



Original Paper

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Pratiques culturelles et caractérisation physicochimique des sols sous maraîchage à Brazzaville (Congo)

Salisou YALLO MOUHAMED^{1,2*}, Noël WATHA-NDOUDY^{1,2},
Irène Marie Cécile GOMA ép. MBOUKOU-KIMBATSA³, Meland Dorval MBOU
MALONGA¹, Jean de Dieu NZILA⁴, Chrissy Garel MAKOUANZI EKOMONO³,
Louis MARESHAL⁵, Victor KIMPOUNI^{1,4} et Jean Joël LOUMETO¹

¹Institut national de Recherche Forestière, BP : 177 Brazzaville (Congo).

²Laboratoire de Biodiversité, de Gestion des Ecosystèmes et de l'Environnement (LBGE), Faculté des Sciences et Techniques, Université Marien NGOUABI, BP : 69 Brazzaville (Congo).

³Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et de Foresterie, Université Marien NGOUABI, BP : 69 Brazzaville (Congo).

⁴Ecole Nationale Supérieure, Université Marien NGOUABI, BP : 297 Brazzaville (Congo).

⁵CIRAD, UMR Eco&Sol, BP : 34060 Montpellier (France).

*Corresponding author; E-mail : momosalisou@gmail.com; Phone : (00242) 05 027 37 21.

Received: 20-09-2022

Accepted: 20-12-2022

Published: 31-12-2022

RÉSUMÉ

Le maraîchage urbain joue un rôle très important dans la sécurité alimentaire et la résorption du chômage. Cependant, l'intensification des pratiques culturelles peuvent altérer les propriétés physicochimiques des sols et réduire les rendements. La présente étude avait pour but de caractériser les pratiques culturelles maraîchères à Brazzaville et de déterminer leur influence sur les propriétés physicochimiques des sols. Dans les sites retenus, des enquêtes structurées ont été menées auprès des maraîchers et des échantillons de sol ont été prélevés suivant des transects. Les analyses physiques et chimiques des sols ont été réalisées suivant les procédures courantes de laboratoire. Les résultats obtenus ont montré que les pratiques culturelles dans les sites étudiés sont intensives. Les sols étudiés sont sableux à plus de 95%, acides, pauvres en matière organique et ont une CEC relativement faibles. Cependant on relève une sursaturation en bases échangeables sur l'ensemble des sites. Ainsi, cette sursaturation serait liée à l'intensification des pratiques culturelles.

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Maraîchage urbain, pratiques culturelles, toposéquence des sols, fertilité des sols, Brazzaville.

Agricultural practices and soil properties of urban market gardening sites in Brazzaville (Congo)

ABSTRACT

Urban market gardening plays a very important role in food security and the reduction of unemployment. However, intensification of soil use can alter soil properties and reduce yields. This study aims to characterize vegetable farming practices in Brazzaville and to determine their influence on soil properties. In

the selected sites, structured questionnaire was conducted among market gardeners and soil samples were taken following transects. Soil physical and chemical analyses were carried out following lab common procedures. The results showed that the cultivation practices in the sites studied are intensive. The soils studied are more than 95% sandy, acidic, low in organic matter and have a relatively low CEC. However, there is an oversaturation in exchangeable bases on all sites. Thus, this oversaturation would be linked to the intensification of cultural practices.

© 2022 *International Formulae Group. All rights reserved.*

Keywords: Urban market garden, agricultural practices, soil toposequence, soil fertility, Brazzaville.

INTRODUCTION

En Afrique subsaharienne, le maraîchage urbain est une activité qui joue un rôle important face aux problèmes liés à la croissance démographique galopante en milieu urbain (Nouatin et Bachabi, 2010 ; Kouakou et al., 2019). En effet, de la production à la vente, les activités maraîchères en milieu urbain permettent non seulement de résorber les problèmes de la sécurité alimentaire, mais aussi de réduire le taux de chômage et de contribuer au recyclage des déchets organiques utilisés pour la fertilisation des sols (Tella et al., 2013 ; Bouda et al., 2018). Plusieurs études ont montré que la forte demande en produits alimentaires frais des ménages et la rentabilité du maraîchage urbain sont les principales causes de l'intensification des pratiques culturales (Fondio et al., 2011 ; Ouikoun et al., 2019 ; Ouattara et al., 2021 ; Sawadogo et al., 2021). Cette intensification des pratiques culturales se caractérise par un fort usage de fertilisants et de pesticides et une suppression de la jachère (Bouda et al., 2018 ; Diallo et al., 2020). Cependant, il est connu que la fertilisation non raisonnée et l'utilisation intensive des sols peuvent causer la dégradation des propriétés physicochimiques des sols (Ondo et al., 2014 ; Mfopou et al., 2017).

Au Congo, le maraîchage urbain constitue la principale source d'approvisionnement des marchés des villes en légumes frais (Nzoussi et Li, 2015 ; Mizhaire et Ofouémé, 2019). Le maraîchage à Brazzaville est essentiellement pratiqué sur des sols ferrallitiques et hydromorphes (Gakosso,

2015). Ces sols sont généralement sableux en surface, acides et fortement désaturés en bases échangeables (Denis, 1974 ; Goma Tchibakala et Banzouzi Batamio, 2020). La faible fertilité de ces sols constitue un facteur limitant de la productivité agricole (Kome et al., 2018). Cependant, face à la rapide montée de la démographie et des besoins alimentaires, la production agricole sur les sols maraîchers de Brazzaville est permanente et intensive (Fila Defoundoux et al., 2006 ; Yallo Mouhamed, 2016). Cette intensification des pratiques culturales se caractérise par des apports importants d'amendements organiques et d'engrais minéraux (Gakosso, 2015 ; Goma Tchibakala et Banzouzi Batamio, 2020). De nos jours, peu d'études ont été consacrés à l'impact de l'intensification des pratiques culturales sur les propriétés physicochimiques des sols maraîchers de Brazzaville.

