

Pratiques d'utilisation des déchets urbains en agriculture et risques de contamination des sols et des plantes en métaux lourds

Rockia Marie Nadège ZERBO^{1,2}

Paul Windipsidi SAVADOGO^{2,3}

Rayim Wendé Alice NARE¹

Tinkoudougou Catherine SAWADOGO/ILBOUDO¹

Résumé

Les déchets urbains sont de plus en plus utilisés pour le maintien de la fertilité des sols en zone urbaine. L'objectif de la présente étude était d'analyser les pratiques d'utilisation des déchets urbains à Ouagadougou et à Bobo-Dioulasso (Burkina Faso) en vue d'évaluer les risques de contamination des sols et des plantes en métaux lourds. Trois cent vingt-neuf (329) céréaliers et maraichers ont été interviewés pour connaître les types de déchets urbains utilisés et leur mode d'utilisation, les caractéristiques sociales et les caractéristiques des exploitations. L'étude a montré que les ordures ménagères et municipales, les déchets d'abattoirs, et les eaux usées sont les principaux déchets urbains utilisés. Trente-neuf pour cent (39%) des enquêtés ont un âge compris entre 41 et 50 ans. La plupart sont non scolarisés (56%). A Bobo-Dioulasso les ordures sont triées par la majorité avant leur application au champ, ce qui n'est pas le cas à Ouagadougou. Le compostage des déchets avant application est pratiqué par 12% des agriculteurs à Ouagadougou et 25% des agriculteurs à Bobo-Dioulasso. Il existe une corrélation entre les caractéristiques sociales (le sexe et le niveau de scolarisation) et le mode de traitement des déchets urbains avant application.

Mots-clés : Contamination, déchets urbains, métaux lourds, sols.

Use of urban waste in agriculture and risks of contamination of soils and plants in heavy metals

Abstract

Urban waste are used to improve soil fertility in urban agriculture. This study was conducted to analyze the practices to the use of urban waste in vegetable and cereal gardens to estimate the risks of soils and plants contamination for heavy metal in Ouagadougou and Bobo-Dioulasso (Burkina Faso). Three hundred twenty nine (329) cereal and vegetable farmers were interviewed individually on their practices regarding urban waste. Social characteristics of farmers, the farms characteristics, the types of urban waste used and how they are used were documented. Thirty nine percent (39%) of farmers have between 41 and 50 years old. Fifty-six percent (56%) of farmers have not was scolarize. Household garbage, municipal waste, slaughterhouse waste and sewage are main used in addition to manure and chemical amendments. Garbage is sorted before applied to the field by the majority of farmers in Bobo-Dioulasso, but not in Ouagadougou. Twelve percent (12%) and 25% of farmers respectively in Ouagadougou and Bobo-Dioulasso composting waste before application. There is a correlation between the social status (gender and level of education) and the method of treating urban waste before application.

Keys words: Contamination, heavy metals, urban waste, soil.

¹ Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologies (IRSAT), Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique (CNRST), Ouagadougou, Burkina Faso.

² Institut de Génie de l'Environnement et du Développement Durable (IGEDD), Université Joseph KI-ZERBO, Ouagadougou, Burkina Faso.

³ Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique (CNRST), Ouagadougou, Burkina Faso.

Auteur Correspondant: rzerbo.15@gmail.com

Introduction

Situé au cœur de l'Afrique de l'Ouest, le Burkina Faso est un pays dont le développement socio-économique est basé sur l'agriculture. Le secteur agricole occupe 86 % de la population active et contribue pour environ 40 % au produit intérieur brut du pays (MASA, 2013). La pauvreté des sols en éléments nutritif pour la plante (SEDOGO, 1993 ; COMPAORE et al., 2003) nécessite des apports organiques. Selon la FAO (2012), plus de 40 % des ménages urbains d'Afrique subsaharienne ont des activités agricoles en ville. L'étude de KEDOWIDE et al. (2010) à Ouagadougou (Burkina Faso) a montré une augmentation des activités agricoles en vue de contribuer à la satisfaction des besoins alimentaires des populations urbaines sans cesse grandissantes. Le coût élevé des engrais (complexe NPK), de la fumure animale et la rareté des ressources hydriques emmène les agriculteurs à utiliser des déchets urbains (COMPAORE et al., 2010a).

Au Burkina Faso, les déchets municipaux, les ordures ménagères et les bio-déchets sont utilisés en agriculture urbaine à péri-urbaine (KABORE et al., 2011 ; COMPAORE et al., 2010a) selon leur disponibilité et leur accessibilité. Riche en substrat organique et en nutriments (azote, phosphore et potassium), les déchets urbains contribuent à l'amélioration de la structure et de la fertilité du sol (COMPAORE et al., 2010a ; COMPAORE et al., 2010b). Nonobstant leur forte teneur en nutriment, les déchets urbains sont des sources de pollution de par leur composition et selon leur origine. En effet, les déchets urbains selon leur origine (domestiques, administratives, sanitaires, industrielles, etc.) contiennent des polluants métalliques tels que les métaux lourds (KARIKARI et al., 2006 ; KAO et al., 2007). Ses polluants s'accumulent dans le sol et peuvent être transférés vers les plantes selon les conditions géochimiques (MENCH et BAIZE, 2004) ou vers les cours d'eau par ruissellement ou les eaux souterraines par lixiviation.

Le tri des déchets urbains avant le compostage permet de débarrasser les déchets de la matière non dégradable telle que le plastique, le métal, le verre, etc. Le compostage des déchets urbains avant leur utilisation favoriserait une destruction des agents pathogène et une diminution des teneurs en métaux lourds (COMPAORE et al., 2010b). Des travaux ont montré que malgré le compostage des déchets urbains, les teneurs en certains métaux lourds tels que le plomb ($37,5 \text{ mg.kg}^{-1}$) et le zinc (130 mg.kg^{-1}) restent importantes (COMPAORE et al., 2010b). Ce qui pose le problème de l'accumulation des métaux lourds dans les sols et de leur biodisponibilité.

L'objectif de la présente étude est d'analyser les pratiques d'utilisation des déchets urbains dans deux villes du Burkina Faso (Ouagadougou et Bobo-Dioulasso) en vue d'évaluer les risques de contamination des sols et des plantes en métaux lourds. Plus spécifiquement il s'agit (i) de connaître les déchets urbains et les modes d'utilisation par une enquête et (ii) d'analyser le risque potentiel de contamination des sols et des plantes en métaux lourds lié à l'utilisation des déchets urbains. L'hypothèse qui sous-tend cette étude est la suivante : Dans un contexte de valorisation des déchets urbains en agriculture, les producteurs utilisent les déchets urbains quels que soit leurs origines et sans traitement préalable. Cette étude se veut être une contribution à la connaissance sur l'utilisation des déchets urbains en agriculture urbaine à péri-urbaine au Burkina Faso notamment à Ouagadougou et à Bobo-Dioulasso.

