

Évaluation de l'impact environnemental et sanitaire de l'utilisation des déchets solides biodégradables en agriculture urbaine : cas de Bobo-Dioulasso

Issaka SENOU^{1*}, Hamza OUEDRAOGO¹,
Hassan Bismark NACRO², Antoine N. SOME³

Résumé

Les déchets apportent des éléments minéraux au sol. Mais sans prétraitement adéquat, ils peuvent être une source de contamination en métaux lourds. L'objectif de l'étude est d'évaluer les risques environnementaux et sanitaires liés à l'usage des déchets en agriculture urbaine. Les sites d'étude sont Kodéni, Kuinima, Dogona et Secteur 22. Une enquête a été menée auprès de 70 producteurs dans ces sites, elle visait à recueillir des informations sur les déchets utilisés et de caractériser les unités d'exploitation. Des échantillons de sol ont également été prélevés pour évaluer les paramètres chimiques. Les enquêtes ont révélé que sur tous les sites, les déchets ménagers sont les plus utilisés avec un pourcentage compris entre 38 et 70 %. Les teneurs en métaux lourds par kg de sol étaient de 5,3 mg, 144 mg, 36 mg et 405 mg respectivement pour le Cd, le Cu, le Pb et le Zn. Les sols des sites sont donc contaminés. Les pH_{eau} varient entre 7,45 et 7,94. Les valeurs des rapports C/N des sols sont comprises entre 10 et 12, la matière organique est donc stable. Ces résultats suggèrent de poursuivre les efforts effectués afin de concevoir des techniques adaptés et efficace de prétraitement des déchets.

Mots clés : déchets solides, valorisation, fertilité, contamination, Bobo-Dioulasso.

Assessment of the environmental and health impact of the use of biodegradable solid waste in urban agriculture: Bobo-Dioulasso case

Abstract

The waste brings mineral elements to the ground. But without adequate pretreatment, they can be a source of heavy metal contamination. The objective of the study is to assess the environmental and health risks associated with the use of waste in urban agriculture. The study sites are Kodéni, Kuinima, Dogona and Sector 22. A survey of 70 producers at these sites was conducted to collect information on waste used and to characterize the farm units. Soil samples were also taken to assess chemical parameters. Surveys have shown that household waste is the most used at all sites, with a percentage between 38 and 70%. Heavy metal contents per kg of soil were 5.3 mg, 144 mg, 36 mg and 405 mg for Cd, Cu, Pb and Zn, respectively. Soils at the sites are therefore contaminated. The pH_{H2O} range from 7.45 to 7.94. Soil C/N values range from 10 to 12, so organic matter is stable. These results suggest continuing efforts to design appropriate and effective waste pre-treatment techniques.

Keywords: solid waste, recovery, fertility, contamination, Bobo-Dioulasso.

Introduction

Selon le rapport de la Banque mondiale (2018), la production de déchets en 2016 était de 2,01 milliards de tonnes soit quotidiennement 0,8 kg par personne. Au Burkina Faso, l'urbanisation galopante engendre des déchets dans les grandes villes. Par exemple, à Bobo-Dioulasso, la production de déchets solides a été estimée à 107 229 tonnes en 2002 (Nouma, 2002). L'accroissement de la ville et des industries entraîne une production massive des déchets se

¹ Laboratoire des Systèmes Naturels, des Agrosystèmes et de l'Ingénierie de l'Environnement (Sy.N.A.I.E), Institut du Développement Rural (IDR), Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso. BP 1091 Bobo-Dioulasso (Burkina Faso).

² Institut des Sciences de l'Environnement et du Développement Rural, Université de Dédougou (UDDG), BP : 176, Dédougou, Burkina Faso.

³ Laboratoire d'Etude et de Recherche sur la Fertilité du Sol (LERF), Institut du Développement Rural (IDR), Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso. BP 1091 Bobo-Dioulasso (Burkina Faso).

