



Original Paper

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

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

Technique de traitement des déchets solides ménagers au Lieu d'Enfouissement Sanitaire (LES) de Ouessè et durabilité environnementale

Blaise DONOU^{1*}, Maman Sani ISSA¹ et Africa ESHOGBA-OLOJOBA²

¹Laboratoire Pierre Pagny, Climat, Eau, Ecosystème et Développement (LACEEDE), Université d'Abomey-Calavi, Bénin.

²Banque Internationale pour la Reconstruction et le Développement (BIRD).

*Auteur correspondant ; E-mail : blaise.donou@gmail.com

RESUME

La gestion des déchets solides ménagers au Bénin se caractérise par l'existence de plusieurs maillons dont la mise en décharge en est l'un des plus importants. L'analyse du mode de traitement des déchets à la décharge contrôlée de Ouessè en rapport avec la préservation de la qualité de l'environnement constitue l'objectif du présent travail. Le prélèvement d'échantillons couplés des investigations auprès des acteurs du secteur et de l'analyse de la concentration de la DCO, la DBO5 et les métaux lourds dans les eaux de surface et souterraine constituent les points essentiels de la démarche utilisée. Les résultats d'analyse montrent qu'aucun indicateur de la migration du lixiviat n'est constaté. En effet, les eaux potables du secteur ne contiennent que des coliformes totaux de concentration variant de 01 à 6400 coliformes par 100 mL. Dans les eaux de surface la valeur de la DBO5 (5 mg/L de O₂ contre 8,54 mg/L de O₂ pour la norme) et de la DCO (3 mg/L de O₂ contre 5 mg/L de O₂) sont en dessous des normes admises. Il en est de même pour les métaux lourds (l'azote total (200 mg/L), le nickel (2,5 mg/L) et le chrome (< 0,1mg/L).

© 2016 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Ouessè, déchets solides ménagers, lieu d'enfouissement sanitaire, lixiviat.

Solid waste treatment technique at the Ouessè Sanitary Landfill Site (SLS) and environmental sustainability

ABSTRACT

The management of household-based waste in Benin is characterized with the existence of several steps including dumping (disposal at approved landfill site) which is one of the most important. The assessment of waste processing method in the approved landfill site of *Ouessè* in terms of environmental quality safeguard is the main objective of this paper. Main methodological steps consist of joint sampling and in-field investigations involving grassroots stakeholders. Besides, the analysis of the concentration level of parameters such as COD, BOD5 as well as heavy metals in both surface and underground waters have been essential to the methodological step. Analysis of results shows that there are no indications of lixiviation matters being migrated. In fact,

© 2016 International Formulae Group. All rights reserved.

2785-IJBCS

DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v10i5.10>

potable water as sampled in the area under review contains only coliforms with a concentration ranging from 01 to 6400 colon bacillus per 100 ml. As per surface water-based analysis, it shows that both values of BOD5 (5 mg/L of O₂ against 8.54 mg/L of O₂ for standard), and COD (3 mg/L of O₂ against 5 mg /L of O₂) – downstream are below the standard limit (100 mg/L of O₂). The trend is the same as for heavy metals including nitrogen (200 mg/L), nickel (2.5 mg /L) and chromium (<0.1 mg /L).

© 2016 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Ouessè, household-based solid waste, sanitary landfill site, leachate.

INTRODUCTION

Un des domaines importants dans l'interaction entre activités humaines et environnement est la gestion des déchets (Thonart et al., 2005). Dans les pays à revenus faibles, comme le Bénin, la méthode la plus usitée est la mise en décharge. Celle de la ville de Cotonou aménagée à Ouessè, et dénommée Lieu d'Enfouissement Sain (LES), est fonctionnelle depuis 2006. Toutefois, si cette solution est la plus facile à mettre en œuvre et la moins coûteuse, il n'en reste pas moins qu'elle doit, pour atteindre son but, respecter certaines règles de préservation environnementale (Blalogoé, 2004).

