

Cartographie et analyse de la distribution des dépotoirs sauvages de déchets solides ménagers dans les centres urbains du Nord-Bénin : cas des villes de Parakou, Djougou, Kandi et Malanville

Sanni BABIO¹ et Christophe Sègbè HOUSSOU²

¹ *Laboratoire d'Etudes des Dynamiques Urbaine et Régionale /DGAT/FLASH/UAC, 01 BP 526 Cotonou, Bénin*

² *Laboratoire Pierre PAGNEY "Climat, Eau, Ecosystèmes et Développement" (LACEEDE/UAC), BP 922, Abomey-Calavi, Bénin*

* Correspondance, courriel : sbabio@yahoo.fr

Résumé

La distribution des dépotoirs sauvages de déchets solides ménagers a été cartographiée et analysée dans les villes de Parakou, Djougou, Kandi et Malanville au nord du Bénin à l'aide des outils Système d'Information Géographique (SIG) et de la Statistique. Ainsi, on a observé 3 dépotoirs /km² à Parakou, 7 dépotoirs/km² à Djougou, 11 dépotoirs/km² à Kandi et 12 dépotoirs/km² à Malanville. L'analyse des surfaces des dépotoirs révèle une différence non significative au seuil de 5 % ($p = 0,08$) dans les villes étudiées. Dans l'ensemble, la surface moyenne des dépotoirs est égale à 650,121 m² (+/- 110,069). La plus grande surface moyenne de dépotoirs a été obtenue dans la ville de Parakou (850,66 +/- 173,172 m²) suivie de celle de l'agglomération de Malanville (823,67 +/- 226,179 m²) et de la surface de dépotoirs de la ville de Djougou (744,89 +/- 225,078 m²). S'agissant de la distance séparant les dépotoirs des habitations, une différence très hautement significative au seuil de 0,1 % ($p = 0,000$) a été notée dans les quatre villes étudiées. La distance moyenne qui sépare les dépotoirs des habitations est de 23,964 m (+/- 2,911). Les distances moyennes les plus élevées des habitations ont été obtenues à Parakou et à Djougou et se situent respectivement à 40,603 m (+/- 4,5) et 32,2 m (+/- 5,8) des habitations. Les dépotoirs des villes de Malanville et de Kandi sont ceux qui sont très proches des habitations et se situent à des distances moyennes respectives de 7,32 m (+/- 5,88) et 15,72 m (+/- 6,81) des habitations.

Mots-clés : *déchets, Parakou, Djougou, Kandi, Malanville.*

Abstract

Mapping and analysis of the distribution of wild dumpsites of household solid waste in urban centers of the North Benin: case of the cities of Parakou, Djougou, Kandi and Malanville

The distribution of wild dumpsites of household solid waste has been mapped and analyzed in the cities of Parakou, Djougou, Kandi and Malanville in northern of Benin using tools Geographic Information System (GIS) and Statistics. Three dumpsites / km² in Parakou, 7 dumpsites / km² in Djougou, 11 dumpsites / km² in Kandi and 12 dumpsites / km² in Malanville were identified.

The analysis of the dump surfaces reveals a difference not significant at the 5 % threshold ($p = 0.08$) in the studied cities. Overall, the average area of landfills is equal to 650.121 (110.069 +/-) sqm. The largest average surface dumps was obtained in the city of Parakou (850.66 +/- 173.172 m²) followed by the agglomeration of Malanville (823.67 +/- 226.179 m²) and the surface dumps the city of Djougou (744.89 +/- 225.078 m²). Considering the distance between the dumps houses, a very highly significant difference at 0.1 % level ($p = 0.000$) was observed in the four cities studied. The average distance between landfills homes is 23.964 (+/- 2,911 m). The highest average distances of dwellings were obtained in Parakou and Djougou and are respectively 40.603 (+/- 4.5) m and 32.2 (+/- 5.8) m homes. Dumps in the cities of Kandi and Malanville are those who are very close to houses and are at respective average distances of 7.32 (+/- 5.88) and 15.72 m (+/- 6.81) meters of housing.

Keywords : *waste, Parakou, Djougou, Kandi, Malanville.*

1. Introduction

La gestion des déchets en général, et celle des déchets solides municipaux en particulier, constitue un des principaux défis auquel sont confrontées nos sociétés, du Nord comme du Sud [1]. Au Bénin, « tout dépôt d'immondice, ou de détritrus sur les trottoirs, chaussées, rues et places publiques est interdit » [2]. De même « les dépôts de ferrailles, vieux véhicules, vieux fûts, les dépôts d'ordures, d'immondices de décombres et gravats sont interdits sur les voies publiques, les terrains clos ou non ». Malgré cet arsenal législatif, la collecte primaire des déchets ménagers n'est toujours pas encrée dans les habitudes des populations béninoises. En effet, selon [3], 10 % seulement des déchets produits au Bénin sont pré collectés et mis en décharge. Ces données sont corroborées par les résultats du troisième recensement général de la population et de l'habitat [4] selon lesquels, 78 % de la population rejetait ses déchets dans la nature ou simplement hors de la maison. Cette situation traduit les difficultés des autorités locales des villes de Parakou, Djougou, Kandi et Malanville à assurer la pré collecte, la collecte, le transport et l'élimination des déchets produits par les ménages. Si la collecte primaire est assurée par les organisations non gouvernementales dans quelques quartiers de Parakou [5], la collecte secondaire sous la responsabilité des services techniques des mairies est quasiment absente par manque de matériel roulants adaptés. Du coup les points de regroupements provisoires deviennent des véritables décharges en plein cœur des villes. Pour les ménages non abonnés au système de précollecte, les ruelles, les parcelles non bâties et les bas-fonds constituent des déversoirs pour les ordures de toutes les natures. Ces décharges sauvages offrent des conditions bio-écologiques favorables au développement de germes pathogènes responsables de nombreuses maladies [6-8]. L'objectif de ce travail est de cartographier les dépotoirs sauvages de déchets solides ménagers (DSM) dans les villes de Parakou, Djougou, Kandi et Malanville, d'analyser leur distribution afin d'alerter les autorités locales et les populations sur les risques liés à cette situation.

2. Matériel et méthodes

2-1. Milieu d'étude

Les villes de Parakou, Djougou, Kandi et Malanville font partie des principaux centres urbains du nord-Bénin.

2-1-1. La ville de Parakou

Située entre 9°18'15" et 9°24'35"N et entre 2°34' et 2°40', la ville de Parakou (**Figure 1**) est le plus grand centre urbain du nord-Bénin.

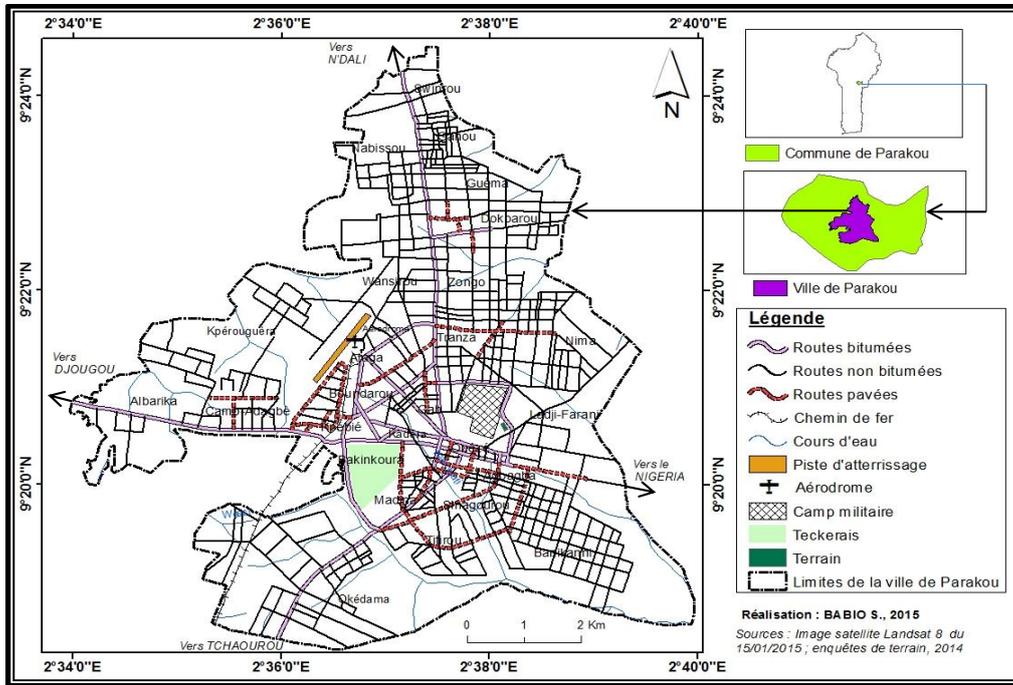


Figure 1 : Situation géographique de la ville de Parakou

Chef-lieu des départements du Borgou/Alibori, Parakou constitue un important centre administratif, bancaire, industriel et universitaire du nord-Bénin. Elle se classe troisième dans la hiérarchie des principales villes du Bénin après Cotonou et Porto-Novo. Sa population en 2013 était de 25478 habitants [9], d'où l'importance des rejets de déchets que les autorités locales ont du mal à éliminer. La ville jouit d'un climat tropical humide de type continental, dominé par une saison des pluies et une saison sèche. Les températures moyennes mensuelles oscillent entre 25 et 31 °c.