I. Matériel et méthodes

1.1. Sites d'étude

Les villes de Ouagadougou et de Bobo-Dioulasso sont les deux grands centres urbains du Burkina Faso. La commune de Ouagadougou, capitale du Burkina Faso, est située dans la région du centre entre 12° et 13° de latitude Nord et entre 1° et 2° de longitude Ouest (Fig.1). Avec une population estimée à 2 532 311 habitants en 2015, Ouagadougou appartient à la zone climatique de type soudano-sahélien avec une pluviométrie moyenne annuelle estimée à 773 mm (OUEDRAOGO *et al.*, 2007). La commune de Bobo-Dioulasso est située dans la région Ouest du Burkina Faso entre 11° et 12° de latitude Nord et entre 4° et 5° de longitude Ouest (Fig.2). Le climat est de type soudanien avec une pluviométrie variant de 900 à 1100 mm de pluie par an. A Ouagadougou, les sites céréaliers de Kossodo et Nioko 2 au Nord, Nagrin au Sud et les sites maraichers de Boulmiougou au Sud-ouest, Tanghin et Paspanga au Centre, Wayalguin à l'Est, Kossodo et Kamboinsé au Nord ont été investigués (Fig.1). A Bobo-Dioulasso, les sites maraichers de Kuinima au Centre, Dogona et Sakabi au Centre-nord, Kua au Centre-est et Kiri au Nord ont été pris en compte dans notre étude (Fig.2). Les enquêtes ont été conduites de septembre à novembre 2018. Les spéculations cultivées sur les sites maraichers étaient essentiellement la laitue, l'amarante, le chou, l'oignon, la tomate, le poivron. En outre, le mil, le maïs, le sorgho et l'arachide sont les spéculations essentiellement cultivées sur les sites céréaliers.

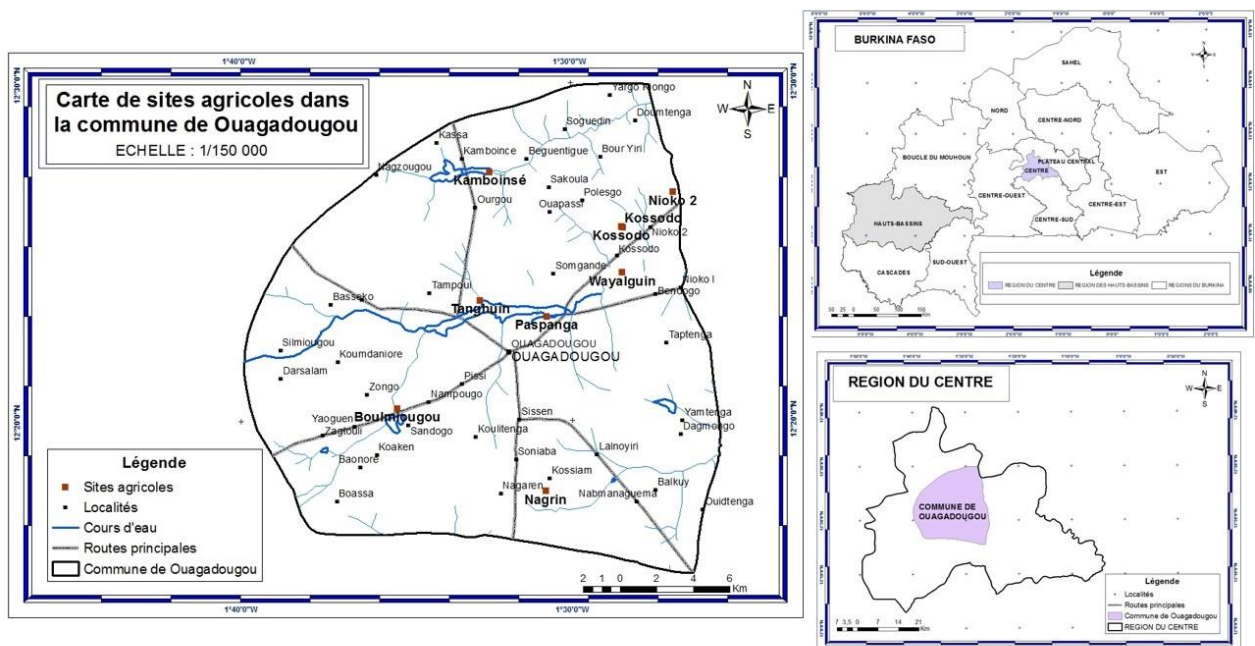


Figure 1. Localisation des sites agricoles où l'enquête sur les pratiques d'utilisation des déchets urbains a été réalisée dans la commune de Ouagadougou.