Le présent travail, effectué dans les sites maraîchers de Brazzaville, avait pour objectif de caractériser les pratiques culturales maraîchères et de déterminer leur impact sur les propriétés physicochimiques des sols exploités.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Milieu physique

La présente étude a été menée dans sept (07) sites maraîchers de la ville de Brazzaville. Ce sont : Bikadoudi, Wayako, Mahouna, Nsougui, Jardin Municipal, Agricongo et Kombé (Figure 1). La ville de Brazzaville, capital de la République du Congo, est comprise entre les longitudes 15° 6' et 15° 18' E et les latitudes 4° 6' et 4° 24' S. Le

climat de la région est de type Soudano-guinéen, caractérisé par une longue saison pluvieuse et une saison sèche de trois mois. La pluviométrie annuelle est de l'ordre de 1 600 mm d'eau et la température annuelle moyenne de 25 °C avec des amplitudes de 4 à 6°C (ANAC, 2017). Les sols de la zone d'étude appartiennent principalement à deux classes : les sols ferrallitiques jaunes, fortement désaturés et les sols hydromorphes bordant les cours d'eau (Denis, 1974 ; Gakosso, 2015). Selon la nature de la roche mère, ces sols sont sablo-argileux, pour ceux issus des grès arkosiques d'Inkisi, ou sableux pour ceux issus des sables quartzeux Batéké (Callec et al., 2015).

Déroulement des enquêtes

Les sites enquêtés ont été retenus sur la base des critères discriminants telle la durée d'exploitation, la production agricole et les pratiques culturales employées par les maraîchers (Ouakanou, 2002). Pour un échantillonnage représentatif, 30% au moins des exploitants ont été interrogés sur chaque site. Ainsi, un échantillon de cent trente-huit (138) producteurs maraîchers, sélectionnés de manière aléatoire, a été interrogé sur la base d'un questionnaire structuré (Mfopou et al., 2017). Les questions ont porté sur les caractères sociaux-économiques (âge, sexe, niveau d'instruction) et les pratiques culturales (techniques de fertilisation, traitements phytosanitaires).

Prélèvement des échantillons de sol

Le choix des points de prélèvement des sols a été fait sur la base des caractères morphologiques des sols étudiés (Yallo Mouhamed, 2016). En fonction de la toposéquence des sols de chaque site, les prélèvements ont été fait suivant des transects, en haut de versant, en mi-pente et en bas de pente (Nobile et al., 2018). Les sols ont été prélevés à une profondeur de 20 cm de

l'horizon de labour. Les échantillons prélevés ont été conservé avec soin dans des sacs en polyéthylène à fermeture zip.

Méthodes analytiques

Au laboratoire, les échantillons de sol ont été séchés à l'air ambiant, à température ambiante, puis désagrégés et tamisés à 2 mm. Pour chaque échantillon, des aliquotes de 100 g de la terre fine ont été utilisées pour les analyses physicochimiques.

Les analyses physicochimiques des sols ont été réalisées au laboratoire de l'Unité Mixte de Recherche « Eco&Sol » à Montpellier (France). Ces analyses ont porté sur la granulométrie de 5 fractions, le pH_{eau} , le pH_{KCl} , le carbone organique total, l'azote total, le phosphore assimilable, les bases échangeables et la capacité d'échange cationique (CEC). Le pH du sol à l'eau déminéralisée (pH_{eau}) et au chlorure de potassium (pH_{KCl}) a été réalisé dans un rapport 1:5 selon la norme française (AFNOR, 1994). Les concentrations en carbone (C) et azote (N) ont été analysées et déterminées par combustion sèche des aliquotes broyés à 0.2 mm (méthode CHN). Les bases ont été extraites au cobaltihexamine puis dosées ICP-AES. Le phosphore assimilable a été extrait au bicarbonate de sodium ($pH=8,5$) puis dosés par colorimétrie.

Traitement des données

Les données d'enquêtes ont été saisies et traitées à l'aide du logiciel *Sphynx*. Le logiciel *Rstudio* (version 4.1.2) a permis de faire des statistiques descriptives et analytiques des données sur les propriétés des sols. Des tests de Kruskal-Wallis ont été effectués entre les données des propriétés des sols suivant la toposéquence. La signification statistique a été fixé à 95% ($p = 0.05$). Des analyses en composantes principales ont été effectuées afin d'examiner les corrélations qui existent entre les propriétés physicochimiques et la toposéquence des sols étudiés.