2-1-2. La ville de Djougou

Djougou est une ville située dans la partie Nord-Ouest du Bénin entre 9°41'10" et 9°43'35"N et entre 1°38'40" et 1°41'20"E (**Figure 2**). Elle est le chef-lieu de la commune du même nom et du département de la Donga. C'est une ville carrefour et de transit située sur les principaux axes routiers menant vers le Togo, le Burkina-Faso et le Niger. Selon les données de [9], la population de la ville de Djougou en 2013 était évaluée à 94773 habitants. La ville bénéficie d'un climat soudano-guinéen marqué par des précipitations moyennes annuelles qui varient entre 1 000 et 1 500 mm. Cette importante pluviométrie est un facteur favorable à la décomposition des déchets organiques et par conséquent à la multiplication des vecteurs.

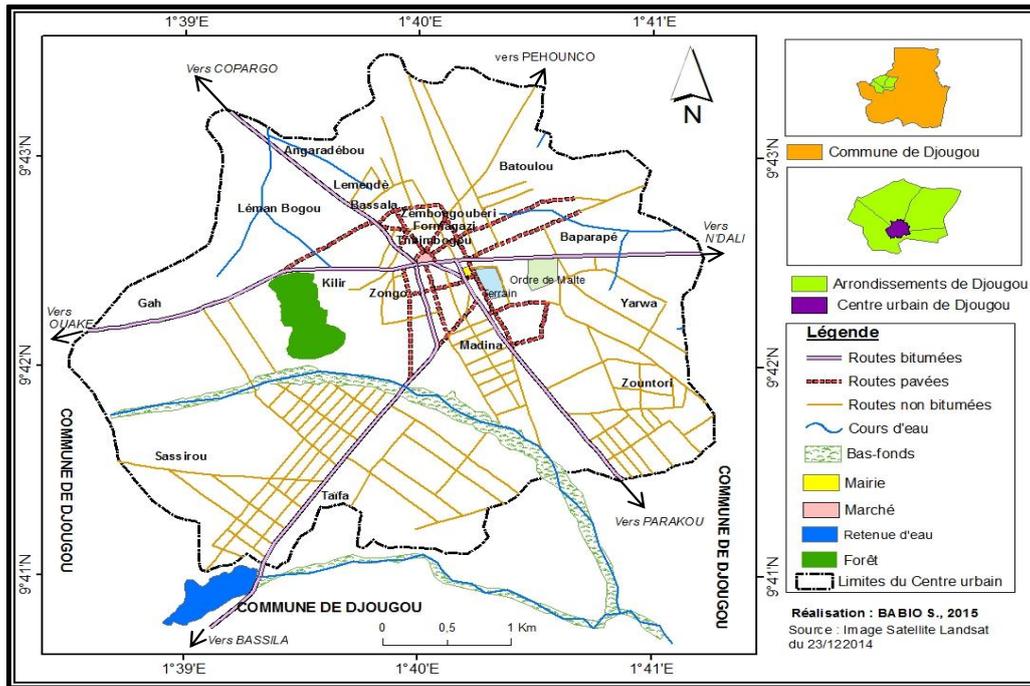


Figure 2 : Situation géographique de la ville de Djougou

2-1-3. La ville de Kandi

Elle est une ville du nord-Bénin située entre 2°54'57" et 2°57'4" E et entre 11°6'56" et 11°8'533" N (Figure 3). Son climat est du type soudanien caractérisé par deux saisons (pluvieuse et sèche) bien tranchées avec des hauteurs annuelles de pluie qui varient considérablement entre 700 et 1150 mm. En 2013, la population de la ville était estimée à 56037 habitants [9].

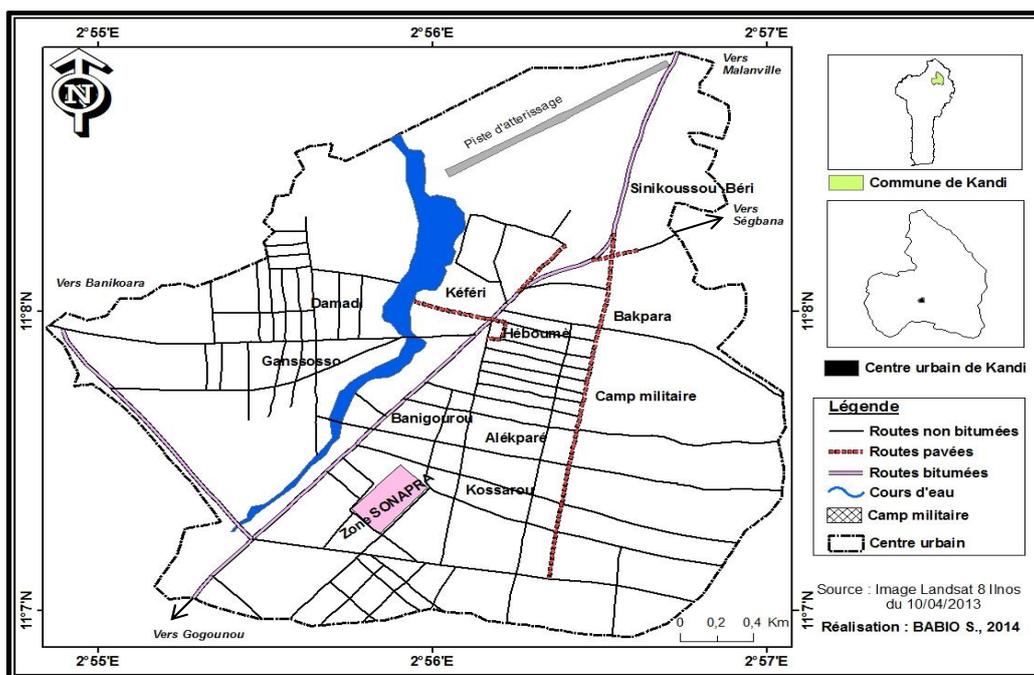


Figure 3 : Situation géographique de la ville de Kandi

2-1-4. La ville de Malanville

La ville de Malanville est située à l'extrême Nord du Bénin dans le département de l'Alibori entre 11°50'18" et 11°52'10"N et 3°22'20" et 3°24'18"E (Figure 4). Cette ville carrefour constitue un important pôle économique et abrite le deuxième marché international du Bénin après Dantokpa à Cotonou. Sa population en 2013 était estimée à 64639 habitants. Son climat est de type soudano-sahélien avec une saison sèche de novembre à avril et une saison pluvieuse de mai à octobre. Les hauteurs moyennes annuelles de pluies oscillent autour de 750 mm. Les températures sont très élevées avec des amplitudes thermiques pouvant atteindre 25°C. Au plan pédologique, les sols sont de types sablo-argilo et ferrugineux et alluviaux sablo-limoneux très perméables à l'infiltration du lixiviat.