Après environ une dizaine d'années d'exploitation, le LES a permis d'enfouir 174.267 tonnes de déchets soit 43.566 tonnes par an (Direction des Services Techniques, 2015). Avec toute cette quantité de déchets enfouie, la première cellule ouverte est remplie et la décharge présente un certain nombre d'insuffisances. En effet, la dégradation de toute cette quantité de déchets est susceptible de produire du lixiviat dont l'infiltration peut être source de pollution des eaux souterraines et de surface. Selon Matejka (1994), cité par Guédégbé (2007), le lixiviat est issu de l'eau de pluie qui traverse les massifs de déchets, cette eau participe à la dégradation de ces déchets stockés, processus aboutissant à la méthanogenèse. Le lixiviat se charge de polluants organiques, minéraux et métalliques, par extraction des composés solubles des déchets. Le lixiviat de la décharge de Ouessè est susceptible de contenir plus de polluant d'autant plus que les

déchets enfouis sur le LES sont de toute sorte : matières bio-dégradables 48%, Papiers/Cartons 15,61%, Matières plastiques 15,51%, Piles et batteries 0,15%.

L'autre aspect du fonctionnement du LES, est la production de biogaz dont le méthane est le principal constituant. Ce méthane en plus des mauvaises odeurs est source de pollution de l'environnement. Du point de vue climatique, le bilan hydrique (qui fait la balance entre les quantités d'eau précipitée avec les quantités d'eau évaporée) au Bénin est globalement négatif dans la mesure où l'évapotranspiration potentielle est de 1,5 à 5 fois plus grande que la quantité de pluie tombant annuellement ce qui diminue considérablement le séjour des eaux dans le sol en dehors de celles des cours et plans d'eau (Yabi, 2008).

Deux hypothèses peuvent être émises quant à l'origine de l'eau permettant le développement d'une activité biologique dans ce type de décharge. D'une part, il y a l'eau constitutive des déchets, qui peut être très importante, surtout s'il y a une grande proportion de déchets organiques frais dans les ordures (restes de fruits, aliment, etc.). D'autre part, la décharge agit comme une éponge, emmagasinant l'eau lors de la saison des pluies et la gardant durant la saison sèche, à l'exception d'une croûte d'environ 1,5 m d'épaisseur en contact avec l'air (Hilgsmann et al., 2001). Ce qui fait que les décharges n'ont souvent pas d'impact environnemental significatif dû aux lixiviats et ne présentent pas d'importantes activités biologiques (Dessau-Soprin, 2005).

C'est pour analyser les implications environnementales des activités de la décharge sur les composantes environnementales comme l'eau et l'air du milieu récepteur de l'ouvrage par l'évaluation de la concentration des principaux paramètres polluant issus du lixiviat et du biogaz que la présente étude a été initiée.

MATERIEL ET METHODES

Environnement géographique du LES

Le Lieu d'Enfouissement Sanitaire (LES) de Ouessè est localisé sur le territoire de l'Arrondissement de Savi dans la Commune de Ouidah (Sud-Ouest du Bénin dans le Département de l'Atlantique) et dans le village de Ouessè. Il est bordé au Sud et à l'Ouest par les villages de Ouessè, Atakpanonhoué et Gbèdjèwin et au nord par les hameaux de Daguètomè et de Koutondétomè (Figure 1).

Le LES est un espace de 80 hectares aménagés pour recevoir les déchets provenant de la ville de Cotonou et de ses environs. Sa zone d'influence prend en compte les hameaux de Daguètomè, Atakpanonhoué, Gbèdjèwin et Koutondétomè et une partie du lac Toho. Il est installé sur le substratum géologique du continental terminal et des sols ferrallitiques composés essentiels de la terre de barre qui est utilisée comme matériel de recouvrement des déchets à la décharge (GEOTECH, 2004).

Collecte des données et analyse physico-chimiques et microbiologiques

La démarche méthodologique utilisée a consisté en la collecte des données sur le terrain et leur traitement.

Recherche et analyse documentaire

La recherche et l'analyse documentaire ont permis de collecter les informations disponibles au niveau de la documentation et portant sur la description du LES, de la gestion des déchets et de gestion d'une décharge contrôlée au Bénin.