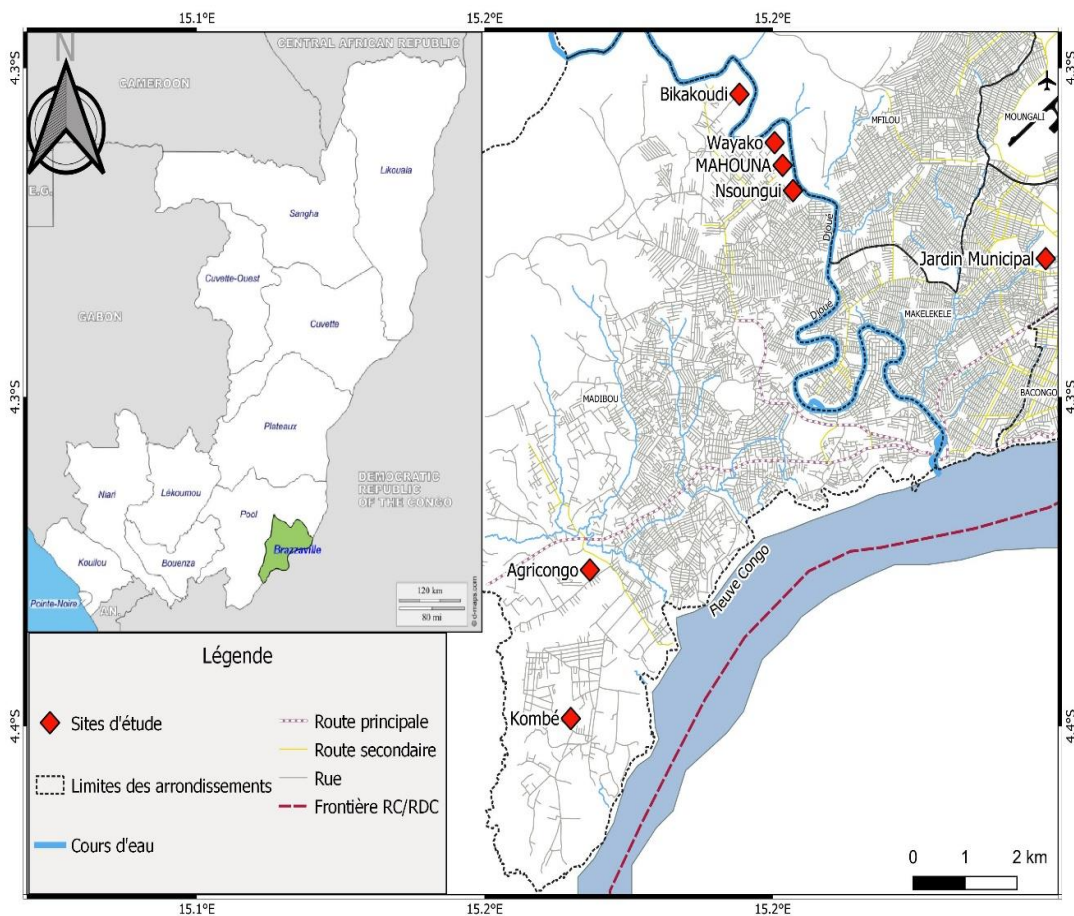


Figure 1 : Localisation des sites d'étude.

RÉSULTATS

Caractérisation socioéconomique

Il ressort des enquêtes menées que le maraîchage à Brazzaville est pratiqué par plus de femmes que d'hommes (59 et 41% respectivement). En fonction de l'âge, le maraîchage est pratiqué par une population relativement jeune avec un âge moyen de 42 ans. La répartition cumulée des maraîchers par sexe et tranche d'âge montre que plus de 60% de jeunes maraîchers (entre 20 et 44 ans) sont de sexe masculin, tandis que les maraîchers ayant plus de 45 ans sont majoritairement des femmes à près de 70% (Figure 2).

Il ressort également des enquêtes menées que les maraîchers ont majoritairement un niveau d'instruction moyen (Figure 3). Sur

l'ensemble des sites enquêtés, les agriculteurs ont majoritairement un niveau secondaire (63%). Le taux de maraîchers ayant un niveau primaire est semblable au taux de maraîchers non scolarisés (17 et 12% respectivement). Les producteurs ayant le niveau universitaire sont les moins représentés (7%).

Pratiques culturelles

Pour la fertilisation des sols, les engrais minéraux et les amendements organiques sont utilisés par l'ensemble des maraîchers enquêtés (Figure 4). Les principaux engrais minéraux granulaires utilisés par les producteurs enquêtés sont le NPK (100%), l'urée (95,5%) et le superphosphate (68,9%). Plusieurs types de fertilisants organiques sont utilisés en des

proportions différentes. Les fertilisants organiques couramment utilisés par les maraîchers enquêtés sont les fientes de volaille (97%), suivi de la paille, la drêche, le guano et les feuilles mortes (80%). Les lisiers de porc et les crottes de mouton sont les amendements organiques les moins utilisés avec des taux respectifs de 17 et 27%. Les amendements carbonatés sont pratiqués par la plupart des maraîchers enquêtés (77%).

La jachère se pratique très rarement, sinon de façon exceptionnelle comme dans le cas d'inondations des parcelles situées en bas des pentes pendant la saison des pluies. A cet effet, sur l'ensemble des sites étudiés 1,5% seulement de l'effectif total des enquêtés pratiquent une jachère de courte durée.

Traitement phytosanitaire

Les enquêtes menées ont permis de constater que la lutte chimique est la principale méthode utilisée par les maraîchers. Il ressort des résultats obtenus que 98% des producteurs enquêtés utilisent les pesticides de synthèse (Figure 5). Seul 2% des maraîchers enquêtés emploient des biopesticides.

Au total, dix-huit (18) noms commerciaux de pesticides et 10 matières actives ont été répertoriés (Tableau 1). La famille des avermectines est la plus répandue. Les insecticides sont utilisés en même temps que les fongicides. Deux types traitements sont employés pour cette lutte, l'un à titre préventif appliqué en cas de besoin depuis le stade de la pépinière jusqu'au stade de la floraison et l'autre à titre curatif utilisé à l'apparition des premiers signes d'une attaque.

Propriétés physicochimiques des sols

Granulométrie

L'analyse granulométrique des sols étudiés montre que la texture de l'horizon de labour (0-20 cm) varie très peu sur l'ensemble suivant la toposéquence (Figure 6). Les résultats obtenus montrent que cet horizon est sableux avec plus de 95%. La composition granulométrique de l'horizon de labour comprend en moyenne 70% de sables grossiers et 25% de sables fins et moins de 3% d'argile.

pH du sol

Le test de Kruskal-Wallis n'a pas révélé de différences statistiques significatives entre les valeurs de pH, suivant la toposéquence des sols étudiés ($p = 0.5772$). Les résultats obtenus montrent que les sols étudiés sont acides avec des valeurs moyennes respectives de pH_{eau} et pH_{KCl} de 5.3 ± 0.9 et 4.8 ± 0.5 (Figure 7). Les sols de bas de versant sont moyennement acides ($pH_{eau} = 5.7 \pm 0.9$), tandis que les sols de haut et mi-versant sont fortement acides ($pH_{eau} = 5.1 \pm 0.7$).

Matières organiques du sol

On relève des différences statistiques significatives ($p = 0.02045$) entre les teneurs en matières organiques suivant la toposéquence des sols étudiés (Figure 8). D'une manière générale, ces sols sont pauvres en matières organiques, avec des teneurs comprises entre 1.3 et 5.4%. Selon la toposéquence, les sols de bas de versant ont des teneurs plus élevées en carbone que ceux de mi-pente. Les teneurs moyennes en carbone sont de $1.7 \pm 0.5\%$ pour les sols de bas de versant, et de $1.1 \pm 0.2\%$ pour les sols de mi-versant. Les teneurs en azote varient peu dans les sols étudiés et sont de l'ordre de 0.1%.

Capacité d'échange cationique

La Figure 9 montre qu'en fonction de la toposéquence, les valeurs de la CEC des sols étudiés ne sont pas statistiquement différentes ($p = 0.1241$). Il ressort des résultats obtenus que les sols étudiés ont une faible CEC. Les valeurs moyennes de la CEC sont de 4.7 ± 2.7 meq/100g pour les sols de bas de versant et de 2.8 ± 1.6 meq/100g pour les sols de mi-pente.

