). Régie de l'azote chez les cultures maraîchères : Guide pour une fertilisation raisonnée. Canada.
33. Weier, U., et al. (2001). Régie de l'azote chez les cultures maraîchères : Guide pour une fertilisation azotée. Canada.
34. WHO. (2006). Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater: Volume 4 – Excreta and greywater use in agriculture. World Health Organization.