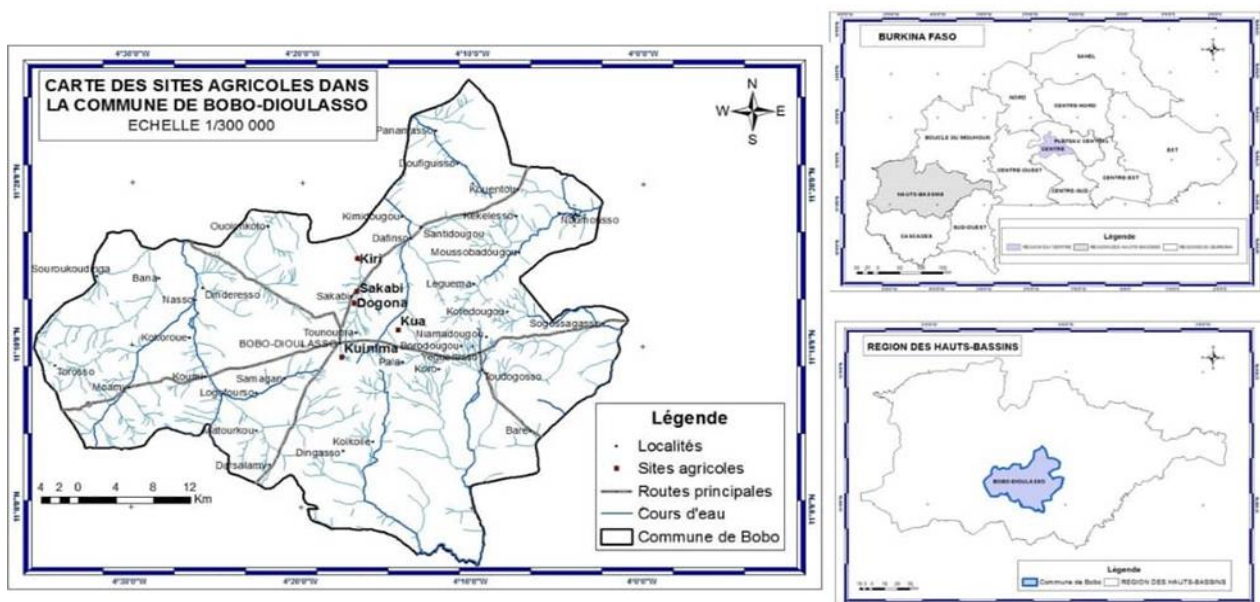


Figure 2 : Localisation des sites agricoles où l'enquête sur les pratiques d'utilisation des déchets urbains a été réalisée dans la commune de Bobo-Dioulasso.

1.2. Procédure d'étude

Les données ont été collectées à partir d'enquêtes individuelles auprès des producteurs agricoles. Les fiches d'enquêtes, élaborées à l'aide du logiciel Sphinx Lexica V5, comportaient des questions relatives aux caractéristiques sociales des producteurs, aux caractéristiques de la parcelle en exploitation et aux pratiques d'utilisation des déchets urbains. Les caractéristiques sociales ont concerné l'âge, le sexe, le niveau d'étude, l'appartenance à un groupement. Les caractéristiques de la parcelle ont été renseignées par l'âge de la parcelle et les spéculations cultivées. Les pratiques d'utilisation des déchets urbains ont concerné les types de déchets, le mode de traitement et le mode d'application. L'enquête a été réalisée selon une approche quantitative et qualitative sur la base du volontariat. A Ouagadougou et à Bobo Dioulasso respectivement 224 et 105 producteurs ont été individuellement interviewés. Les coordonnées géographiques d'un point de chaque parcelle visitée ont été relevées à l'aide d'un récepteur Global Positioning System (GPS) 60.

1.3. Analyse des données

Les données collectées ont été saisies sous le tableur EXCEL 2013 et traitées suivant deux grands ensembles à savoir les producteurs de la ville de Ouagadougou et les producteurs de la ville de Bobo-Dioulasso. L'analyse descriptive des variables a été réalisée avec le logiciel RStudio 3.6.0. Les histogrammes ont été réalisés à partir de EXCEL 2013. Afin d'observer l'association entre certains caractéristiques sociales des enquêtés et le mode d'utilisation des déchets urbains une analyse des correspondances multiples (ACM) a été faite avec le logiciel IBM SPSS Statistics 20.

II. Résultats

2.1. Caractéristiques sociales des enquêtés

Les résultats de l'étude ont montré que parmi les producteurs enquêtés, les hommes représentaient 37,5 % et 100% respectivement à Ouagadougou et à Bobo-Dioulasso. Les producteurs interviewés à Ouagadougou (39,73%) et à Bobo-Dioulasso (36,19%) avaient un âge compris entre 41-50 ans (Fig.3). A Ouagadougou l'âge minimum des producteurs était de 18 ans et l'âge maximum était de 75 ans avec une moyenne d'âge de 45 ans. L'exploitant le plus jeune et le plus âgé avaient respectivement 21 ans et 68 ans à Bobo-Dioulasso avec un âge moyen de 41 ans. La plupart des enquêtés à Ouagadougou n'avaient jamais été scolarisés. A Bobo-Dioulasso, jusqu'à 30,48% des producteurs avaient le niveau primaire. Dans l'ensemble, la majorité des producteurs n'étaient pas membre d'un groupement (Tableau I).

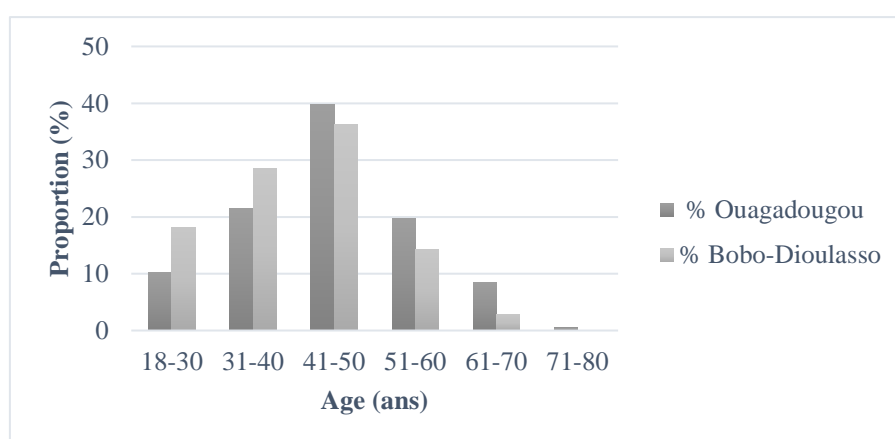


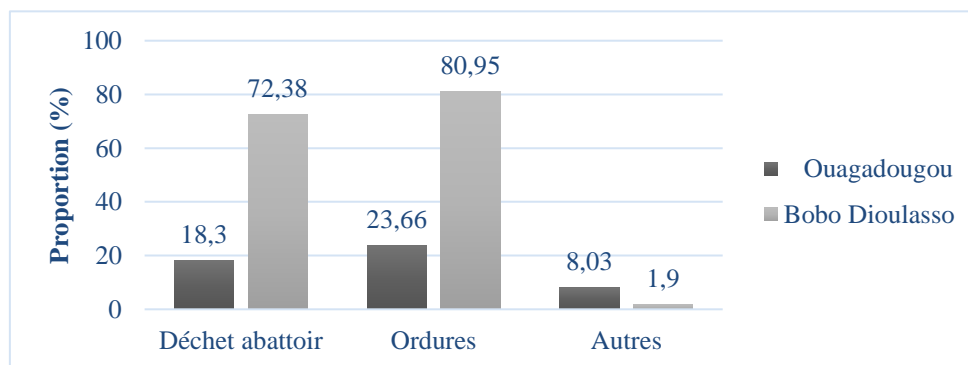
Figure 3. Répartition par tranche d'âge des enquêtés à Ouagadougou et à Bobo-Dioulasso

Tableau I. Caractéristiques sociales des producteurs enquêtés à Ouagadougou et à Bobo-Dioulasso.