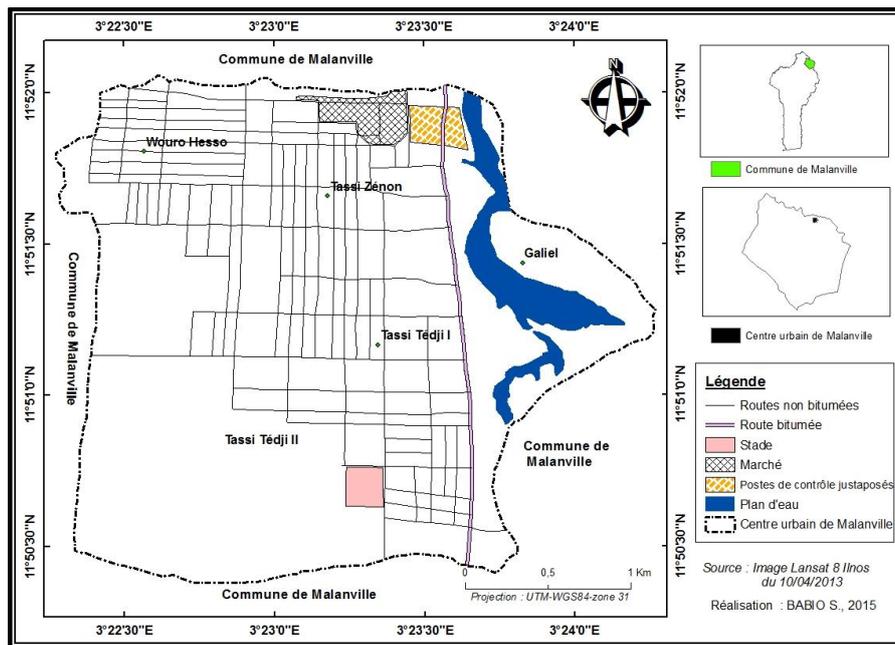


Figure 4 : Situation géographique de la ville de Malanville

2-2. Collecte des données

La procédure adoptée pour l'identification des sites de dépotoirs sauvages a été un quadrillage systématique des villes étudiées. Les informations collectées auprès des structures de pré-collecte ont permis de visiter les rues, les espaces non bâtis et les habitations en ruines afin d'identifier de dépotoirs d'immondices. A l'aide d'un GPS, les coordonnées géographiques de chaque site ont été prises. Outre les coordonnées, les distances entre les dépotoirs et les habitations, ont été mesurées à l'aide du GPS. Par ailleurs le tracking autour des dépotoirs de DSM au moyen de GPS a permis de calculer leurs surfaces. D'autres attributs ont été aussi constitués pour caractériser la position géographique de chaque dépotoir. Il s'agit de localisation du dépotoir :

- ✓ aux bords des rues ;
- ✓ sur parcelles non bâties ;
- ✓ à proximité d'une école ;
- ✓ à proximité d'une source d'eau ;
- ✓ sur un bas-fond ;
- ✓ à proximité d'un marché, d'une buvette ; ou d'un restaurant.

Une grille d'observation a été conçue pour signaler la présence ou l'absence de ces attributs. Un score de un (1) point est donné pour la présence et zéro (0) pour son absence.

2-3. Traitement des données

Toutes les variables utilisées ont été codées afin de faciliter leur traitement par le logiciel IBM Spss statistics 21. Les sites dépotoirs de déchets inventoriés ont été représentés sur des cartes pour chaque ville. Les distances entre dépotoirs et habitations la plus proche ont été analysées. Les moyennes obtenues ont été comparées par le test de SNK (Student-Newmann-Keuls) avec un intervalle de confiance de 95 %. La même opération a été aussi réalisée avec les surfaces des dépotoirs. Par ailleurs, le test de khi2 [10] a été utilisé pour apprécier l'existence ou non de relation statistiquement significative entre les variables relatives à la position géographique des dépotoirs et la présence ou l'absence de ces dépotoirs de DSM.

3. Résultats

3-1. Distribution des dépotoirs sauvages de déchets solides ménagers

3-1-1. Les sites de dépotoirs de déchets à Parakou

Les enquêtes réalisées dans la ville de Parakou ont permis d'inventorier 3 dépotoirs/km². Au total, 174 dépotoirs sauvages de DSM (*Figure 5*) d'au moins 50 m² ont été identifiés.

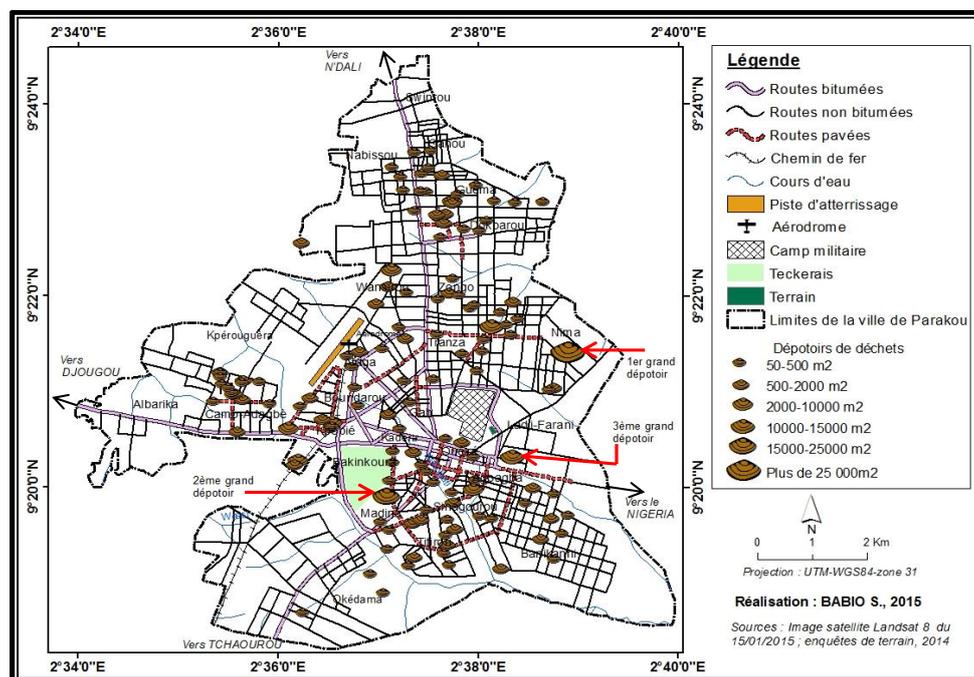


Figure 5 : Dépotoirs sauvages de DSM d'au moins 50 m² à Parakou

Les grandes concentrations de dépotoirs sauvages sont observées dans les quartiers Camp Adagbè, Zongo, Dokparou, Guèma, Kadéra, Agbagba, Goromosso, Banikanni, Sinagourou et Titirou. La présence de ces dépotoirs s'explique par le fait que la majorité des ménages (63,04 %) à Parakou continuent d'évacuer leurs ordures dans la nature devant le regard impuissant des autorités locales.

3-1-2. Les sites de dépotoirs de déchets à Djougou

A Djougou cent trois (103) sites de dépotoirs de DSM (**Figure 6**) ont été identifiés. Une densité moyenne de 7 dépotoirs/km² a été observée dans cette ville. Les quartiers les plus insalubres en termes de présence des dépotoirs sont : Baparapé, Tintimbogou, Fomagazi, Bassala, Lémandè, Batoulou et le nord de Taïfa. Les difficultés de la mairie face à la question de l'hygiène publique et la réticence de certains responsables de ménages à faire évacuer leurs déchets par les organisations non gouvernementales de précollecte, sont en grande partie à l'origine de présence des dépotoirs sauvages de DSM dans cette ville.