Bases et phosphore échangeables

Les concentrations en Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ et Na^+ échangeables et P assimilable ne sont pas statistiquement différentes suivant la toposéquence des sols étudiés. D'une manière générale, les teneurs en bases échangeable sont plus élevées dans les sols de bas de versant qu'en mi-versant (Tableau 2). Les sols de bas de versant sont moyennement riches en Ca^{2+} (3.95 ± 2.38 meq/100 g), et pauvres en mi-versant (1.94 ± 1.09 meq/100 g). Les sols étudiés sont pauvres en Mg^{2+} , K^+ et Na^+ avec des teneurs moyennes respectives de

0.50 ± 0.21 , $0,17 \pm 0.14$ meq/100 g et $0,05 \pm 0.04$ meq/100 g en bas de versant. Les teneurs en phosphore assimilable sont plus élevées dans les sols de haut de versant et plus faible dans les sols de mi-versant. Les taux de saturation en bases échangeables sont très élevés (> 100%) pour l'ensemble des sols étudiés.

Influence de la toposéquence sur les propriétés des sols

L'analyse en composantes principales a permis de montrer les corrélations qui existent

entre les propriétés physicochimiques des sols étudiés (Figure 10). On relève suivant le premier axe (avec 58.7 % de l'inertie expliquée), des corrélations fortement significatives et positives entre le pH_{eau} , le pH_{KCl} , la CEC, la MOS et la somme des bases échangeables. On note également qu'à l'exception du phosphore assimilable, les propriétés physicochimiques des sols étudiés sont positivement corrélées aux sols de bas de pente (sols hydromorphes) et négativement corrélés aux sols de mi-pente (sols ferrallitiques).

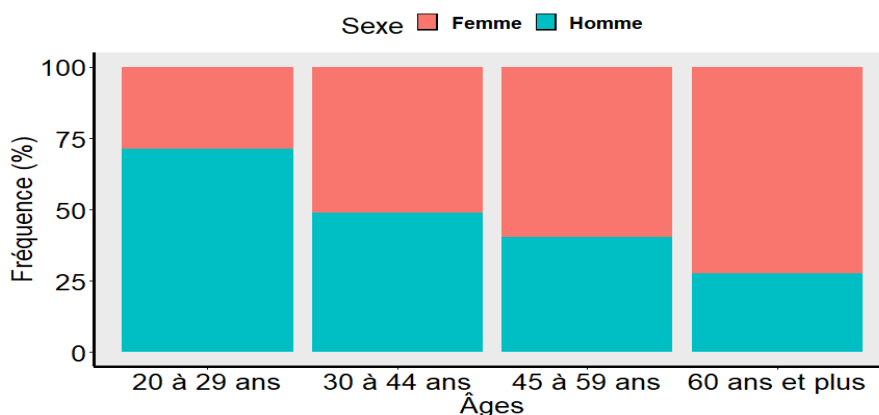


Figure 2 : Répartition des maraîchers par sexe et par tranches d'âge.

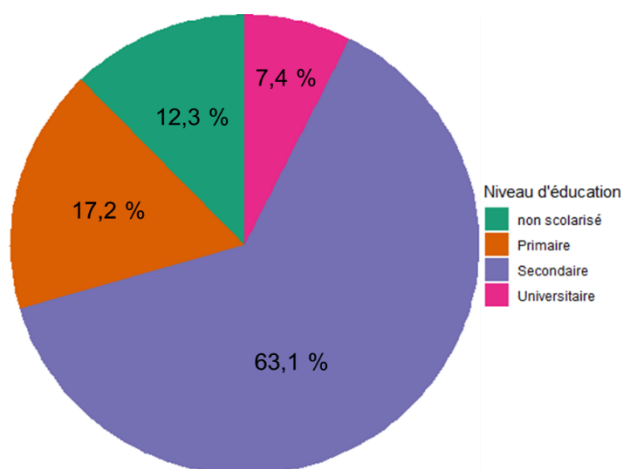


Figure 3 : Niveau d'instruction des producteurs.

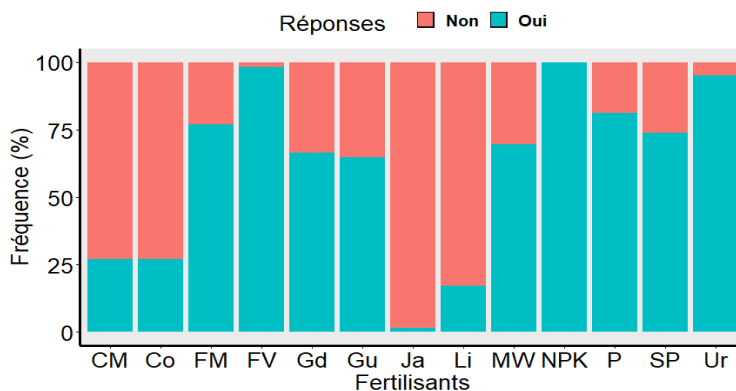


Figure 4 : Techniques de fertilisation et mode d'utilisation des sols. CM : crotte de mouton, Co : compost, FM : feuilles mortes, FV : fientes de volaille, Gd : gadoue, Gu : guano, Ja : jachère, Li : lisier porcine, MW : drèche, P : paille, SP : superphosphate, Ur : urée.

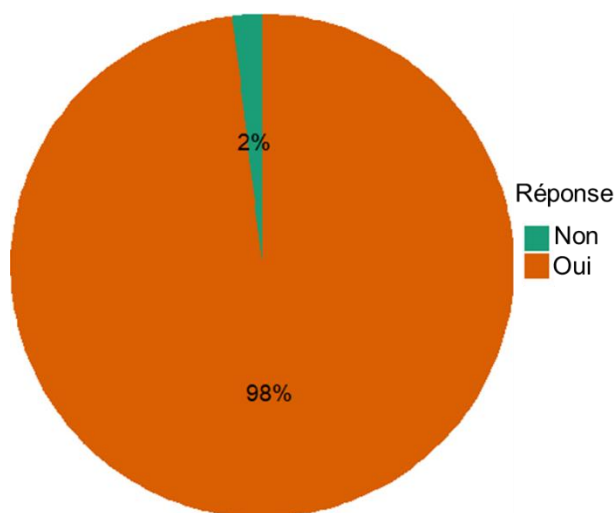


Figure 5 : Utilisation des pesticides par les maraîchers.