Variables	Classes	Ouagadougou (n=224)		Bobo-Dioulasso (n=105)	
		Effectifs	Fréquence (%)	Effectifs	Fréquence (%)
Genre	Femme	140	62,5	0	0
	Homme	84	37,5	105	100
Niveau d'études	Non scolarisé	155	69,20	29	27,62
	Alphabétisé	7	3,12	3	2,86
	Primaire	36	16,07	32	30,48
	Secondaire	14	6,25	18	17,14
	Ecole coranique	12	5,36	23	21,90
Membre d'un groupement	Oui	8	3,57	15	14,29
	Non	216	96,43	90	85,71

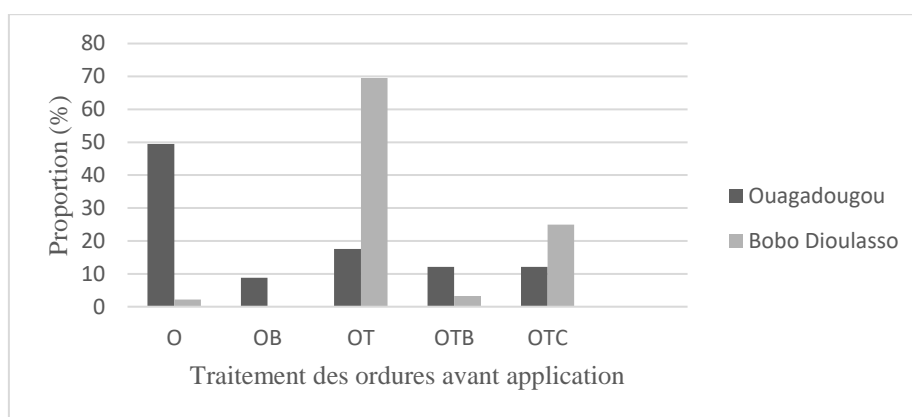
2.2. Mode d'utilisation des déchets urbains à Ouagadougou et à Bobo-Dioulasso

A Ouagadougou comme à Bobo-Dioulasso les déchets urbains sont apportés aux sols comme amendement ou comme source d'irrigation. Il s'agit essentiellement des ordures ménagères, des ordures des voiries et des déchets des abattoirs pour les déchets urbains solides. Les ordures (des ménages, des voiries et des lieux publics) étaient utilisées par 23,66% et 80,95% des enquêtés respectivement à Ouagadougou et à Bobo-Dioulasso. Les déchets d'abattoir étaient utilisés par 18,3% des enquêtés à Ouagadougou et 72,38% des enquêtés à Bobo-Dioulasso. D'autres déchets tels que les résidus de récolte, les résidus des graines de coton issus des industries et les copeaux de bois étaient utilisés par certains producteurs (Fig.4). Parmi les producteurs qui utilisaient les ordures à Ouagadougou, 49,45% les appliquaient directement sans traitement préalable. Seulement 17,58% avaient procédé au tri et 12,09% après le tri, au compostage des ordures pendant 3 à 6 mois avant leur application sur le sol. La plupart des enquêtés de Bobo-Dioulasso (69,57%) triaient les ordures avant leur application. Après le tri, 25% des producteurs procédaient au compostage avant leur application sur le sol (Fig.5). Dans les deux villes la majorité des producteurs agricoles enquêtés (71,12% à Ouagadougou et 63,74% à Bobo-Dioulasso) épandaient les déchets sur le sol deux semaines après émergence de la plantule. Seulement 28,89% et 36,26% respectivement à Ouagadougou et à Bobo-Dioulasso enfouissaient les déchets après épandage. Certains sites céréaliers faisaient office de dépôt d'ordures ménagères en saison sèche. Ces déchets sont déposés en petits tas sur les parcelles puis brûlés dans certaines parcelles et directement épandus dans d'autres. A l'approche de la saison pluvieuse, les producteurs éparpillent les tas, enlèvent les gros débris non dégradables et labourent le sol avant les semis.



NB : un producteur peut utiliser plusieurs déchets pour amender le sol.

Figure 4. Proportion des producteurs enquêtés selon les types de déchets urbains solides utilisés à Ouagadougou et Bobo-Dioulasso.



O : ordures non traités ; OB : ordures brûlées avant application ; OT : ordures triées avant application ; OTB : ordures triées puis brûlées avant application ; OTC : ordures triées puis compostées avant application

Figure 5. Proportion des agriculteurs en zone urbaine et péri-urbaine selon le mode de traitement des ordures à Ouagadougou et Bobo-Dioulasso.

Hormis les déchets urbains solides, les eaux usées sont utilisées dans les deux villes par les maraichers. Les maraichers du site de Kossodo à Ouagadougou utilisaient l'eau provenant de la Station de traitement et d'épuration de l'office national des eaux et de l'assainissement (STEP-ONEA) comme source d'irrigation. Ceux du site de Paspanga et de Wayalguin utilisaient les eaux usées brutes provenant des canaux d'évacuation de la ville. Certains enquêtés du site de Paspanga utilisaient les eaux de puits pour l'irrigation. Dans l'ensemble, 99% des maraichers à Ouagadougou pratiquaient l'arrosage comme mode d'irrigation. Les eaux des canaux d'évacuation de la ville de Ouagadougou étaient utilisées par 24% des maraichers enquêtés. Dans la ville de Bobo-Dioulasso, les sites de Dogona, Sakabi et Kiri sont traversés par le marigot Houet dans lequel se déversent les eaux usées urbaines (industrielles et ménagères) de la ville. Les producteurs de ces sites utilisaient l'eau du marigot pour l'irrigation. Le mode d'irrigation principale était l'arrosage (69%) avec 27% qui pratiquaient le drainage et 4% les deux modes d'irrigation. A Ouagadougou comme à Bobo-Dioulasso les fréquences d'irrigation sont fonction du stade de développement de la plante et de la saison.