*Auteur correspondant : hamzaouedraogo226@gmail.com

traduisant par l'accumulation des ordures ménagères, la création de nombreuses décharges sauvages et la stagnation des eaux usées. Des méthodes de gestion de déchets sont conçues pour désengorger la ville des ordures. Il s'agit notamment de la création des centres de traitement et la valorisation des déchets en compost et en divers objets utiles (pavés, bassines, sacs, etc.). Dans le contexte de coût élevé des engrais chimiques, ces déchets représentent pour certains producteurs une réelle opportunité pour relever le niveau de fertilité des sols à moindre coût. En effet, l'analyse de ces déchets par Yé (2007) a montré que les déchets étaient riches en matières organiques et en éléments minéraux tels que l'azote, le phosphore et le potassium. Toutefois, certains producteurs utilisent les déchets bruts pour fertiliser leurs champs à cause de leur ignorance des risques liés à l'utilisation de ces types de déchets et la non-maitrise des techniques de compostage. Des études menées par Yonkeu (2006) ont montré que ces déchets étaient dangereux car ils contiennent des objets tranchants et des organismes pathogènes. D'après Senou et al 2018, les déchets peuvent être un refuge pour les serpents et les scorpions. Outre les risques qu'ils présentent pour les producteurs, ils peuvent polluer les sols en matières plastiques et contaminer les sols en métaux lourds à des teneurs toxiques pour les plantes et par ce biais, transités dans toute la chaîne alimentaire (Senou *et al.* 2014).

Ainsi, l'objectif de cette étude est d'évaluer les risques environnementaux et sanitaires liés à l'utilisation des déchets solides en agriculture afin d'avoir une analyse critique des avantages et des inconvénients de l'usage des déchets comme fertilisants.

I. Matériel et méthodes

1.1. Sites d'étude

L'étude a été réalisée dans la ville de Bobo-Dioulasso, deuxième ville du Burkina Faso. Les coordonnées géographiques sont : Longitude : 04°20' ouest ; Latitude : 11°06' nord, avec une altitude de 405 m (Ilboudo, 2014). Le climat de Bobo-Dioulasso est du type soudanien caractérisé par une savane boisée. L'étude a été conduite dans quatre sites : Le Secteur 22 de la ville, Kuinima, Kodéni et Dogona. Le choix des sites a été fait sur la base des superficies (au moins un quart d'hectare), la quantité de déchets présente sur le site et le nombre des producteurs qui y travaille.

Les producteurs ont été choisis faits sur la base de la superficie de la parcelle exploitée (plus de 0,25 ha) et sur le nombre d'années de production sur le site qui doit être au moins de 2 ans. Au total , 70 chefs d'exploitation ont été enquêtés. On a respectivement 29 pour le site du Secteur 22, 23 sur le site de Kuinima, 8 sur le site de Kodéni et 10 sur le site de Dogona.

1.2. Matériel

Les matériels qui ont fait l'objet de notre étude sont les déchets solides et le sol. Les déchets solides sont issus de tous les quartiers de la ville de Bobo-Dioulasso. Ils ont été acheminés dans les sites par les éboueurs. Les sols des sites sont tous du type ferrugineux tropical. Ils ont une couleur sombre héritée du carbone issu de l'incinération des déchets dans les champs.

1.3. Méthodes

1.3.1. Enquêtes

Pour les enquêtes, un guide de questionnaire a été élaboré. Il est adressé aux chefs d'exploitation. L'objectif poursuivi par les enquêtes est de recueillir des informations sur les déchets utilisés et de caractériser les unités de production.

1.3.2. Échantillonnages de sol

Les échantillons de sol ont été prélevés dans l'horizon (0-15 cm) à l'aide d'une tarière. Quatre (4) prélèvements de 200 g de sols ont été effectués par parcelle de 0,25 ha suivant la diagonale.

Les échantillons sont rangés dans des sachets en plastiques stériles et acheminés au laboratoire pour analyse.

1.3.3. Analyse des échantillons de sol

Les échantillons de sol prélevés ont d'abord été séchés à l'ombre, broyés puis tamisés à 2 mm avant d'être analysés au laboratoire. Les paramètres analysés ont porté sur les éléments chimiques du sol d'intérêts agronomiques ainsi que les métaux lourds. Les éléments chimiques ont concerné le pH_{eau}, le N-total, le P-total, le K-total, le P assimilable, le C total et la capacité d'échange cationique (CEC). Les métaux lourds ont concerné le Cd, le Cu, le Pb et le Zn. Le Cd et le Pb ont été choisis car ils font partie des éléments chimiques les plus toxiques pour l'homme et présents dans l'environnement. Le Cu et le Zn ont été ajoutés car ils ne sont toxiques qu'au-delà d'un certain seuil.