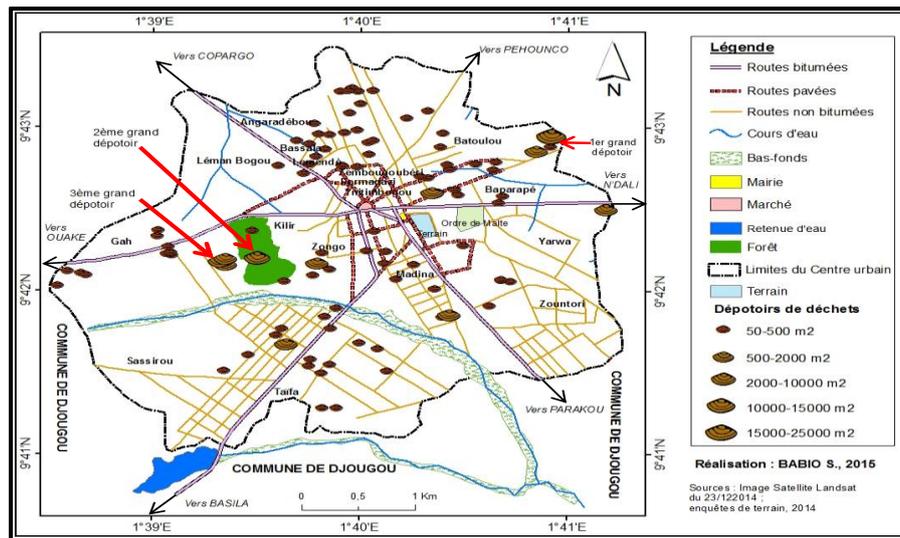


Figure 6 : Dépotoirs sauvages de DSM d'au moins 50 m² à Djougou

3-1-3. Les sites de dépotoirs de déchets à Kandi

Une densité de 11 dépotoirs/km² a été observée dans la ville de Kandi. En effet, sur une superficie d'environ 9,52 km², soixante-seize (76) sites de dépotoirs de DSM (**Figure 7**) ont été identifiés.

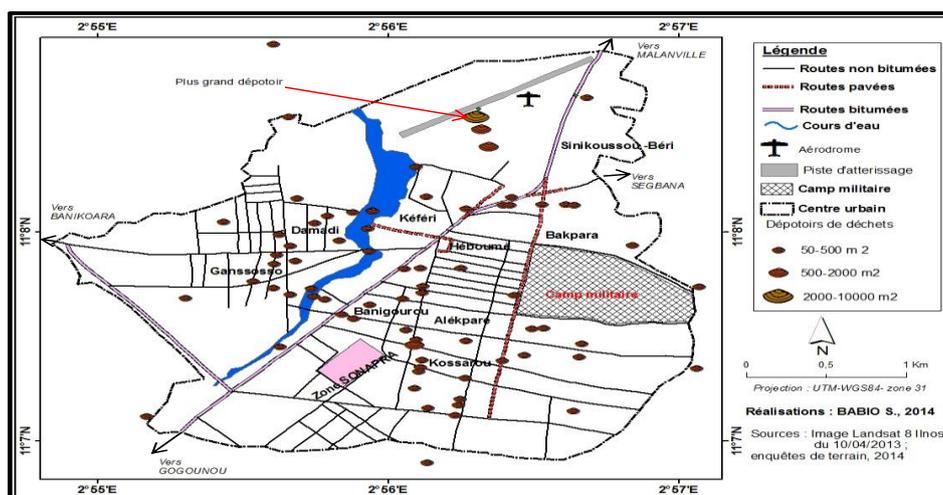


Figure 7 : Dépotoirs sauvages de DSM d'au moins 50 m² à Kandi

Les quartiers Kéféri, Kossarou, Banigourou, Gansosso et Damadi abritent le plus grand nombre de dépotoirs sauvages.

3-1-4. Les sites de dépotoirs de déchets à Malanville

Cent deux (102) sites de dépotoirs de déchets ont été identifiés à Malanville (**Figure 8**) sur un espace de 8,19 km², soit une densité de 12 dépotoirs/km². Presque tous les quartiers sont insalubres du point de vue présence des dépotoirs de déchets. Il s'agit de Tassi-Tédji, Tassi Zénon et Galiel.

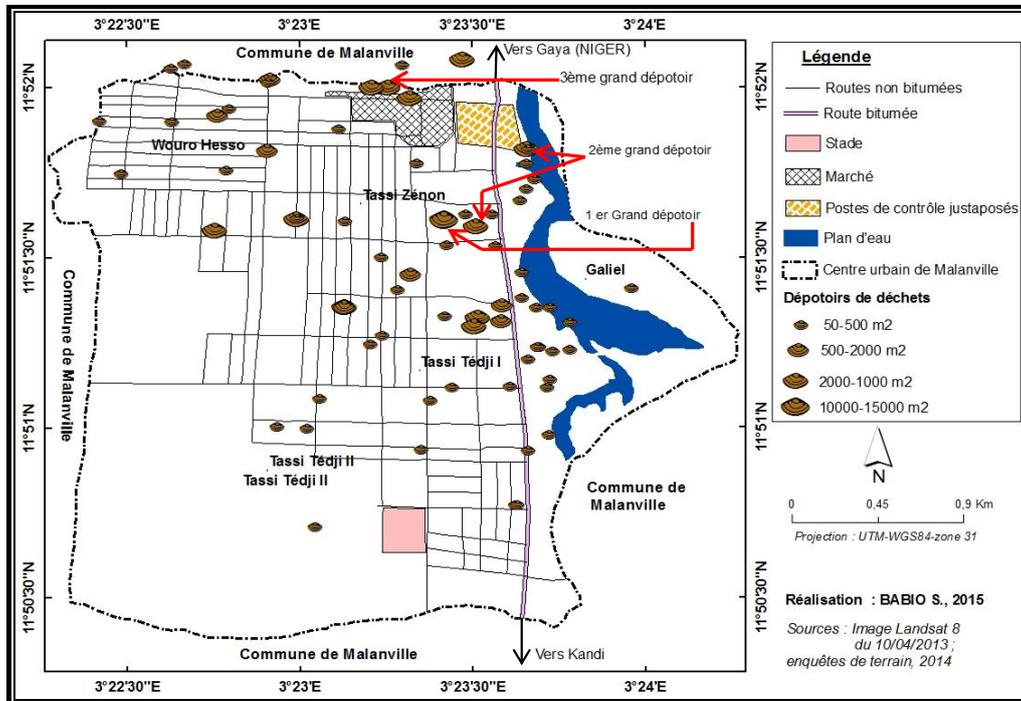


Figure 8 : Dépotoirs sauvages de DSM d'au moins 50 m² dans la ville de Malanville

3-2. Analyse des superficies des dépotoirs et leurs distances aux habitations

La surface des dépotoirs ainsi que la distance entre dépotoirs et habitations (DDHT) ont été comparées entre les villes de Djougou (DDJ), Kandi (DKD), Malanville (DML) et Parakou (DPK). Le test t de student (**Tableau 1**) utilisé révèle une différence non significative au seuil de 5 % pour les surfaces des dépotoirs ($p = 0,08$) dans les centres urbains de Parakou, Djougou, Kandi et Malanville. Dans l'ensemble, la surface moyenne des dépotoirs est égale à 650,121 m² (+/- 110,069). La plus grande surface moyenne de dépotoirs (**Figure 5**) a été obtenue dans la ville de Parakou (850,66 m²) (+/- 173,172) suivie de celle de l'agglomération de Malanville (823,67 m²) (+/- 226,179) et de la surface de dépotoirs de la ville de Djougou (744,89 m²) (+/- 225,078). La plus petite surface moyenne de dépotoirs a été obtenue dans la ville de Kandi (287,827 m²) (+/- 262,026). A Parakou, les trois plus grands dépotoirs (**Figure 5**) en terme d'importance de part, leurs étendues sont ceux de Nima (26642 m²), de Bakinkoura (16864 m²) au bord de la voie pavée longeant la limite Est du Service des Eaux Forêts et Chasse et celui de Ladji-Farani (12854 m²) au cœur de la ville, derrière le CEG Hubert MAGA entre la place Bio GUERRA et l'Université de Parakou. Dans la ville Les de Djougou, le plus vaste dépotoir (20 922 m²) se situe dans le quartier Baparapé à l'Est de la ville à la fin de la voie pavée allant du marché au cimetière (**Figure 6**). Les autres grands dépotoirs par ordre d'importance se trouvent à l'intérieur (14884 m²) et à l'entrée (6826 m²) de la forêt de Kilir. A Kandi le plus grand dépotoir (**Figure 7**) fait 9081,69 m² et se situe dans le quartier Kéféri, au nord du CEG1. Les trois plus grands dépotoirs de Malanville (**Figure 8**) se situent dans le quartier Tassi Zénon. Ils mesurent respectivement 10041 m², 5596 m² et 5342,6 m².