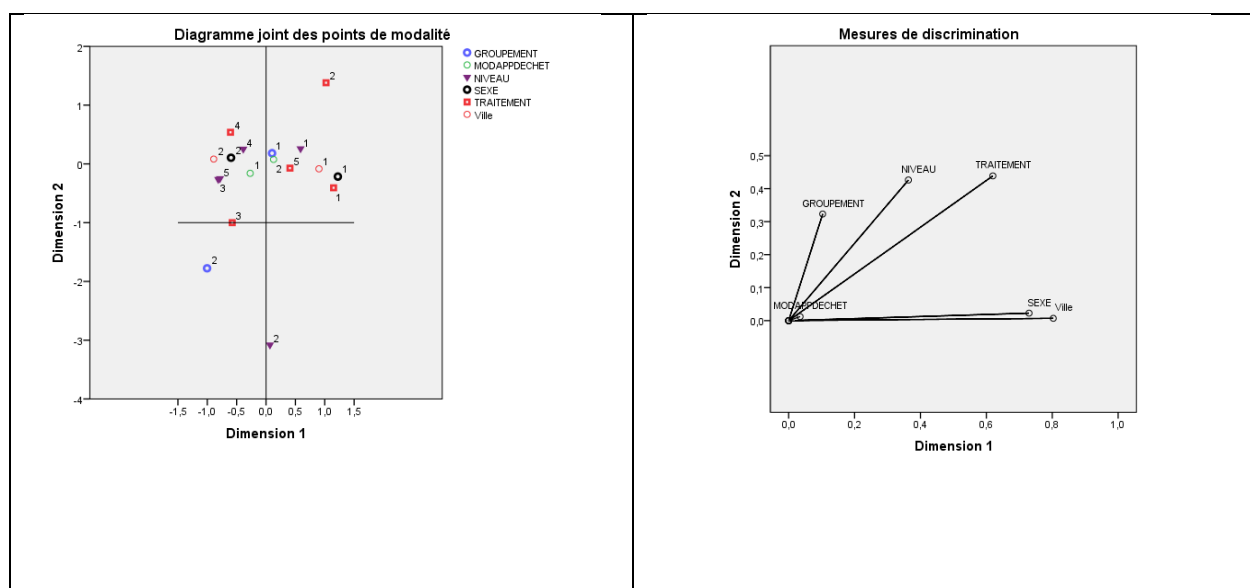
2.3. Influence des caractéristiques sociales des enquêtés sur l'utilisation des déchets urbains

Les variables sexe, appartenance à un groupement, niveau d'étude, mode de traitement et mode d'application des déchets ont été soumises à une analyse des correspondances multiples (ACM). Deux valeurs propres correspondant à deux dimensions se sont dégagées de cette analyse. La première et la deuxième dimensions ont comme pourcentage de variance 44,23% et 20,49% respectivement (Fig.6). La mesure de discrimination a montré que les variables ville, sexe et traitement sont pertinentes suivant la première dimension. Selon les deux dimensions, la variable mode de traitement des déchets est la variable la plus pertinente suivie de la variable niveau d'étude. Ces variables sont celles utilisées pour l'interprétation des diagrammes.

A Ouagadougou, les utilisateurs des déchets urbains à des fins agricoles étaient essentiellement des femmes non scolarisées. Elles employaient deux modes de traitement des déchets : une application brute (sans traitement des déchets) et une application après carbonisation (brûlage

des déchets). Pour l'un ou l'autre mode de traitement, l'application se faisait préférentiellement par épandage.

A Bobo-Dioulasso, les utilisateurs des déchets urbains à des fins agricoles étaient des hommes. Ceux-ci avaient un niveau de scolarisation primaire en majorité. Ils employaient deux modes de traitement des déchets : une application après tri (débarrasser les déchets des gros débris et des sachets) et une application après compostage (pendant deux à trois mois). Pour l'un ou l'autre mode de traitement, l'application se faisait par enfouissement. L'ensemble des agriculteurs des deux villes n'étaient pas membre d'un groupement agricole (Fig.6). L'ACM a permis de constater qu'il y avait une corrélation entre le profil social des producteurs et les pratiques d'utilisation des déchets urbains.



Légende Ville : 1= Ouagadougou, 2=Bobo Dioulasso ; Sexe : 1= féminin, 2= masculin ; Niveau d'étude : 1= non scolarisé, 2= alphabétisé en langue nationale, 3= école coranique, 4= primaire, 5= secondaire ; Groupement : 1= n'appartient pas à un groupement, 2= appartient à un groupement; Mode de traitement : 1= déchets bruts, 2= déchets brûlés, 3= déchets triés et compostés, 4= déchets triés, 5= déchets triés et brûlés ; Mode d'application : 1= enfouï, 2= épandu.

Figure 6. Résultat analytique de l'ACM pour Ouagadougou et Bobo-Dioulasso.

III. Discussion

3.1. Caractéristiques sociales des enquêtés

L'étude a révélé que l'agriculture urbaine à Bobo-Dioulasso est pratiquée essentiellement par des hommes alors que les femmes représentaient la majorité des acteurs sur les sites de Ouagadougou. A Bobo-Dioulasso, les femmes s'affairent à l'écoulement des produits issus de l'agriculture urbaine tandis qu'à Ouagadougou, en plus d'être productrices, elles se chargent de l'écoulement des produits. Le contexte socioculturel des deux villes pourrait justifier cette situation. En effet, la ville de Bobo-Dioulasso a une société à dominance mandingue dans laquelle la femme n'est pas appelée aux travaux champêtres. La ville de Ouagadougou a une société à dominance Moaga où la femme est impliquée dans l'acquisition des vivres pour la famille. NARE et al. (2015) et OUEDRAOGO et al. (2019) ont aussi rapporté que l'activité

maraichère à Bobo-Dioulasso était pratiquée majoritairement par des hommes. Ce constat a été fait dans d'autres centres urbains tel que Accra au Ghana où les hommes représentaient 95% des maraichers (ANTWI-AGYEI et *al.*, 2016) et à Libreville au Gabon où les hommes constituaient 94,4% des agriculteurs urbains et péri-urbains (ONDO, 2011).

La moyenne d'âge des agriculteurs des deux villes révèle que l'agriculture urbaine est exercée par la frange jeune dont la plupart n'a pas été scolarisé à Ouagadougou. A Bobo-Dioulasso la majorité des producteurs ont un niveau de scolarisation primaire. Ces résultats ne corroborent pas les résultats de NARE et *al.* (2015) et OUEDRAOGO et *al.* (2019) qui ont constaté que la majorité des acteurs agricoles de Bobo-Dioulasso étaient non scolarisés. Cela permet d'affirmer que les résultats peuvent varier selon les sites. Au Nigeria dans la ville d'Ogun, AGBONLAHOR et *al.* (2007) ont rapporté que la majorité des producteurs (55,8%) avaient un niveau d'instruction primaire. Le même constat a été fait à Libreville par ONDO (2011) où plus de 60% des maraichers avaient un niveau primaire. La non scolarisation des femmes au niveau des sites enquêtés est le reflet de la faible scolarisation de la fille à l'échelle nationale.