La mesure du pH a été faite par la méthode électronique au pH-mètre à électrode en verre dans une suspension à l'eau dans un rapport sol/solution de 1/2,5 (1 g de sol pour 2,5 ml d'eau). Les teneurs N et P-total ont été déterminées dans les minéralisats à l'aide d'un colorimètre automatique SKALAR (Segmented flow analyser, model SANplus 4000-02, Skalar Hollande). Le photomètre de flamme (JENCONS. PFP 7, Jenway LTD, Felsted, England) a permis de déterminer le K-total. Le P assimilable a été déterminé selon la méthode Bray et Kurtz (1945). La méthode de Walkley et Black (1934) est celle qui a été utilisée pour mesurer le carbone du sol. La capacité d'échange cationique (CEC) a été déterminée par la méthode de chlorure d'ammonium de Metson.

Les teneurs en cadmium (Cd), cuivre (Cu), plomb (Pb) et zinc (Zn) ont été déterminées grâce au ICP-MS (Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry). Les analyses ont été réalisées au laboratoire du Bureau des Mines et de la Géologie du Burkina (BUMIGEB) à Ouagadougou.

1.3.4. Analyse statistique

L'analyse des données a été réalisée à l'aide du logiciel R. Le tableur Excel a servi pour le dépouillement des données des enquêtes, leur codification en variables qualitatives, la constitution de la base de données. Le logiciel R a permis de réaliser les graphes et les calculs des paramètres statistiques tels que les moyennes arithmétiques et les pourcentages.

L'index de pollution du sol a été calculé par le rapport des concentrations des métaux lourds dans le sol par rapport aux normes suggérées par Kloke (1979) et qui correspondent aux niveaux de concentration tolérables dans le sol.

$$[1] \quad I.P = (Cd/3 + Cu/100 + Pb/100 + Zn/300)/4 \text{ (Chon } et \text{ al., 1998)}$$

Les normes par kg de sol sont de 3 mg, 100 mg, 100 mg et 300 mg respectivement pour le cadmium, le cuivre, le plomb et le zinc. L'index de pollution doit être supérieur à 1 pour que le sol soit considéré contaminé.

II. Résultats

1.4. Nature des déchets

Les déchets ménagers sont les plus utilisés. Le pourcentage d'utilisation des déchets ménagers varie entre 38 et 52% obtenu respectivement sur les sites de Kodéni et de Dogona suivi des boues d'épuration dont le pourcentage est compris entre 20 et 26% respectivement sur les sites de Dogona et de Kuinima. Les déchets industriels sont peu utilisés avec des pourcentages compris entre 0 et 25% respectivement sur les sites de Dogona et de Kuinima. Les types de déchets les moins utilisés sont les déchets biomédicaux avec le pourcentage d'utilisation le plus élevé 15% obtenu sur le site du Secteur 22 et le plus faible 9% sur le site de Kuinima.