Tableau 1 : Moyennes et erreurs types de la surface des dépotoirs et de la distance qui sépare les dépotoirs aux habitations dans les villes d'étude

Paramètres	Dépotoirs	Moyennes	Erreurs types	ddl	Significativité
Surfaces des dépotoirs	DDJ	744,896	225,078	3	0,08*
	DKD	287,827	262,026		
	DML	823,677	226,179		
	DPK	850,662	173,172		
DDHT	DDJ	32,203a	5,854	3	0,000***
	DKD	15,724b	6,815		
	DML	7,324b	5,882		
	DPK	40,603a	4,504		

* : Différence significative au seuil de 5 % ; *** : Différence significative au seuil de 0,1 % ;

Les moyennes par ligne des différents paramètres entre villes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % suivant le test t de Student et Newman-Keuls.

S'agissant de la distance séparant les dépotoirs des habitations, une différence très hautement significative au seuil de 0,1 % ($p = 0,000$) a été notée dans les quatre villes étudiées. La distance moyenne qui sépare les dépotoirs des habitations est de 23,964 m (+/- 2,911). Les distances moyennes les plus élevées des habitations ont été obtenues à Parakou et à Djougou et se situent respectivement à 40,603 m (+/- 4,5) et 32,2 m (+/- 5,8) des habitations. Les dépotoirs des villes de Malanville et de Kandi sont ceux qui sont très proches des habitations (**Figure 9**) et se situent à des distances moyennes respectives de 7,32 m (+/- 5,88) et 15,72 m (+/- 6,81) des habitations. Le **Tableau 1** présente les moyennes des différents paramètres étudiés par ville.

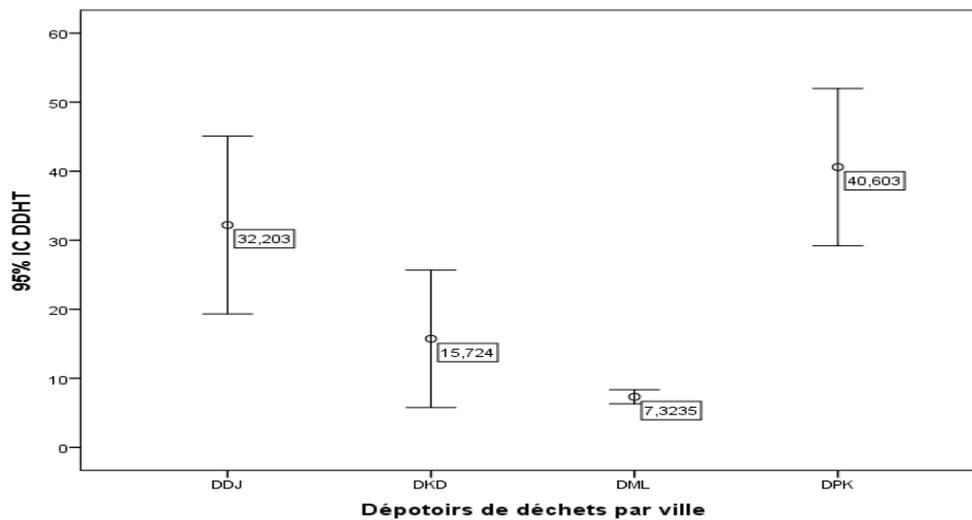


Figure 9 : Distances moyennes des dépotoirs aux habitations et les intervalles de confiance de leurs justifications

La distance la plus proche entre les dépotoirs et les habitations à Parakou est de 2 m. Par contre, le dépotoir le plus éloigné est à 697 m. A Djougou les distances minimales et maximales entre les dépotoirs et les habitations sont respectivement de 2 m et de 342 m. Les dépotoirs identifiés à Kandi se situent à 1 m des habitations pour les plus proches et à 368 m pour le plus éloigné. A Malanville, tous les dépotoirs inventoriés sont situés entre 3 m et 32 m des habitations.

3-3. Analyse qualitative de la localisation des dépotoirs de déchets

La position d'un dépotoir de déchets dans un centre urbain est une donnée capitale. En effet, les dépotoirs situés aux bords des rues, à proximité des écoles, des sources des, marchés, des bars ou des restaurant peuvent être dangereux pour la population à cause des contacts directs possibles. Ils présentent également un danger indirect, car constituant des lieux de prolifération de vecteurs à proximité des habitations. Les variables retenues pour cette analyse sont :

- localisation des dépotoirs aux bords des rues ;
- localisation des dépotoirs sur les parcelles non bâties ;
- localisation des dépotoirs à proximité d'une école ;
- localisation des dépotoirs à proximité d'une source d'eau ; localisation des dépotoirs sur un bas-fond ;
- localisation des dépotoirs à proximité d'un marché, d'un bar ou d'un restaurant.

3-4. Distribution spatiale des dépotoirs aux bords des rues

Les résultats des enquêtes réalisées dans les agglomérations de Parakou, Djougou, Kandi et Malanville sur la présence et l'absence des dépotoirs (*Figure 10*) de déchets aux bords des rues ont montré à 99,99 % une relation très hautement significative entre l'existence des rues et la présence des dépotoirs de DSM ($\chi^2 = 16,753$; DF = 3; P-Value = 0,001 < 0,05).

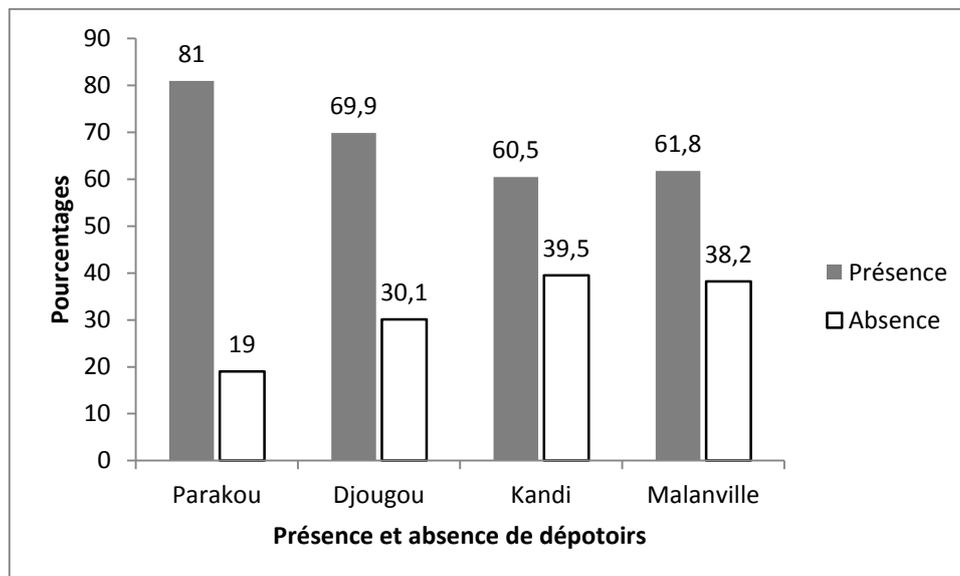


Figure 10 : *Présence et absence des dépotoirs de DSM aux bords des rues dans les villes étudiées*

En effet, la majorité des dépotoirs de DSM à Parakou (81 %), à Djougou (69,9 %), à Kandi (60,5 %) et à Malanville (60,8 %), sont situés à proximité des rues (*photos 1a et 1b*). Cette situation s'explique par l'impuissance des autorités locales à offrir un cadre de vie adéquat aux citoyens. Dans ces conditions, les populations très peu sensibilisées aux impacts liés aux déchets se débarrassent facilement de leurs déchets dans la nuit aux bords des rues pour éviter les regards dissuasifs des riverains dans la journée.