Tableau 1 : Caractéristiques des insecticides utilisés par les maraîchers.

Nom commercial	Matières actives	Concentration	Familles	Classe toxicologique
Insecticides				
Cypercal	Cyperméthrine	50g/l	Pyréthriinoïde	III
Callidim	Diméthoate	400g/l	Organosphosphoré	II
Acha	Acétamipride	25 g/l	Néonicotinoïde	II
Pacha	Lambda-Cyhalothrine+ Acetamipride	15g/l+10g/l	Pyréthriinoïde + Néonicotinde	II
Orpy	Chlorpyrifos-Ethyl	480g/l	Organophosphoré	II

Nom commercial	Matières actives	Concentration	Familles	Classe toxicologique
Pyriga	Chlorpyriphos Ethyl	480g/l	Organophosphoré	II
Decis	Deltaméthrine	12,5g/l	Pyréthriinoïde	II
Sniper	Dichlorvos	1000g/l	Organophosphoré	Ib
-Acaricides				
Acarius	Abamectine	18g/l	Avermectine	Ib
Emacot	Emamectine benzoate	19g/l	Avermectine	
Caiman B	Emamectine benzoate	50g/kg	Avermectine	-
Callifol	Abamectine	18g/l	Avermectine	Ib
Fongicides				
Banko Plus	Chlorothalonil + Carbendazine	550g/l + 100g/l	Chloronitrilles + Benzimidazoles	U
Banko-Psycho	Difénoconazole	250g/l	Triazoles	II
Coga	Mancozeb	800g/kg	Dithiocarbamates	III

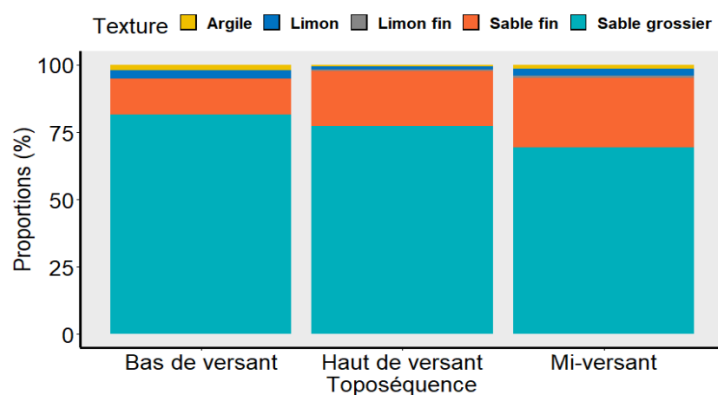


Figure 6 : Répartition des fractions granulométriques (%) des sols (0-20 cm).

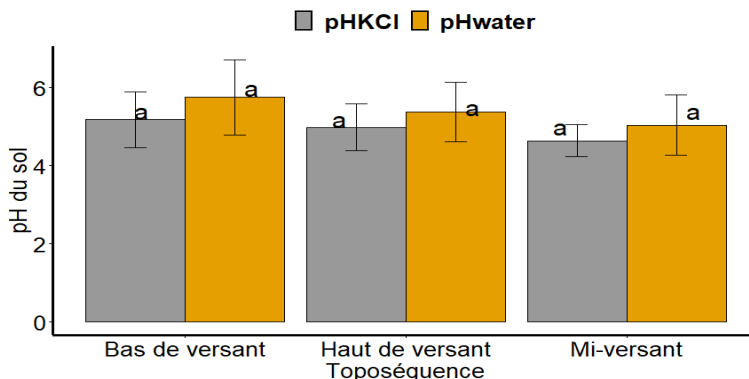


Figure 7 : Valeurs moyennes de pH_{eau} et pH_{KCl} suivant la pente.

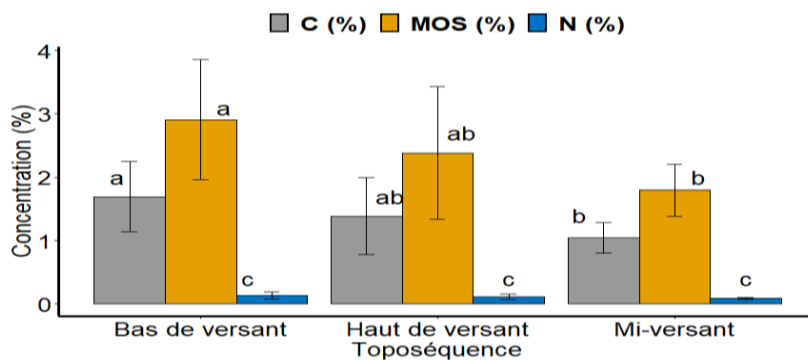


Figure 8 : Teneurs en carbone organique, en azote total et en matière organique des sols étudiés.

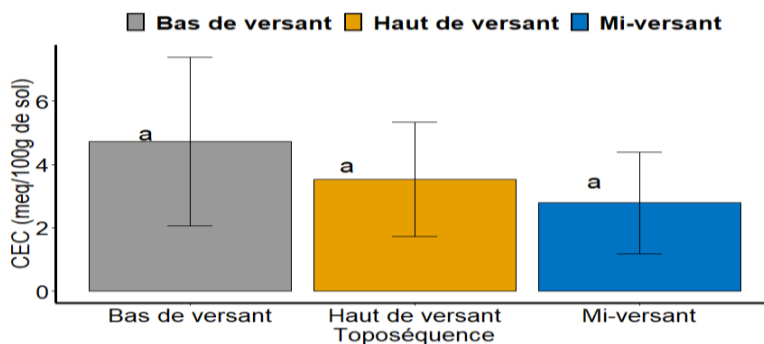


Figure 9 : Propriétés physicochimiques des sols par site.

Tableau 2 : Teneurs moyennes en cations et phosphore échangeables des sols.