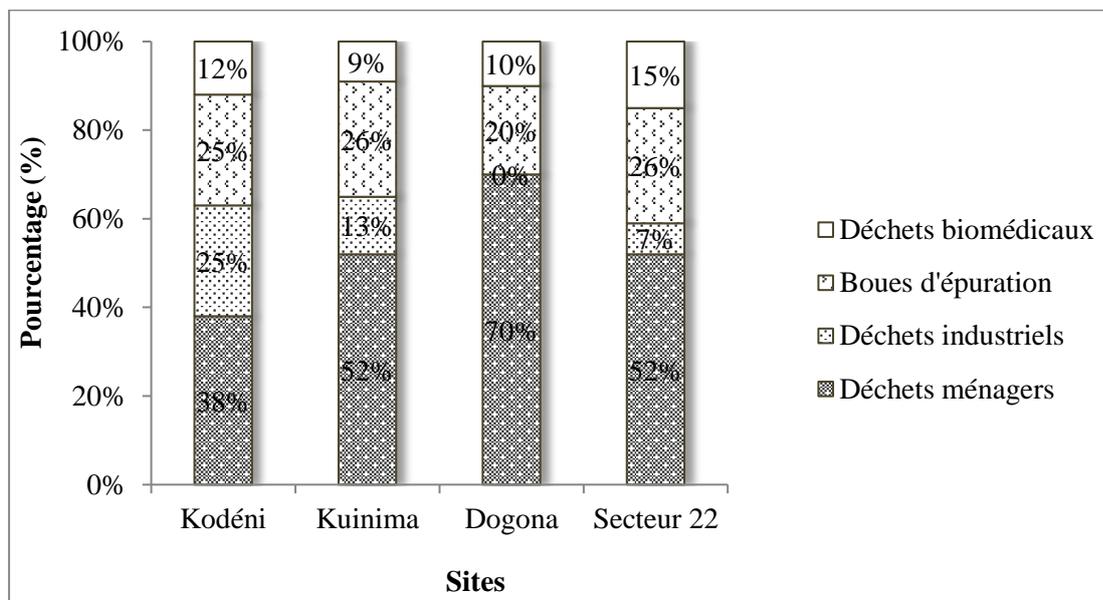


Figure 1 : Nature des déchets par site

1.5. Caractéristiques chimiques des sols

Les analyses chimiques ont révélé des pHeau légèrement basiques dans les différents sites. Ils varient entre 7,45 et 7,94 respectivement sur les sites de Kodéni et du Secteur 22. Les pH_{HCl} sont de légèrement acides, 6,63 et 6,64 successivement sur les sites de Dogona et du Secteur 22. Ils sont légèrement basiques sur les sites de Kodéni et de Kuinima soit respectivement 7,06 et 7,34. Les taux de carbone (C) sont compris entre 1,42% sur le site du Secteur 22 et 1,99% sur Kodéni. Le rapport C/N est de 12 sur les sites de Kodéni et Kuinima et 10 sur Dogona et Secteur 22.

Les résultats des analyses chimiques montrent que le phosphore total (P-total) sur les 4 sites est compris entre 525,4 mg/kg à 622 mg/kg. Par contre, le phosphore assimilable (P-ass) est faible et varient entre 25,49 et 60,14 mg/kg. Le potassium total (K-total) varie entre 1780,2 mg/kg et 2244,8 mg/kg respectivement sur les sites de Kodéni et de Kuinima. Concernant les pourcentages d'azote, ils sont sensiblement identiques sur tous les sites et sont compris entre 0,131 et 0,161%.

Les capacités d'échange cationique (CEC) pour 100g de sol sont de 14,8 méq, 5,55 méq, 4,9 méq et 4,65 méq respectivement sur les sites de Kodéni, Kuinima, Dogona et du Secteur 22.

Tableau I : Caractéristiques chimiques des échantillons de sol par site

	Kodéni	Kuinima	Dogona	Secteur 22
P-total (mg/kg)	585,5ab	525,4a	609b	622b
P-ass (mg/kg)	60,14b	25,49a	56,99b	50,48b
CEC (méq/100g)	14,8a	5,55b	4,9b	4,65b
K-total	1780,2a	2244,8b	2045,7b	2047,8b
pH_{Kcl}	7,06	7,34	6,63	6,64
pH_{eau}	7,45	7,86	7,89	7,94
Carbone (%)	1,99	1,56	1,46	1,42
N (%)	0,161	0,131	0,144	0,149
C/N	12a	12a	10b	10b

Kcl : Chlorure de Potassium, **CEC :** Capacité d'Échange Cationique

1.6. Contamination du sol en métaux lourds

Les analyses des teneurs en métaux lourds ont révélé que la teneur en Cd varie entre 3,2 à 5,3 mg/kg, celle du Cu est comprise entre 98 et 144 mg/kg. Pour la teneur en Pb, elle va de 27 à 32 mg/kg Concernant les teneurs en zinc (Zn), elles sont comprises entre 289 à 405 mg/kg. Les teneurs du cadmium (Cd), du cuivre (Cu), et du zinc (Zn) des sols sont au-dessus des normes (3 mg/kg de sol pour le cadmium, 100 mg/kg de sol pour le cuivre, 300 mg/kg de sol pour le zinc) à l'exception du plomb (Pb) dont la norme est à 100 mg/kg de sol (Tableau II). Les analyses statistiques ont montré que le site du Secteur 22 est le plus contamination avec un indice de pollution de 1,15 suivi de celui de Kuinima, 1,08 puis de Kodéni, 1,006 et enfin celui de Dogona, 0,82 (Tableau III).