Photo 1a : Déversement des déchets au bord de la rue à Kandi (Source : BABIO S., 2015)



Photo 1b : Dépotoir de déchets au borde la rue menant au portail ouest de l'Université de Parakou (Source : BABIO S., 2015)

3-5. Analyse spatiale des dépotoirs sur les parcelles non bâties

Les parcelles non bâties sont les lieux privilégiés où les populations évacuent leurs déchets dans les centres urbains de Djougou, Kandi, Malanville et Parakou (**Figure 11**). Le test de khi2 réalisé révèle à 100 % un lien associatif statistiquement significatif entre la présence des dépotoirs et l'existence des parcelles vides ($\chi^2 = 48,115$; DF = 3; P-Value = 0,000 < 0,05). Ainsi, que ce soit à Parakou, à Djougou, à Malanville ou à Kandi, la présence des parcelles non bâties, favorise les dépôts illégaux d'ordures. Dans certains cas, ce sont les structures de pré collecte qui sont responsables de la création des dépotoirs anarchiques. En effet, faute de moyens roulants adéquats, les structures de pré collecte utilisent des charrettes à traction humaine ou à dos d'ânes. Ainsi, si les points de regroupements sont trop éloignés des lieux de pré collecte, les charretiers se débarrassent facilement de leurs chargements sur les parcelles non bâties (**photo 2a et 2b**).



Photo 2a : Dépotoir de déchets sur parcelle non bâtie à Parakou (Source : BABIO S., 2015)



Photo 2b : Dépotoir de déchets sur parcelle non bâtie à Malanville (Source : BABIO S., 2015)

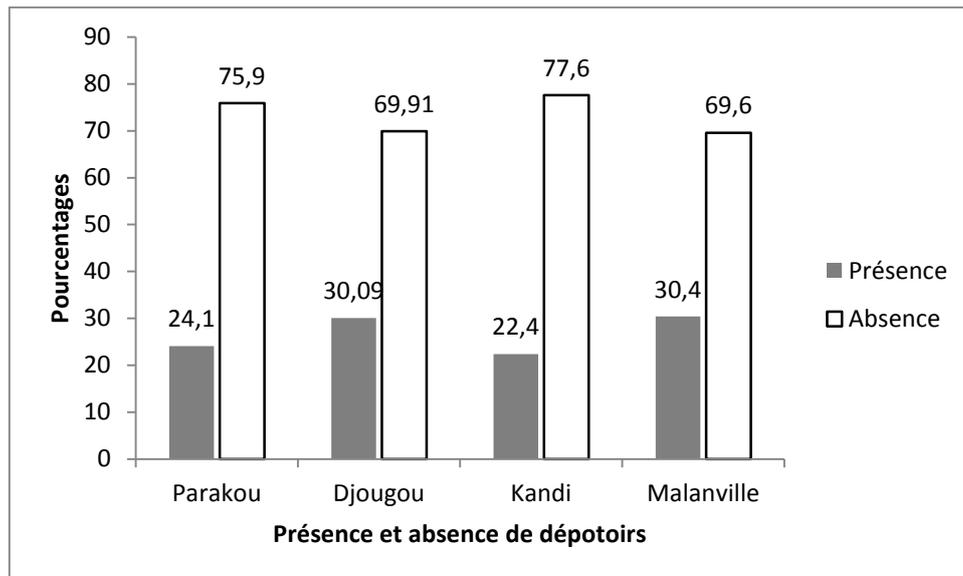


Figure 11 : *Présence et absence des dépotoirs sur les parcelles non bâties*

3-6. Analyse spatiale des dépotoirs à proximité des écoles

Le test de khi2 réalisé à partir des résultats des enquêtes menées dans l'ensemble des villes de Parakou, Djougou, Kandi et Malanville obtenus ne révèle aucun lien statistique significatif entre la proximité des écoles et la présence des dépotoirs de DSM : $\chi^2 = 2,634$; $DF = 3$; $P\text{-Value} = 0,452 > 0,05$. Toutefois, à Malanville et à Djougou un nombre relativement important de dépotoirs de déchets a été observé à proximité des écoles (**Figure 12**). Cela s'explique par l'existence de nombreuses écoles coraniques dans ces deux villes. Or la plupart de ces écoles, faute de moyen sont à ciel ouvert où sont situées sur des lieux peu stimulants à l'apprentissage. A Parakou aussi, 24,1 % des dépotoirs de DSM ont identifié à proximité des écoles (**Photo 3**). En réalité les parcelles non bâties autour de ses établissements sont les lieux qui sont souvent convoités pour l'évacuation des ordures.



Photo 3 : *Dépotoir de déchets sur parcelle non bâtie derrière le CEG Hubert MAGA à Parakou (Source : BABIO S., 2015)*

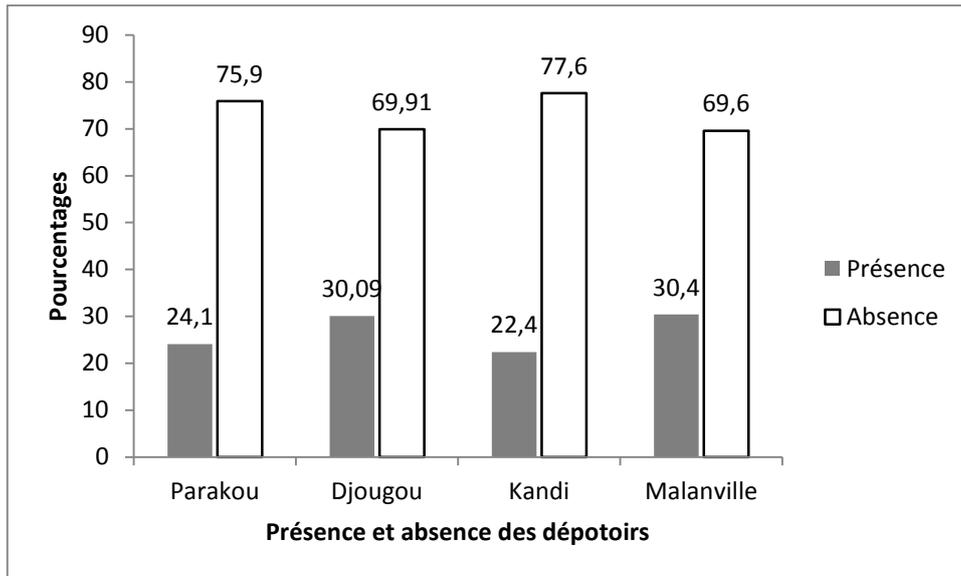


Figure 12 : Présence et absence des dépotoirs à proximité des écoles

3-7. Analyse spatiale des dépotoirs dans les bas-fonds

L'absence des dépotoirs de DSM dans les bas-fonds est significativement plus importante que leur présence ($\chi^2 = 17,394$; $DF = 3$; $P\text{-Value} = 0,001 < 0,05$). En effet, très peu de dépotoirs (Figure 13) de déchets ont été observés sur les bas-fonds dans les villes de Parakou (12,6 %) de Djougou (05,5 %) et de Kandi (09,2 %). Par contre à Malanville, près du quart des dépotoirs sont identifiés sur les bas-fonds (photo 4a et 4b). Cette situation s'explique par la géomorphologie de la ville dominée par les bas-fonds.

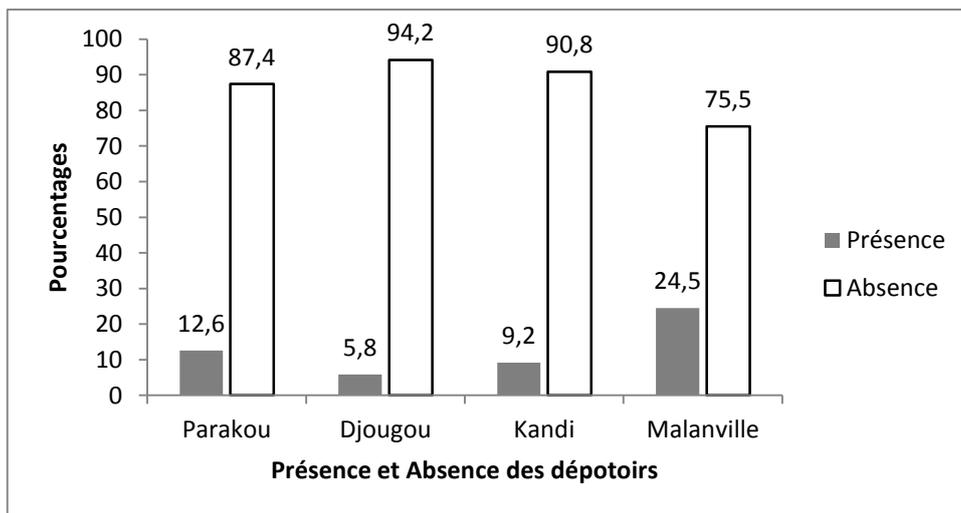


Figure 13 : Présence et absence des dépotoirs sur les bas-fonds



Photo 4a : Dépotoir de déchets sur la berge d'une rivière à Kandi (Source : BABIO S., 2015)