Entretiens

Les entretiens ont permis d'identifier les préoccupations des populations locales sur

la gestion du LES. Les entretiens individuels associés à la consultation publique ont été menés dans le village de Ouessè et ont offert l'occasion de recueillir les plaintes des populations locales ainsi que leurs attentes. Ces techniques ont permis d'appréhender les faiblesses de la gestion du LES, de même que les effets liés à son fonctionnement.

De même, les investigations auprès des responsables de la gestion du LES ont permis d'analyser le niveau de prise en compte de l'environnement et des conditions de vie des populations dans les activités d'enfouissement.

Prélèvement d'échantillon et mesures directes de terrain

L'analyse physico-chimique et microbiologique a permis d'évaluer le niveau de pollution de la nappe phréatique et du lac Toho. A cet effet, des échantillons d'eau ont été prélevés dans trois (3) puits utilisés par les ménages, deux (2) puits piézométriques et deux (2) bornes fontaines. Des échantillons d'eau de lixiviation ont été également prélevés sur le site et dans les caniveaux.

L'échantillon d'eau prélevé doit être homogène et représentatif de l'ensemble de l'eau échantillonnée et ne doit pas perdre ses caractéristiques physico-chimiques (pH, conductivité, température, etc.) avant analyse. Pour les prélèvements, les bouteilles plastiques en polyéthylène ont été utilisées pour les échantillons destinés aux analyses des métaux lourds, et les bouteilles brunes en verre teintées pour les échantillons destinés aux analyses de DCO, DBO5 et autres analyses de substances organiques (Planche 1).

Sur le terrain, elles sont rincées trois fois avec l'eau à prélever puis remplies de cette eau ; une fois remplies, elles sont nettoyées, enveloppées dans du papier aluminium pour éviter la pénétration de la lumière qui pourrait modifier certains paramètres. Elles sont étiquetées et placées au frais (à 4 °C) dans une glacière contenant les accumulateurs de froid pour les analyses au laboratoire.

Le prélèvement d'eau dans les puits a été réalisé à l'aide des flacons stériles lestés au bout desquels est fixée une ficelle permettant de prélever à environ 50 cm de la surface libre.

Certains paramètres physico-chimiques à savoir : la température, la conductivité, la salinité, les solides totaux dissous, le pH, l'oxygène dissous, le chlore libre et total, furent mesurés sur le terrain, car susceptibles de variation au cours du transport. Ces mesures ont été effectuées au moyen des multi paramètres WTW340i et un colorimètre de terrain HACH DR890. Une sonde électrique SEBA type KLL a été utilisée pour la mesure des niveaux piézométrique des puits.

Dosage et paramétrage physico-chimique

Les paramètres indicateurs du niveau de pollution des eaux analysés sont regroupés en 3 catégories à savoir :

- les paramètres microbiologiques qui renseignent sur le niveau de contamination par les microorganismes ;

- les paramètres physico-chimiques classiques (pH, T°C, Conductivité, ions ammonium, Chlorures, Nitrates, Nitrites, Sulfates et Azote total) qui permettent de caractériser au plan chimique, l'environnement aquatique et de ressortir les éventuelles menaces sur l'écosystème et les réactivités spécifiques possible ;

- les paramètres de pollution organique (DCO ; DBO) et le taux des éléments toxiques que sont les métaux lourds : Cadmium (Cd) ; Plomb (Pb) ; Mercure (Hg) ; Chrome (Cr) ; Cuivre (Cu) ; Zinc (Zn) ; et l'Arsenic (As).

Les méthodes d'analyses utilisées pour les essais de laboratoire sont des méthodes universelles approuvées par AFNOR, USEPA, ISO et le Centre d'Expertise en Analyse Environnementale du Québec. Elles sont référencées dans le Tableau 1.



Vue d'ensemble du matériel utilisé pour l'échantillonnage.



Mesure directe de la conductivité, salinité, TDS et température des eaux grises du LES à l'aide du conductimètre WTW 340i.

Planche 1 : Matériels d'échantillonnage et mesure directe sur le terrain.