Tableau II : Teneurs en métaux lourds sur les 4 sites

Site	Teneur en mg/kg			
	Cd	Cu	Pb	Zn
Kodéni	4,1	132	33	302
Kuinima	4,3	123	32	405
Dogona	3,2	98	27	289
Secteur 22	5,3	144	36	309

Le site du Secteur 22 est le plus contamination avec un indice de pollution de 1,15 suivi de celui de Kuinima, 1,08 puis de Kodéni 1,006 et enfin celui de Dogona 0,82. Ces index de pollution supérieurs révèlent que les dans les sites de Kodéni, Kuinima et du Secteur 22 les sols sont contaminés. La contamination des champs en métaux lourds peut avoir une répercussion sur la santé humaine. En effet, certaines plantes produites sur ces genres de sites peuvent accumuler les métaux lourds et contaminer les hommes et les animaux. Ces résultats sont en accord avec ceux de Pallo *et al.* (2008) qui montrent que le maïs, la laitue, la carotte et d'autres céréales sont des plantes accumulatrices des métaux lourds. Comme les plantes, les animaux peuvent aussi accumuler les métaux lourds dans leurs tissus par le biais des végétaux et les transférer à l'homme.

Tableau III : Index de pollution des sites

Sites	Index de pollution
Kodéni	1,006
Kuinima	1,08
Dogona	0,82
Secteur 22	1,15

III. Discussion

La caractérisation des déchets a révélé un pourcentage élevé des déchets ménagers et des boues d'épuration. Ils sont plus utilisés sur le site de Kodéni soit au total 25% des producteurs du site. Cela s'explique par le fait que ces sites sont proches des habitations et comme le centre d'enfouissement technique ne fonctionne pas, les associations de gestion des ordures ménagères de la ville et les vidangeurs des toilettes se rabattent sur ces dépotoirs sauvages. Ces résultats sont en accord avec ceux de Kaboré (2009) qui ont montré que les déchets ménagers dominent

les sites de dépotoir à Ouagadougou et Bobo-Dioulasso. Quant aux déchets industriels, ils sont surtout présents sur les sites de Kuinima et de Kodéni. Ces sites sont situés à proximité de la zone industrielle, ainsi certaines usines agroalimentaires (BRAKINA) et textiles (SOFITEX) y déversent leurs déchets. Les déchets biomédicaux sont les moins utilisés. En effet, la plupart des centres hospitaliers de la ville disposent d'incinérateurs pour brûler leurs déchets. Les quelques rares déchets biomédicaux proviennent des cliniques.

Les pH_{eau} sont basiques et statistiquement identiques au seuil de 5%. Ces résultats pourraient s'expliquer par le fait que les déchets urbains contiennent du magnésium (Mg^{2+}) et du calcium (Ca^{2+}). Selon les travaux de Yé, 2007 et Ilboudo, 2014, les déchets urbains solides contribuaient à relever le pH_{eau} du sol grâce à la forte teneur en Mg^{2+} et en Ca^{2+} qu'ils contiennent. Ces résultats soutiennent ceux de Senou *et al* (2014) qui ont révélé que l'apport des déchets urbains au sol relevait le pH_{eau} du sol.

De plus, les rapports C/N sur les quatre sites sont sensiblement identiques. Leurs valeurs indiquent que les déchets apportés peuvent être facilement décomposés par les microorganismes du sol. Ces résultats pourraient s'expliquer par le fait que les déchets utilisés par les producteurs sont composés majoritairement de déchets ménagers (restes d'aliments, feuilles, etc.) facilement décomposables. Ces résultats sont en concordance avec ceux de Bacyé *et al.* (1998) qui ont montré que le rapport C/N est plus faible dans les champs de case qui reçoivent plus de matière organique issus des restes d'aliments et des déjections des animaux domestiques que les champs de brousse où il n'y a pas de restitutions organiques autres que la paille et les racines.