Photo 4b : Déchets dans une rivière à l'Est de la ville de Malanville (Source : BABIO S., 2015)

3-8. Analyse spatiale des dépotoirs à proximité des sources d'eau

Les sources d'eau prises en compte dans cette analyse sont essentiellement les puits, les cours et les plans d'eau. Les résultats des enquêtes menées dans l'ensemble des villes de Parakou, Djougou, Kandi et Malanville montrent que la présence des dépotoirs de DSM à proximité des sources d'eau est significativement moins importante que leur absence ($\chi^2 = 73,660$; $DF = 3$; $P\text{-Value} = 0,000 < 0,05$). C'est à Malanville qu'une proportion relativement élevée des dépotoirs (**Figure 14**) a été observée à proximité des sources d'eau (**Photo 4b**). En effet, la ville est bordée dans sa partie nord par le fleuve Niger et parcourue à l'est par les affluents de la rivière Sota. C'est ce qui explique le nombre relativement élevé de dépotoirs proche des sources d'eau dans cette ville.

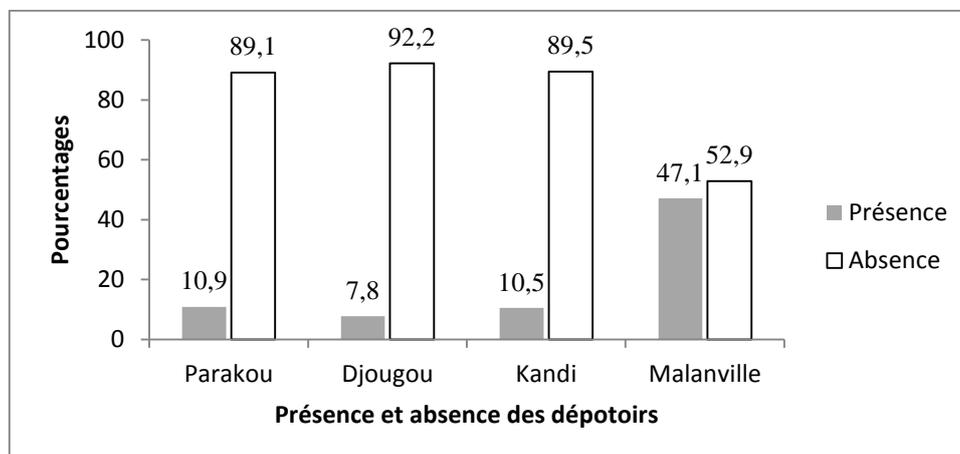


Figure 14 : Présence et absence des dépotoirs à proximités des sources d'eau

3-9. Analyse spatiale des dépotoirs à proximité des marchés, des bars et des restaurants

Les enquêtes effectuées dans les villes étudiées révèlent à 98 % que l'absence des DSM à proximité des marchés, des bars ou des restaurants est significativement plus importante que leur présence ($\chi^2 = 14,405$; $DF = 3$; $P\text{-Value} = 0,002 < 0,05$). Cependant, la présence des dépotoirs de DSM à proximité des marchés, des bars ou des restaurants est plus manifeste à Malanville (43,1 %) et à Parakou (32,18 %) que dans les autres centres urbains (**Figure 15**).

En effet, ces deux villes abritent d'importants marchés internationaux (surtout celui de Malanville) qui, drainent des milliers de populations de l'intérieur du Bénin et des pays limitrophes (Niger, Nigéria, Togo et Burkina-faso). La présence de ces populations en transit entraîne plus de consommation et par conséquent plus de rejet de déchets.

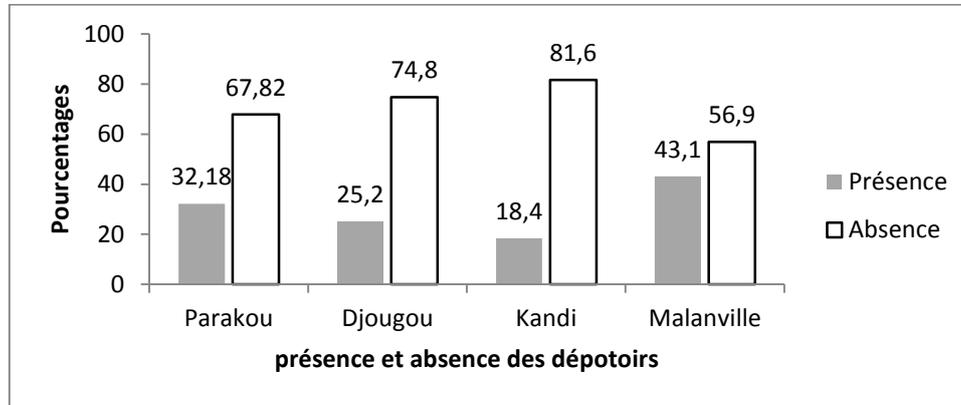


Figure 15 : Présence et absence des dépotoirs à proximité des marchés, des bars et des restaurants

4. Discussion

Les rejets d'ordures est l'une des caractéristiques d'une société de consommation. Si dans les villes des pays développés, les moyens techniques et financiers existent pour une élimination adéquate des déchets, il n'en est pas de même des pays en développement comme le Bénin. Dans ces pays, l'insuffisance de ressources [11] et le manque de volonté politique entraînent une insalubrité chronique due à la multiplication des dépotoirs sauvages de déchets [12]. En effets dans les villes de Parakou, Djougou, Kandi et Malanville au Bénin, la majorité des ménages qui n'ont pas accès au service de collecte primaire des ordures, se servent de leur environnement pour se débarrasser de leurs déchets en profitant de tout lieu disponible. [13] a observé aussi dans la ville de Yaoundé au Cameroun ces comportements opportunistes des populations qui ne sont pas situées «dans une zone couverte par le service municipal d'hygiène et de salubrité» à évacuer ou éliminer par des moyens peu recommandables les déchets. Ainsi, qu'il s'agisse des rues, des parcelles non bâties, des bas-fonds, des berges des cours d'eau et même les marchés, les dépotoirs de DSM s'érigent dans ces villes en ignorant les risques de pollution et ses impacts sur l'homme et l'environnement.

Ces dépotoirs constituent des lieux de multiplication des mouches, les moustiques, des reptiles, des rongeurs et autres insectes responsables de nombreuses pathologies dont les plus connues sont le paludisme, les gastro-entérites, le choléra, la dysenterie, les parasitoses intestinales, la fièvre jaune, les infections des yeux, la salmonellose [14]. Les dépôts DSM peuvent engendrer la pollution des eaux superficielles et souterraines [15-18]. Lorsque les ordures sont déposées à proximité des cours d'eau comme cela a été constaté à Malanville, à Kandi et à Parakou, elle constitue un grave problème de santé publique à cause de la contamination des sources d'eau. En effet, les travaux de [19] ont montré que les eaux des rivières au Sud du marché Arzèkè de Parakou sont fortement contaminées par des *Escherichia coli*, des *Salmonella* et des *Shigella* provenant des eaux usées du marché et des déchets de toutes sorte déversés à proximité de cours d'eau. L'incinération incontrôlée et incomplète des DSM de ces dépotoirs peut provoquer le dégagement dans l'atmosphère de certains gaz tels le dioxyde de soufre, l'oxyde d'azote le dioxyde de carbone qui ont des effets nocifs sur la santé de ceux qui les inhalent [20]. [21] ont signalé les risques de développer des cancers du foie, du rein, et du pancréas pour les populations qui vivent à proximité des décharges de déchets.

Des troubles de respiratoires ont été aussi observés par [22-24] auprès des populations vivant à proximité des dépotoirs de DSM régulièrement brûlés. [25, 26] ont observé un excès de risque significatif pour les cancers du poumon chez les personnes de tous sexes confondus habitant à moins de trois kilomètres d'un incinérateur de DSM. Par ailleurs, un rapport du PNUE [27], a mentionné des cas de maladies gastro-intestinales et dermatologiques ainsi que des troubles du système respiratoire (bronchite, asthme) chez des enfants vivant à proximité de la plus grande décharge de Dandora à Nairobi au Kenya.