3.2. Pratiques d'utilisation des déchets urbains

Les déchets urbains solides (DUS) utilisés étaient majoritairement les ordures ménagères, municipales et les déchets d'abattoir. A cela s'ajoutent les déchets des industries agroalimentaires, les copeaux de bois et les résidus des récoltes. Pour la plupart, ces déchets étaient épandus sur le sol sans être composté. NARE et *al.* (2015) ont montré que les ordures ménagères étaient utilisées par 35% et 15% des producteurs respectivement à Bobo-Dioulasso et Ouagadougou. Le non compostage des déchets avant leur utilisation pourrait être dû au fait que les producteurs qui ont en général un faible niveau de scolarisation ne sont pas conscients des risques sanitaires et environnementaux liés à ces pratiques. D'autre part, le manque d'espace pour la réalisation des fosses et l'individualisation des producteurs pourrait être des facteurs favorisant le non compostage des déchets. L'étude de KABORE et *al.* (2011) a révélé qu'à Ouagadougou, l'utilisation des DUS est fonction de leur disponibilité (71 % des céréaliers et 17% des maraichers). Selon la même étude, seulement 14% des maraichers à Ouagadougou compostaient les DUS avant leur utilisation. Les résultats de la présente étude, qui ont prouvé que 12% des producteurs à Ouagadougou compostaient les DUS avant application, viennent conforter les résultats de l'étude de KABORE et *al.* (2011). Au Bénin, les maraichers utilisaient les composts des ordures ménagères et municipales pour améliorer la productivité de leur sol (KAKAI et *al.*, 2010). KENMOGNE et *al.* (2010) ont constaté que 8% des maraichers de l'Abiergué à Yaoundé utilisaient aussi les ordures ménagères. En plus des DUS, les eaux usées sont utilisées sur les sites maraichers des deux villes. Ces eaux usées proviendraient des ménages, des activités administratives et industrielles. Elles sont utilisées pour irriguer les plantes avec comme mode d'irrigation prépondérant l'arrosage. Elles sont aussi utilisées pour laver les spéculations après cueillette. En zone urbaine et péri-urbaine, la disponibilité de l'eau est un critère d'implantation des producteurs sur un site. Ainsi, les sites de production de légumes sont regroupés autour des points d'eau que sont les barrages, les canaux d'évacuation, les marigots etc. De ce fait les producteurs utilisent l'eau tel que disponible pour l'irrigation des plantes sans tenir compte de la provenance ni de la qualité de l'eau.

Depuis que les études ont montré les potentialités agronomiques des déchets urbains, dus essentiellement à leur richesse en matière organiques et en composés minéraux (FARINET et

NIANG, 2005 ; KABORE, 2004 ; THOMBIANO et GNANKAMBARY, 2000), ceux-ci sont de plus en plus utilisés en agriculture urbaine. Leur utilisation contribue ainsi à l'assainissement des zones urbaines. Cependant le mode d'utilisation présente des risques sanitaires et environnementaux liés à la présence de métaux lourds (COMPAORE et *al.*, 2010b). Le compostage des déchets urbains permet de réduire les agents pathogènes, favorise la minéralisation des matières premières (COMPAORE et *al.*, 2010b ; MOURIA et *al.*, 2013). Un tri minutieux de ses déchets avant compostage et les processus chimiques (complexation des métaux par la matière organique ou les minéraux) qui se déroulent lors du compostage permet de réduire les teneurs en métaux lourds qui seront apportés aux sols (YE, 2007 ; COMPAORE et *al.*, 2010b). Pourtant notre étude révèle que la plupart des producteurs à Ouagadougou appliquent les déchets urbains sans les trier. Même si les déchets sont triés, comme c'est le cas de la majorité des producteurs à Bobo-Dioulasso, très peu de producteurs compostent les déchets avant leur application. En effet l'Analyse en Composante Multiple (ACM) a révélé que la majorité des producteurs qui appliquaient les déchets urbains solides bruts à Ouagadougou n'ont pas été scolarisés et ne sont pas organisés en association ou en groupement. A Bobo Dioulasso où la majorité des producteurs ont un niveau primaire, les déchets y sont systématiquement triés mais rarement compostés avant utilisation.

3.3. Risque de contamination des sols et des plantes en métaux lourds par les déchets urbains

De nombreuses études se sont intéressées aux teneurs en métaux lourds des déchets urbains en général, des ordures et des eaux usées en particulier qui sont apportés aux sols sous culture en zone urbaine et péri-urbaine (BAIZE et *al.*, 2006 ; KAO et *al.*, 2007). A cet effet, des métaux lourds ont été dosés dans les déchets urbains solides de la ville de Bobo-Dioulasso, au Burkina Faso. Parmi les métaux dosés les prédominants étaient le plomb et le zinc avec des teneurs moyennes de 101,67 et 186,92 mg.kg⁻¹ respectivement (YE, 2007). COMPAORE et *al.* (2010b) ont trouvé que le plomb (37,5 mg.kg⁻¹) et le zinc (130 mg.kg⁻¹) étaient les métaux lourds prédominant dans des composts de déchets urbains de la ville de Bobo Dioulasso. La problématique des métaux lourds dans les déchets urbains a suscité des études dans d'autres pays. Au Cameroun, une moyenne de 12,6 mg.kg⁻¹ et 210,4 mg.kg⁻¹ de cadmium et de chrome ont été dosés dans des composts d'ordures ménagères (TEMGOUA et *al.*, 2014). Au Togo, le dosage du plomb, du cadmium, du nickel, du cuivre et du zinc dans les déchets urbains de la décharge d'Agoè à Lomé, ont révélé respectivement des teneurs moyennes de 66,91 ; 2,51 ; 6,10 ; 70,24 ; 401,13 mg.kg⁻¹ (BODJONA et *al.*, 2012). Ces résultats montrent un risque de pollution des sols par les déchets urbains solides par accumulation des métaux lourds. En plus des déchets urbains solides, les eaux usées notamment celles industrielles sont des sources de contamination en métaux lourds des sols. De nombreuses études ont évalué les teneurs en métaux lourds des sols irrigués par les eaux usées. Ainsi, les études de SAWADOGO et *al.* (2019) a révélé des teneurs élevés en plomb (193ppm) dans des sols irrigués par des eaux usées industrielles à Ouagadougou (site de Kossodo). Au Zimbabwe, des sols agricoles de Harare irrigués à l'eau usée brute sur 10 ans contenaient des métaux lourds dont le cadmium et le plomb avec des teneurs variant de 0,5 à 3,4 et 4 à 59 mg.kg⁻¹ respectivement (MAPANDA et *al.*, 2005). Les teneurs en cadmium des sols agricoles au sud de Téhéran en Iran variaient de 1,3 à 2,8 ppm (HARATI et *al.*, 2011). Selon MAPANDA et *al.* (2005), l'utilisation à long terme des eaux usées pour l'irrigation poserait le problème de l'enrichissement du sol en métaux lourds. La