Par ailleurs, les teneurs en potassium et phosphore total sont élevées dans les sols. Ces éléments nutritifs pourraient provenir des déchets. L'analyse des déchets de la ville de Bobo-Dioulasso par Ilboudo (2014) a montré qu'ils étaient riches en phosphore, en potassium et en azote et contribuaient à améliorer les propriétés chimiques du sol.

Les CEC sont faibles dans les quatre sites. Ces faibles valeurs des CEC seraient dues à la texture sableuse des sols des sites réduisant la formation de complexes argilo-humiques. Les éléments minéraux du sol sont dans ce cas peu retenus.

Concernant les teneurs en métaux lourds, il ressort que les sols sont contaminés au-delà des normes recommandées. Ces contaminants proviendraient des déchets. Les producteurs utilisent les déchets comme fertilisants depuis plus de 5 années. Le caractère cumulatif du sol, a favorisé la rétention des métaux lourds jusqu'à des seuils critiques. Senou *et al.* (2014) et Ilboudo (2014) avaient également trouvé les mêmes résultats. Compte tenu des avantages pédologiques des déchets pour les sols agricoles, des méthodes de prétraitement doivent être trouvées pour réduire le problème de contamination.

Conclusion

Notre étude a permis d'évaluer les risques liés à l'utilisation des déchets urbains solides en agriculture urbaine de Bobo-Dioulasso. Au terme de cette étude, les analyses révèlent la présence de métaux lourds dans les sols des sites à des teneurs supérieures aux normes, en témoignent les index de pollution supérieurs à 1. Cependant il ressort de cette étude que les déchets contribuent à corriger le pH_{eau} et apportent des nutriments au sol. Le sol ayant un caractère cumulatif un apport régulier de déchets va contribuer à augmenter les teneurs en éléments nutritifs du sol, cependant, le risque de translocation des métaux lourds vers les plantes serait très élevé. Ces résultats peuvent être directement utilisés comme outil de sensibilisation et de mise en garde des producteurs sur les risques liés à l'utilisation des déchets non traités en agriculture.

Remerciements

Nous remercions l'Institut du Développement Rural (IDR), le Bureau des Mines et de la Géologie du Burkina (BUMIGEB), le laboratoire des Systèmes naturels des Agrosystèmes et de l'Ingénierie de l'environnement (SyNAIE), le Laboratoire d'Etude et de Recherche sur la Fertilité du Sol (LERF).données.

Références bibliographiques

- Baboy Longanza L., Kidinda Kidinda L., Tshipama Tamina D., Tombo Jacob A., Tshijika Ikatalo M., 2015. Valorisation agricole des déchets comme alternative à leur gestion dans les villes d'Afriques subsaharienne : Caractérisation des déchets urbains à Lubumbashi et évaluation de leurs effets sur la croissance des cultures vivrières. *Afrique Science*, 11 (2) : 76-84.
- Bacyé B., Moreau R., Feller C. 1998. Décomposition d'une poudrette de fumier incorporée dans un sol sableux de versant et un sol argilo-limoneux de bas-fond en milieu soudano-sahélien. *Etude et Gestion des Sols*, 2 (5) : 92-101.
- Banque Mondiale, 2018. What a waste 2.0 : A global snapshot of solid waste management to 2050.
- Bataillard P., 2002. Évolution de la spéciation du plomb et du cadmium dans les sols. Thèse de Doctorat École Nationale du Génie Rural, des Eaux et Forêts. Paris, 150 p.
- Chaves L. H. G., Estrela M. A. and De Souza R. S., 2011. Effect on plant growth and heavy metal accumulation by sunflower. *Journal of Phytology*, 3 (12) : 04-09.
- Chen H. M., Zheng C. R., Tu C. and Shen Z. G., 2000. Chemical methods and phytoremediation of soil contaminated with heavy metals. *Chemosphere*, 41 (1) : 229-234.
- Chon H.T., Ahn J.S., et Jung M.C., 1998. Seasonal variations and chemical forms of heavy metals in soils and dusts from the satellite cities of Seoul, Korea. *Environmental and Geochemistry and Health*, 20 (1) : 77-86.
- Compaoré E., Nanema L. S., Bonkougou S. et Sedogo M. P., 2010. Évaluation de la qualité de composts de déchets urbains solides de la ville de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso pour une utilisation efficiente en agriculture. *Journal of Applied Biosciences*, 33 (1) : 2076-2083.
- FAO, 1976. Élaboration d'un programme visant à promouvoir l'emploi des matières organiques comme engrais, ITA, Rome, 73 p.
- Franklin R. E., Duis L., Brown R., Kemp T., 2005. Trace element content of selected fertilizers and micronutrient source materials. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 36 (1) : 1591-1609.
- Helali M. A., Added A., Oueslati W., 2009. Mécanismes de fixation des métaux lourds dans les sédiments. *Revue Méditerranéenne de l'Environnement*, 3 (1) : 596-614.
- Ilboudo T. J. L., 2014. Effet de différents types de déchets urbains solides de la ville de Bobo-Dioulasso sur la disponibilité et la distribution verticale de métaux lourds dans le sol. Mémoire de Diplôme d'Études Approfondies en Science du sol. Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. 51 p
- INERIS, 2006. Éléments traces métalliques : Rapport d'étude INERIS-DRC-06-66246/DESP-R01a. 119 p.
- Kaboré S. G., 2009. Les représentations sociales du déchet dans la ville de Ouagadougou : le cas des déchets plastiques. Mémoire de Maitrise. Université de Ouagadougou, Burkina Faso. 80 p.