Toposéquence	Bases échangeables (me/100g)				P (mg/kg)	S/T (%)
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺		
Haut de versant	2,95±1.91	0,44±0.25	0,18±0.14	0,05±0.05	93,41±39.48	126
Mi-versant	1,94±1.09	0,34±0.11	0,14±0.06	0,02±0.02	60,23±32.64	121
Bas de versant	3,95±2.38	0,50±0.21	0,17±0.14	0,05±0.04	67,25±28.71	125

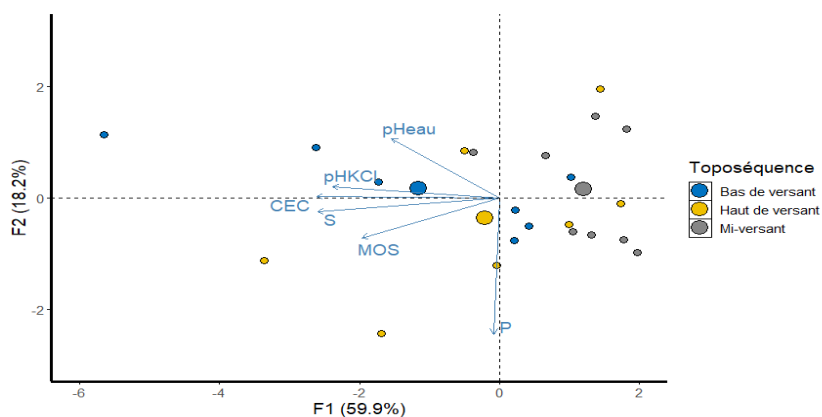


Figure 10 : Analyses à composante principale entre les propriétés et la typologie des sols.

DISCUSSION

L'étude sociodémographique de la présente étude a montré une proportion élevée de femmes maraîchères. Cependant, on relève une augmentation progressive de la participation des hommes dans la production maraîchère, notamment parmi les jeunes de moins de 45 ans. Cette tendance s'expliquerait par la conjoncture économique du pays, marquée par la crise sociale et financière (Ouikoun et al., 2019). Le niveau d'instruction des maraîchers enquêtés est principalement du secondaire. Cette tendance est différente de celle rapportée par Ondo (2011) au Gabon, de Ahouangninou (2013) au Bénin et de Ouattara (2016) au Burkina Faso qui ont montré que la plupart des maraîchers sont non scolarisés ou de niveau primaire.

Une diversité de pesticides de synthèse est utilisée par les maraîchers enquêtés pour lutter contre les nuisibles. Cependant, cette pratique ne demeure pas sans risques car les pesticides de synthèse sont connus pour leur toxicité élevée (Akter et al. 2018). En effet, les familles chimiques des Carbamates et des Néonicotinoïdes, répertoriées dans les sites étudiés, sont très toxiques pour les sols et les êtres vivants (Charbonnier et al., 2015 ; Mdeni et al., 2022).

L'étude menée révèle que la production de légumes sur les sites étudiés est permanente et intensive, avec des quantités importantes d'amendements organiques et d'engrais minéraux apportées aux sols. Cette pratique culturale intensive sur les sols maraîchers est très répandue dans de nombreux pays (Kaboré et al., 2011 ; Zro et al., 2018 ; Ouikoun et al., 2019). Ce constat s'expliquerait par le fait qu'en dépit de la croissance démographique et l'augmentation de la demande alimentaire, les superficies des sites de production maraîchère sont de plus réduites à cause de la pression foncière (Legall et Brondeau, 2012 ; Temple et al., 2005). L'intensification des pratiques culturales présenterait des risques de modification et de dégradation des propriétés des sols (Balbino et al., 2002 ; Mfopou et al., 2017).

Les analyses granulométriques ont révélé que les horizons de labour des sols

étudiés sont sableux à des proportions de plus de 95%. La texture sableuse des sols étudiés serait en relation avec la nature gréseuse de la roche mère (Denis, 1974 ; Callec et al., 2015).

D'après les résultats obtenus, les sols de haut et mi-versant sont fortement acides alors que ceux de bas de versant sont moyennement acides. Ces valeurs de pH seraient influencées par les pratiques culturales plus intensives en haut et en mi-versant qu'en bas de versant (Bouda et al., 2018). Le pH du sol est un facteur déterminant qui influence la disponibilité des minéraux pour les plantes. Cependant l'acidification des sols peut limiter la nutrition des plantes (Shi et al., 2019).

Les teneurs en matière organique des sols étudiés sont faibles. Ce qui pourrait affecter la stabilité structurale des sols étudiés (Kushwaha et al., 2001). Le carbone organique total est distribué de manière différente dans les sols étudiés suivant la toposéquence. Les sols hydromorphes de bas versant sont plus riches en carbone que les sols mi-pente. Cette variation des teneurs en carbone organique serait en relation avec le labour des sols qui favoriserait la lixiviation de la matière organique en mi-pente (Nobile et al., 2018 ; Sawadogo et al., 2021).

La CEC, relativement faible dans les sols étudiés, est plus élevée dans les sols de bas de versant. Les sols étudiés étant essentiellement sableux, la CEC semblerait être liée aux teneurs en matières organiques (Kushwaha et al., 2001 ; Zro et al., 2018).

La pauvreté des sols étudiés en cations échangeables serait liée à la lixiviation de ces cations causée par l'acidité des sols (Ondo et al., 2014). La diminution de la concentration en bases échangeables peut induire des problèmes de carence en nutriments pour la croissance des plantes (Shi et al., 2019). Sur l'ensemble des sites étudiés, le taux de saturation en bases échangeables est très élevé, alors que les sols de Brazzaville sont généralement de type ferrallitique fortement désaturés (Denis, 1974). Cette sursaturation des sols en bases échangeables serait liée aux apports non raisonnés de fertilisants (Ouakanou, 2002 ; Bouda et al., 2018).

Les teneurs en phosphore assimilable se sont avérées très élevées dans les sols étudiés. Ces résultats rejoignent ceux de l'étude menée par Goma Tchimbakala et Baamio (2020) sur les effets des pratiques culturales sur les propriétés des sols du site Agricongo de Kombé à Brazzaville. Les apports non raisonnés d'engrais minéraux seraient aussi la cause des teneurs très élevées en phosphore assimilable dans les sols étudiés (Nobile et al., 2018).