présente étude a révélé que la majorité des producteurs interviewés exploitaient les parcelles depuis au moins 10 ans avec une utilisation des déchets urbains comme source d’approvisionnement en eau ou comme source d’amendement. Cette longue utilisation favoriserait une accumulation des métaux lourds dans le sol qui pourrait être assimilés par les plantes. SOMDA et *al.* (2019) ont trouvé des métaux lourds dont le cadmium et le plomb avec des teneurs de 1,27 à 2,93 mg.kg⁻¹ et 1,32 à 1,69 mg.kg⁻¹ respectivement dans la laitue cultivée sur les sols des sites de Paspanga et Tanguin à Ouagadougou. L’adoption de bonnes pratiques de traitement des déchets urbains avant leur application serait un plus dans la réduction de la contamination des sols en métaux lourds. La majorité des acteurs ont reçu des formations sur les techniques de compostage des déchets et de bonnes pratiques agricoles. Cependant ils avouent que la mise en œuvre de ces techniques est fastidieuse et nécessite des dispositifs et espaces qui ne sont parfois pas disponibles.

Conclusion

L’étude sur les pratiques d’utilisation des déchets urbains dans les villes de Ouagadougou et de Bobo-Dioulasso au Burkina Faso, a révélé que les déchets urbains sont utilisés comme amendement et comme source d’irrigation. Les déchets urbains apportés aux sols sont essentiellement les ordures ménagères, municipales et industrielles, les déchets des abattoirs et les eaux usées. La majorité des producteurs de Bobo-Dioulasso procède au tri des ordures avant leur application. Très peu de producteurs de Ouagadougou procèdent au tri. La plupart des producteurs utilisant les déchets urbains sont non scolarisés. Pour ceux scolarisés, le niveau de scolarisation est le primaire. L’utilisation des déchets urbains pourrait contribuer à renforcer les besoins en matière organique des sols. Cependant leur utilisation doit être soumise au tri et au compostage pour les déchets urbains, à un traitement préalable des eaux usées industrielles afin de minimiser les risques sanitaires et environnementales. Pour ce faire des actions de sensibilisation et de formation devront être menées auprès des producteurs afin de les familiariser avec les bonnes pratiques d’utilisation des déchets urbains en agriculture. En outre, des actions d’interpellation doivent être menées auprès des industries pour le respect des normes de rejet des eaux usées et leur prétraitement avant leur rejet. Ces actions permettraient de préserver l’environnement, la santé des producteurs qui sont en contact avec ses déchets et la santé des consommateurs. Une attention particulière doit être accordée aux producteurs maraichers pour un meilleur encadrement car ces acteurs produisent des denrées qui sont consommées parfois crues d’où le risque très élevé de contamination de l’organisme par les métaux lourds.

Références bibliographiques

- AGBONLAHOR M. U., MOMOH S. and DIPEOLU A. O., 2007. Urban Vegetable Crop Production and Production Efficiency. *International Journal of Vegetable Science*, 13:2, 63-72, http://dx.doi.org/10.1300/J512v13n02_06.
- ANTWI-AGYEI P., PEASEY A., BIRAN A., BRUCE J. and ENSINK J., 2016. Risk Perceptions of Wastewater Use for Urban Agriculture in Accra, Ghana. *PLoS ONE* 11 (3): e0150603. doi:10.1371/journal.pone.0150603.

BAIZE D., COURBE C., SUC O., SCHWARTZ C., TERCE M., BISPO A., STERCKMAN T. et CIESIELSKI H., 2006. Epanchages de boues d'épuration urbaines sur des terres agricoles : impacts sur la composition en éléments en traces des sols et des grains de blé tendre. Courrier de l'environnement de l'INRA, n°53, pp.35-61. <hal-01199208>.

BODJONA M. B., KILI K. A., TCHEGUENI S., KENNOU B., TCHANGBEDJI G. et EL MERAY M., 2012. Evaluation de la quantité des métaux lourds dans la décharge d'Agoè (Lomé-Togo) : cas du plomb, cadmium, cuivre, nickel et zinc. Int. J. Biol. Chem. Sci. 6(3): 1368-1380, June 2012. <http://ajol.info/index.php/ijbcs>, DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v6i3.38>.

COMPAORÉ E., FROSSARD E., SINAJ S., FARDEAU J.-C. and MOREL J.-L., 2003. Influence of Land-Use Management on Isotopically Exchangeable Phosphate in Soils from Burkina Faso. Communications in soil science and plant analysis, Vol. 34, Nos. 1 & 2, pp. 201–223.

COMPAORÉ E., NANEMA L. S., BONKOUNGOU S., SEDOGO M. P., 2010a. 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: p 2076-2083.

COMPAORÉ E. et NANEMA L. S., 2010b. Compostage et qualité du compost de déchets urbains solides de la ville de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. Tropicultura, volume 28, numéro 4, 232-237.

FAO. 2012. « Growing greener cities in Africa ». First status report on urban and peri-urban horticulture in Africa. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. 111 p.

FARINET J.L. et NIANG S., 2005. Le recyclage des déchets et effluents dans l'agriculture urbaine. Doc (S) 707. www.idrc.ca/home/indrcpublication/indrcbooksonline/allourbooks/developpement_durable_de_l_agriculture_en_Afrique_francophone. Mars 2006.

KABORE W.T.T., 2004. Impact de l'apport des déchets urbains solides non triés sur les potentialités agronomiques des sols : Cas de l'agriculture péri-urbaine de Ouagadougou. Mémoire d'Ingénieur du Développement Rural. Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso (UPB). Institut du Développement Rural (IDR), 91 p.

KABORE T.T., HIEN E., ZOMBRE P., COULIBALY A., HOUOT S. et 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. Biotechnology. Agron. Soc. Environ.15(2),271-286.

KAKAI H.F., KAKAI A.G. et TOHOUEGNON A.G., 2010. « Agriculture urbaine et valorisation des déchets au Bénin : une approche de développement durable », *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Volume 10 numéro 2 | septembre 2010, mis en ligne le 29 septembre 2010, consulté le 13 juillet 2020. URL : <http://journals.openedition.org/vertigo/9994> ; DOI : <http://sci-hub.tw/10.4000/vertigo.9994>.