- Khan M. S., Khan S. A., Sajad M. A., Ali F., Ali H., Khan W. M., Ali S. et Hussain F., 2014. Phytoremediation of cadmium from effected soil using maize plant (*Zea mays L.*). *Journal of Biologie and Environmental Sciences*, 2 (1) : 1-8.
- Khatori M. et Benhoussa A., 2017. ICP analysis of heavy metals in corn and soil irrigated by Berrechide waste water (Morocco). *Journal of Materials and Environmental Sciences*, 8 (5) : 1853-1859.
- Kloke A., 1979. Content of arsenic, cadmium, chromium, fluorine, lead, mercury and nickel in plants grown on contaminated soil. Paperpresentedat United Nations-ECE Symp. 108 p
- Kramer U. ; Talke I. N. et Hanikenne M., 2007. Transition métal transport. *Journal FEBS Letters*, 581 (1) : 2263-2272.
- Pallo F. J. P., Sawadogo N., Sawadogo L., Sedogo M. P., Asso A., 2008. Statut de la matière organique des sols dans la zone Sud-soudanienne au Burkina-Faso. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 12 (3) : 291-301
- Sampo T., 2016. Évaluation de la valeur agronomique et des impacts environnementaux de quelques déchets urbains solides en application directe au champ en culture de maïs. Mémoire de fin d'étude CAP Matourkou, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. 78 p
- Sanou D. U., 2017. Caractérisation des unités de production et évaluation des risques sanitaires en agriculture urbaine : cas de la ville de Bobo-Dioulasso. Mémoire d'ingénieur, Centre de formation agricole de Matourkou, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. 59 p.
- Senou I., Gnankambary Z., Some A. N. et Sedogo P. M., 2014. Projection de trois espèces de plantes locales pour la phytoextraction de métaux lourds à partir de deux types de sols au Burkina Faso. *Agronomie Africaine*, 26 (2) : 155-166.
- Senou I., Gnankambary Z., Some A. N. et Sedogo P. M., 2012. Phytoextraction de métaux lourds (Cd, Cu, Pb et Zn) par *Oxytenanthera abyssinica* en sols ferrugineux tropicaux et en sols vertiques dans la zone sud soudanienne du Burkina Faso. *Journal de la Société Ouest-Africaine de Chimie*, 34 (1) : 26 -34.
- Tian G., Kang B.T., Brussaard L., 1997. Effect of mulch on earth worms activity and nutrient supply in the humid tropic. *Soil Biology and Biochemistry*, 29 (1) : 373-384.
- Yé L., 2007. Caractérisation des déchets urbains solides utilisables en agriculture urbaine et périurbaine : cas de Bobo-Dioulasso. Mémoire de DEA, IDR Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 48 p
- Zmirou D., Beausoleil M., De Coninck P., 2003. Déchets et sols pollués. In « Environnement et santé publique », Guérin M., Gosselin P. et Cordier S., Edisem. Canada, p. 398-440.