Conclusion

Cette étude réalisée sur les sites maraîchers de Brazzaville a permis de caractériser les pratiques culturales employées par les maraîchers, d'évaluer les effets des pratiques culturales sur les propriétés physicochimiques des sols. Il s'est avéré que le maraîchage dans la ville de Brazzaville est essentiellement pratiqué par les femmes. Étant une activité génératrice de revenus, les jeunes sont de plus en plus impliqués dans l'activité maraîchère. Il a été identifié une diversité d'engrais chimiques (urée, superphosphate, NPK de formulation diverse, pesticides) et d'amendements organiques utilisée pour fertiliser les sols. Cette utilisation intensive des sols a des conséquences sur leurs propriétés physicochimiques. Les sols étudiés sont sableux à plus de 95%. En fonction de la toposéquence des sols étudiés, l'acidité, les teneurs en matières organiques et la capacité d'échange cationique sont différentes. Par ailleurs, les pratiques culturales intensives seraient à l'origine de la sursaturation des sols étudiés en bases échangeables.

CONFLIT D'INTÉRÊTS

Les auteurs déclarent qu'il n'y a pas de conflit d'intérêts entre eux.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

JDN a contribué dans la conception scientifique du travail. SYM a participé au prélèvement et analyses des échantillons de sol ainsi qu'aux analyses statistiques des données.

MDDM a contribué aux enquêtes auprès des maraîchers. LM a facilité l'acceptation des échantillons au laboratoire et a supervisé les travaux de laboratoire. CGME a participé aux analyses statistiques. NWN, IMCGMK et VK ont contribué à l'encadrement scientifique du travail. JLL était à la supervision de l'ensemble de l'étude.

REMERCIEMENTS

Ce travail a bénéficié du soutien financier du projet 03/PA/05 du Conseil Ouest et Centre Africain pour la Recherche et le Développement Agricoles (CORAF/WECARD) et du projet « Mathinbio » de l'Agence Universitaire de la Francophonie (AUF). Nous remercions Mademoiselle Murielle Nancy RAKOTONDRAZAFY de l'Unité Mixte de Recherche « Eco&Sol » à Montpellier (France), pour sa contribution à la réalisation analyses des sols.

RÉFÉRENCES

- AFNOR. 1994. Qualité des Sols. Recueil de Normes françaises. AFNOR: Paris (France), p. 533.
- Ahouangninou CCA. 2013. Durabilité de la production maraîchère au Sud-Benin : essai de l'approche écosystémique. Thèse de Doctorat en Gestion de l'Environnement, santé et Développement Durable, Université d'Abomey-Calavi (Benin), p. 333.
- Akter M, Fan L, Rahman M, Geissen V, Ritsema CJ. 2018. Vegetable farmers' behavior and knowledge related to pesticide use and related health problems: A Case Study from Bangladesh. *Journal of Cleaner Production*, **20**: 122-133. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.130>
- ANAC. 2017. Base de données annuelles de l'Agence Nationale de l'Aviation Civile (ANAC), Données Météorologiques de la

- Région de Brazzaville. Ministère de Transport et de l'Aviation Civile, Brazzaville, Congo, p. 5.
- Balbino LC, Brossard M, Leprun JC, Bruand A. 2002. Mise en valeur des Ferralsols de la région du Cerrado (Brésil) et évolution de leurs propriétés physiques : Une étude bibliographique. *Etude et Gestion des Sols*, **9**: 83-104.
- Bouda PS, Hien E, Somé D, Maiga Y, Kambiré H, Dioma A, Nazaret S, Ouatarra AS. 2018. Soil properties on farmers' fields amended with untreated solid urban wastes in Ouagadougou peri-urban area, Burkina-Faso. *Tropicultura*, **36**(4): 722-732. DOI: <http://dx.doi.org/10.25518/2295-8010.447>.
- Callec Y, Bauer H, Paquet F, Prognon F, Issautier B, Schroetter J-M, Thiéblemont D, Boudzoumou F, Guillocheau F, Kebi-Tsoumou S, Dah Tolingbonon RH, Nganga Lumuamu F. 2015. *Notice Explicative de la carte géologique de la République du Congo à 1/100 000. Feuille Brazzaville*. BRGM: Brazzaville (Congo).
- Charbonnier E, Ronceux A, Carpentier A-S, Soubelet H Barriuso V. 2015. *Pesticides : Des Impacts aux Changements de Pratiques, Bilan de Quinze Années de Recherche pour Éclairer la Décision Publique*. Éditions Quæ: Versailles (France).
- Denis B. 1974. *Notice explicative N°52 : Carte pédologique Brazzaville-Kinkala, République Populaire du Congo, à 1/200.000*. ORSTOM: Paris (France).
- Diallo F, Masse D, Diarra K, Feder F. 2020. Impact of organic fertilization on lettuce biomass production according to the cultivation duration in tropical soils. *Acta Agriculturae Scandinavica. Section B-Soil & Plant Science*, **70**(3): 215-223. DOI: <https://doi.org/10.1080/09064710.2019.1702715>.
- Fila Defoundoux H, Lenga SD, Samba G. 2006. Brazzaville, pauvreté et problèmes environnementaux. Programme International de Recherche sur les Interactions entre la Population, le Développement et l'Environnement (PRIPODE), Rapport final, p. 148.
- Fondio L, Kouamé C, Djidji AH, Traoré D. 2011. Caractérisation des systèmes de culture intégrant le gombo dans le maraîchage urbain et périurbain de Bouaké dans le Centre de la Côte d'Ivoire. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **5**(3): 1178-1189. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v5i3.72251>.
- Gakosso NV. 2015. Caractérisation morphologique des sols utilisés pour le maraîchage dans les sites de Kombé et de Wayako à Brazzaville. Master d'Enseignement, Université Marien NGOUABI, Brazzaville (Congo), p. 80.
- Goma-Tchibakala J, Banzouzi Batamio. 2020. Effet des usages des sols sur le Carbone, la Biomasse Microbienne et le Phosphore dans le Centre Agricole d'Agricongo, Congo. *European Journal of Scientific Research*, **155**(3): 337-345.
- Kaboré T, Hien E, Zombré P, Coulibaly A, Houot S, Masse D. 2011. Valorisation de substrats organiques divers dans l'agriculture péri-urbaine de Ouagadougou (Burkina Faso) pour l'amendement et la fertilisation des sols : Acteurs et pratiques. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, **15**(2): 271-286.
- Kome GK, Enang RK, Kfuban Yerima BP. 2018. Knowledge and management of soil fertility by farmers in western Cameroon. *Geoderma Regional*, **13**: 43-51. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geodrs.2018.02.001>.