5. Conclusion

Les villes de Parakou, Djougou, Kandi et Malanville au nord à l'image de tous les centres urbains des pays en développement enregistrent une production de plus en plus croissante et variée de DSM. Face aux défis complexes que soulève la gestion de ces déchets, les autorités locales se trouvent démunies pour trouver de réponses adéquates. Or, pour les ménages il faut se débarrasser de ses déchets peu importe le lieu afin d'éviter les nuisances liées à leur cohabitation. Du coup, les ruelles, les parcelles non bâties, les bas-fonds, les berges des cours d'eau sont transformés en dépotoirs de DSM par les populations. Ces dépotoirs offrent des conditions favorables à la multiplication des germes pathogènes responsables de nombreuses maladies. Les autorités au plus haut niveau doivent ainsi mettre la gestion DSM comme priorité nationale à l'instar des sous-secteurs de la santé et de l'éducation en raison de son impact négatif considérable sur la santé publique.

Références

- [1] - M. RAAB et L. GOBIN, Les déchets à Nairobi. *Rapport d'expertise. Ingénierie des services urbains en réseau dans les pays en développement, Université de Renne, TELECOM Bretagne, ISTED, (2010), 56.*
- [2] - Loi n°87-015 du 21-09-1987 portant code de l'hygiène publique au Bénin.
- [3] - ABE, Répertoire des indicateurs environnementaux de développement durable et de compendium statistique du Bénin. Ministère de l'Environnement de l'Habitat et de l'urbanisme (MEHU), Cotonou, (2002) 304 p.
- [4] - INSAE, Troisième Recensement Général de la Population et de l'Habitation. Synthèse des analyses. Direction des Etudes Démographiques, Cotonou, (2003), 47p.
- [5] - S. BABIO, Analyse de la vulnérabilité et des risques liés à l'exposition aux décharges sauvages de déchets solides ménagers dans les communes de Parakou et de N'dali au nord Bénin par l'utilisation du Système d'Information Géographique (SIG). *Mémoire pour l'obtention du Master 2 en Sciences de la Santé, de l'Environnement, du Territoire et de la Société. UNIVERSITE DE VERSAILLES SAINT-QUENTIN-EN-YVELINES (FRANCE), (2012) 80pg.*
- [6] - A. B. DIAWARA, Les déchets solides à Dakar. Environnement, sociétés et gestion urbaine. *Thèse de doctorat en Géographie. Université Bordeaux III, (2009) 791 pages.*
- [7] - J. MOUCHET, Les maladies liées à l'eau dans la région Afrotropicale. *Colloque pluridisciplinaire Géographie-Médecine sur l'eau et la santé en Afrique tropicale, Limoges, octobre, PULIM, (1991) pp 47-59.*
- [8] - R. G. FEACHEM, J. BRISCOE et M. MUJIBUR RAHAMAN, Evaluation de l'effet sur la santé : approvisionnement en eau, assainissement et hygiène. *UNICEF, ICDDR B, CRDI (Centre de Recherche pour le Développement International), Ottawa, Canada, (1987), 86p.*
- [9] - INSAE, RGPH4 : Que retenir des effectifs de population en 2013. Direction des Etudes Démographiques, Cotonou, (2015), 35 p.
- [10] - J. BARNIER, Tout ce que vous n'avez jamais voulu savoir sur le χ^2 sans jamais avoir eu envie de le demander. *Centre Max Weber. CNRS – UMR 5283, (2013) 38 p.*
- [11] - A. M. ABDELLAH and Q. I. BALLA, Domestic solid waste management and its impacts on human health and the environment in Sharg El Neel Locality, Khartoum State, Sudan. *Pak J Biol Sci., 15 et 16(22) (2013) 1538-1544.*

- [12] - K. O. BOADI and M. KUITUNEN, Environmental and health impacts of household solid waste handling and disposal practices in third world cities: the case of the Accra Metropolitan Area, Ghana. *J Environ Health*, 68(4), (2005), 32-6.
- [13] - J. R. NGAMBI, Déchets solides ménagers dans la ville de Yaoundé (Cameroun). De la gestion linéaire vers une économie circulaire. *Thèse présentée en vue de l'obtention du grade de Docteur de l'Université du Maine, Le man*, (2015), 490 p.
- [14] - M. SHARHOLY, K. AHMAD, G. MAHMOOD and R. C. TRIVEDI, « Municipal solid waste characteristics and management in Allaha-bad, India », *Waste Management vol. 27* (2007), p. 490-496.
- [15] - OMS, Réduction, traitement et élimination des déchets solides. Série de rapports techniques n°484, Genève, (1971), 38p.
- [16] - M. SINAN et N. BOUIBRINE, Utilisation des SIG pour la comparaison des méthodes d'évaluation de la vulnérabilité des nappes à la pollution. Application à la nappe du Haouz de Marrakech (Maroc). *Atelier international sur l'utilisation des techniques spatiales pour le développement durable. (Rabat, 25-27 avril 2007)*.
- [17] - K. L. YANG, X. N. ZHOU, W.A YAN, D.R HANG, and P STEINMANN, Landfills in Jiangsu province, China, and potential threats for public health: leachate appraisal and spatial analysis using geographic information system and remote sensing. *Waste Manag.*, 28(12), (2008), 2750.
- [18] - E. BELLE, Évolution de l'impact environnemental de lixiviats d'ordures ménagères sur les eaux superficielles et souterraines, approche hydrobiologique et hydrogéologique. Site d'étude : décharge d'Étueffont (Territoire de Belfort – France). *Thèse de doctorat Spécialité Sciences de la Terre et de l'Environnement, de l'Université de Franche-Comté, 2008, 235 p*
- [19] - C. ALI N'DA TIDO, Utilisation des eaux usées pour le maraîchage : analyse de la charge bactériologique et parasitaire des eaux et des produits maraichers du site du sud du marché Arzekè de Parakou. *Mémoire de DESS, option environnement et santé, Ecole Doctorale Pluridisciplinaire, Université de Parakou, (2011) 68 p.*
- [20] - N. SORO, L. I OUATTARA, K. DONGO, E. K. KOUADIO, E. K. AHOUSI, G. SORO, M-S. OGA I. SAVANE, et J. BIEMI, Déchets municipaux dans le District d'Abidjan en Côte d'Ivoire: sources potentielles de pollution des eaux souterraines. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 4(6), (2010), 2203-2219.
- [21] - M. S. GOLDBERG, J. SIEMIATYCK, R. DEWAR , M. DÉSY, and H. RIBERDY, Risks of developing cancer relative to living near a municipal solid waste landfill site in Montreal, Quebec, Canada. *Arch Environ Health.*, 54(4), (1999), 291-296.
- [22] - S. A. CORMIER, S. LOMNICKI W. BACKES and B. DELLINGER, Origin and health impacts of emissions of toxic byproducts and fine particles from combustion and thermal treatment of hazardous wastes and materials. *Environ Health Perspect*, 114 (2006) 810-817.
- [23] - L. GIUSTI; A review of waste management practices and their impact on human health. *Waste Manag.* 29(8), (2009), 2227-39.
- [24] - C. M. HU SW, SHY, Health effects of waste incineration: a review of epidemiologic studies. *J Air Waste Manage Assoc.* 5(7), (2001), 1100-9.
- [25] - P. ELLIOTT, N. EATON, G. SHADDICK, and R. CARTER, Cancer incidence near municipal solid waste incinerators in Great Britain. Part 2: histopathological and case-note review of primary liver cancer cases. *Br J Cancer* 82, (2000) 1103-1106.
- [26] - A. BIGGERI, F. BARBONE, C. LAGAZIO, M. BOVENZI and G. STANTA., Air pollution and lung cancer in Trieste, Italy : spatial analysis of risk as a function of distance from sources. *Environ Health Perspect.*, 104, (1996), 750-754.
- [27] - UNEP (The United Nations Environment Programme), Implications of the Dandora municipal dumping site in Nairobi, Kenya. *A pilot study report, Nairobi, Kenya, (2007) 40 p.*