HARATI M., POUR VARAVI M., RASTEGAR M. T. and FOGHI B., 2011. Effect of urban wastewater usage and problems of accumulation of heavy metals in agricultural lands. Review, African Journal of Agricultural Research Vol. 6(14), pp. 3224-3231.

KAO T., EL MEJAHED K. et BOUZIDI A., 2007. Evaluation de la pollution métallique dans les sols agricoles irrigués par les eaux usées de la ville de Settat (Maroc). Bulletin de l'Institut

Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie, n°29, 89-92.

KARIKARI A. Y., ASANTE K. A. and BINEY C. A., 2006. Water Quality Characteristics at the Estuary of Korle Lagoon in Ghana. *West African Journal of Applied Ecology*. Vol. 10 N°1. 12 pp <https://doi.org/10.4314/wajae.v10i1.45700>.

KEDOWIDE C.M.G., SEDOGO M.P., CISSE G., 2010. Dynamique spatio-temporelle de l'agriculture urbaine à Ouagadougou : Cas du Maraîchage comme une activité montante de stratégie de survie. *Vertigo la revue électronique en sciences de l'environnement*. Volume 10 numéro 2.p 1-21.

KENMOGNE G.R.K., ROSILLON F., MPAKAM H.G. et NONO A., 2010. « Enjeux sanitaires, socio-économiques et environnementaux liés à la réutilisation des eaux usées dans le maraîchage urbain : cas du bassin versant de l'Abiergué (Yaoundé-Cameroun) », *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Volume 10 numéro 2 | septembre 2010, mis en ligne le 30 septembre 2010, consulté le 13 juillet 2020. URL : <http://journals.openedition.org/vertigo/10323> ; DOI : <http://sci-hub.tw/10.4000/vertigo.10323>.

MAPANDA F., MANGWAYANA E. N., NYAMANGARA J., GILLER K.E., 2005. The effect of long-term irrigation using wastewater on heavy metal contents of soils under vegetables in Harare, Zimbabwe. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 107 (2005) 151–165.

MENCH M. et BAIZE D., 2004. Contamination des sols et de nos aliments d'origines végétale par les éléments en traces : mesure pour réduire l'exposition. In *courrier de l'environnement de l'INRA*, n°52.p 31-56.

MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DE LA SECURITE ALIMENTAIRE. 2013. Terme de référence pour l'atelier sectoriel. Thème « Quelles stratégies de renforcement de la résilience des populations faces aux changements climatiques pour une sécurité alimentaire durable ».

MOURIA B., OUAZZANI-TOUHAMI A., DOUIRA A., 2013. Isolement et identification de la mycoflore du compost des déchets urbains solides. « *Nature & Technologie* ». C- Sciences de l'Environnement, n° 09/Juin 2013. Pages 13 à 28.

NARE R. W. A., SAVADOGO P. W., GNANKAMBARY Z., NACRO H. B., SEDOGO M. P., 2015. Analyzing Risks Related to the Use of Pesticides in Vegetable Gardens in Burkina Faso. *Agriculture, Forestry and Fisheries*. Vol. 4, No. 4, 2015, pp. 165-172. DOI: 10.11648/j.aff.20150404.13.

ONDO J. A., 2011. Vulnérabilité des sols maraîchers du Gabon (région de Libreville) : acidification et mobilité des éléments Métalliques. Thèse de Doctorat, Science de l'environnement terrestre, Université de Provence, 304 p.

OUEDRAOGO D., 2007. Les dynamiques démographiques (Atlas de l'intégration régionale en Afrique de l'Ouest), Série Population. CEDEAOCSAO/OCDE.

OUEDRAOGO R. A., KAMBIRE F. C., KESTEMONT M.-P. et BIELDERS C. L., 2019. Caractériser la diversité des exploitations maraîchères de la région de Bobo-Dioulasso au Burkina Faso pour faciliter leur transition agro écologique. *Cahiers Agricultures*. 2019, 28, 20. <https://doi.org/10.1051/cagri/2019021>.

SAWADOGO J., COULIBALY P. J.-A., LEGMA, J. B., MOUTARI, S. K., et BOUGOUMA, M., 2019. Caractérisations physico-chimiques des sols irrigués par les eaux usées brutes d'origines industrielles. *Afrique Science* 15(2) (2019) 226 – 237.

SEDOGO M.P., 1993. Evolution des sols ferrugineux lessivés sous culture : incidence des modes de gestion sur la fertilité. Thèse de Doctorat d'Etat ès Sciences Naturelles, FAST/Université Nationale de Côte d'Ivoire, 345 p.

SOMDA M. K., SAMAKE S., KABORE D., NIKIEMA M., MOGMENGA I., DABIRE Y., OUATTARA A., KEITA I., MIHIN H. B., AKAKPO, A. Y. and TRAORE, A. S., 2019. Assessment of Heavy Metals and Microbial Pollution of Lettuce (*Lactuca sativa*) Cultivated in Two Sites (Paspanga and Tanghin) of Ouagadougou, Burkina Faso. *Journal of Environmental Protection*, 10, 454-471. <https://doi.org/10.4236/jep.2019.103026>.

TEMGOUA E., NGNIKAM E., DAMENI H. et KOUEDEU KAMENI G. S., 2014. Valorisation des ordures ménagères par compostage dans la ville de Dschang, Cameroun. *TROPICULTURA*, 2014, 32, 1, 28-36.

THOMBIANO L. and GNANKAMBARY Z., 2000. The amendment of Leptosols with urban wastes for crops and vegetables production in the area of Ouagadougou (Burkina Faso). First International Conference on Soils Urban, Industrial Traffic and Mining Areas. Proceeding, Vol. 1. The unknown urban soil, detection, resources and faces. University of Essen, Germany, July 12-18, 2000. pp : 335-338.

YE L., 2007. Caractérisation des déchets urbains solides utilisables en agriculture urbaine et périurbaine : cas de Bobo-Dioulasso, mémoire de DEA, Science du sol, Université Polytechnique de Bobo Dioulasso (Burkina Faso), 48p.

Remerciements

Nos remerciements vont à l'endroit des producteurs maraichers et céréaliers des sites d'enquêtes pour leur collaboration. Cet article rend hommage à Ouattara Yacouba, chercheur à l'IRSAT, qui a contribué à la réalisation de ce travail et qui nous a quitté le 20 octobre 2020.