- Kouakou KJ, Yako KB, Sika, Ahoue E, Gogbeu SL, Koné L, Dogbo D. 2019. Caractérisation de l'activité de maraîchage dans la commune de Port-Bouët (Abidjan), Côte d'Ivoire. *Journal of Animal & Plant Sciences*, **41**(1): 6747-6756. DOI: <https://doi.org/10.35759/JAnmPLSci.v41-1.2>.
- Kushwaha CP, Tripathi SK Singh KP. 2001. Soil organic matter and water-stable aggregates under different tillage and residue conditions in a tropical dryland agroecosystem. *Applied Soil Ecology*, **16**: 229-241. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0929-1393\(00\)00121-9](https://doi.org/10.1016/S0929-1393(00)00121-9).
- Legall FL, Brondeau F. 2012. Les sites maraîchers planifiés en milieu urbain : Quelle sécurisation foncière, pour quelle sécurisation économique ? Analyse à l'échelle locale. Le cas du périmètre maraîcher de Kossodo, Ouagadougou, Burkina Faso. XLIX Colloque ASRDLF Industrie, ville et région dans une économie mondialisée. Session spéciale "Nature et Métropole, regards croisés", Paris (France), p. 14.
- Mdeni NL, Adeniji AO, Okoh AI, Okoh OO. 2022. Analytical evaluation of carbamate and organophosphate Pesticides in human and environmental matrices: A Review. *Molecules*, **27**: 1-21. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules27030618>.
- Mfopou YCM, Traore M, Kenmogne PPN, Aboubakar A, Manguelle GSF, Maboune SAT, Ndam JRN, Gnankambary Z, Nacro HB. 2017. Structure of Vegetables Farming and Farmer's Perception of Soil and Water Degradation in Two Peri-urban Areas in Yaounde Cameroon. *Open Journal of Soil Science*, **7**: 333-346. DOI: <http://doi.org/10.4236/ojss.2017.711024>.
- Mizhaire HB, Ofouémé YB. 2019. Market gardeners and market gardening areas in Pointe-Noire (Republic of Congo). *Public Health & Territorial Intelligence Journal*, **3**(4): 278-287. DOI: <https://doi.org/10.48421/IMIST.PRSM/wash-ti-v3i4.17368>.
- Nobile CM, Bravin MN, Tillard E, Becquer Thierry, Paillat JM. 2018. Phosphorus sorption capacity and availability along a toposequence of agricultural soils: effects of soil type and a decade of fertilizer applications. *Soil Use and Management*, **34**(4): 461-471. DOI: <https://doi.org/10.1111/sum.12457>.
- Nouatin G, Bachabi F-X. 2010. Urbanisation et viabilité de l'activité maraîchère : cas d'une ville à statut particulier au Bénin (Parakou). *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement*, **10**(2): 1-18. DOI : <https://doi.org/10.4000/vertigo.10038>.
- Nzoussi KH, Li JF. 2015. Impact of urban population on the environment of the city of Brazzaville. *American Journal of Engineering Research*, **4**(3): 116-125.
- Ondo JA, Eba F, Menye Biyogo R, Prudent P, Ollui-Mboulou M, Omva-Zue J. 2014. Characteristics of a manganese-rich soil and metal accumulation in edible parts of plants in the region of Moanda, Gabon. *African Journal of Agricultural Research*, **9**(5): 1952-1960. DOI: <http://dx.doi.org/10.5897/AJAR11.2082>.
- Ouakanou JP. 2002. L'activité maraîchère et l'utilisation des sols dans la région de Brazzaville. Mémoire de certificat d'aptitude à l'inspection des collèges d'enseignement général, Université Marien Ngouabi, Brazzaville (Congo), p. 61.
- Ouattara PJM, Zahui FM, Kouame JRK, Coulibaly L. 2021. Assessment of phytosanitary practices in peri-urban agriculture and associated environmental and health impacts in developing countries: case of Abengourou City (Côte d'Ivoire). *Journal of Agricultural*

- Chemistry and Environment*, **10**: 275-288. DOI: <https://doi.org/10.4236/jacen.2021.103017>.
- Ouattarra Z. 2016. Caractérisation des systèmes de production maraîchers et analyse des déterminants de la fertilité des sols sous cultures maraîchers dans la province du Houet. Mémoire de fin de cycle d'Ingénierie, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Bobo-Dioulasso (Burkina-Faso), p. 61.
- Ouikoun GC, Bouka CE, Lawson-Evi P, Dossou J, Eklu-Gadégbeku K. 2019. Caractérisation des Systèmes de Cultures des Sites Maraîchers de Houéyihou, de Sèmè-Kpodji et de Grand-Popo au Sud-Bénin. *European Scientific Journal*, **15**(18): 113-130. DOI: <http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n18p113>.
- Sawadogo J, Coulibaly PJA, Traoré B, Bassole MSD, Kabore A, Legma JB. 2021. Amélioration des propriétés physico-chimiques et microbiologiques des sols par des fertilisants biologiques sous cultures de la tomate en zone Soudano-sahélienne. *Afrique Science*, **19**(4): 189-202.
- Shi R, Liu Z, Li Y, Jiang T, Xu M, Li J, Xu R. 2019. Mechanisms for increasing soil resistance to acidification by long-term manure application. *Soil & Tillage Research*, **185**: 77-84. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.still.2018.09.004>
- Tella M, Doelsch E, Letourmy P, Chataing S, Cuoq F, Bravin M, Saint Macary H, 2013. Investigation of potentially toxic heavy metals in different organic wastes used to fertilize market garden crops. *Waste Management*, **33**: 184-192. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.07.021>.
- Temple L, Minkoua Nzie JR, Marquis S, Dury S. 2005. *Impact de l'urbanisation sur l'intensification des systèmes de production horticoles au Cameroun*. Cirad, Montpellier, France. p. 109-125.
- Yallo Mouhamed S. 2016. Caractérisation morphologique et teneurs en éléments traces métalliques des sols maraîchers de Brazzaville. Mémoire de Master en Sciences de la Terre, Université Marien Ngouabi, Brazzaville (Congo), p.58.
- Zro FGB, Soro D, Abobi DHA. 2018. Analyse comparée des effets de deux amendements organiques sur le statut organo-minéral et la productivité d'un sol sableux. *Journal of Applied Biosciences*, **124**: 12416-12423. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/jab.v124i1.3>.