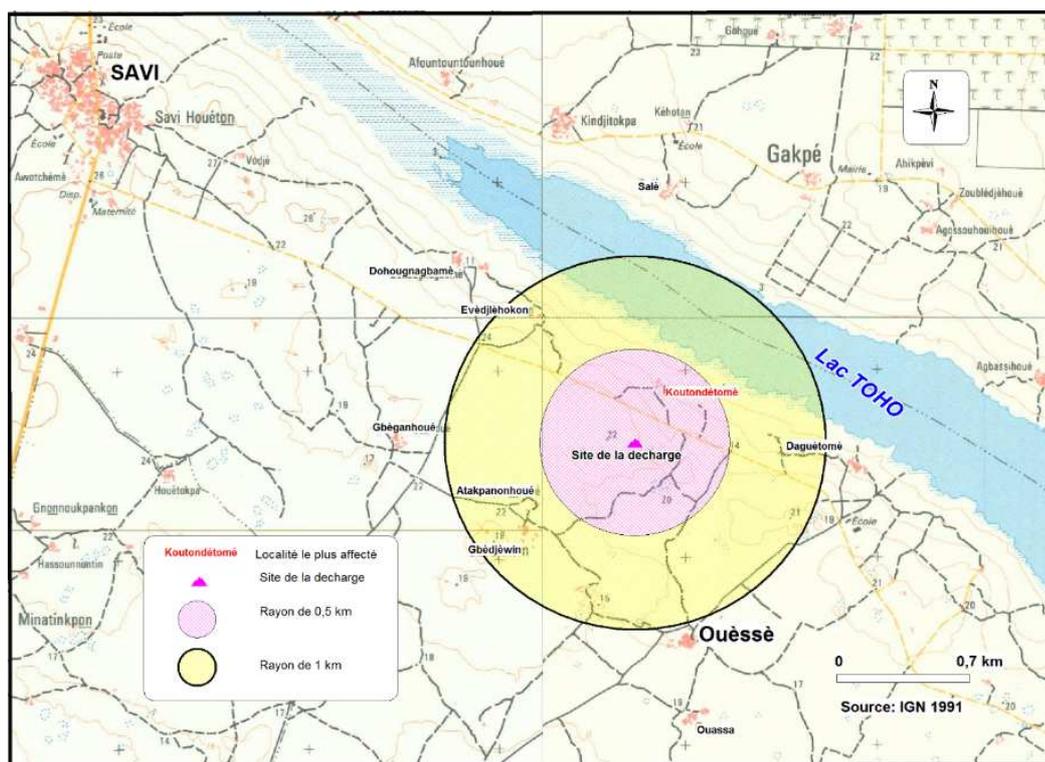


Figure 1 : Localisation du site du LES.

Tableau 1 : Références des méthodes d’analyse utilisées pour les essais au laboratoire.

PARAMETRES	Techniques modernes d’analyse
Ammoniums	Spectrométrie au réactif de Nessler (NF T 90-015, Août 1975)
Azote Total	Colorimétrie par Kits MERCK NOVA 60 Spectroquant , Test en tube Azote Total 1.00613.0001
Phosphore Total	Colorimétrie par Kits MERCK NOVA 60 Spectroquant , Test en tube Phosphore Total 1.14543.0001
-DCO	- Méthode de reflux en système fermé suivi d'un dosage par colorimétrie avec le bichromate de potassium (MA. 315 – DCO 1.0, CEAE du Quebec)
-DBO ₅	-Méthode rapide Oxitop et OxiDirect après incubation dans une enceinte thermostatée à 20 °C pendant 5 jours
Chrome hexavalent Cadmium	Colorimétrie par Kits MERCK NOVA 60 après minéralisation au H ₂ SO ₄ /H ₂ O ₂
Mercure	pré concentration à la vapeur froide suivi d’un dosage colorimétrie au DR2800 : Méthode 10065 HACH
Huiles et graisses	Extraction à l’hexane suivi d’une méthode de quantification gravimétrique (USEPA, Standard Methods)

Arsenic	Méthode Arsenator Wagtech
Phenols	Méthode Colorimétrie au 4-amino antipyrine (NF T90-204)
Amines, benzènes, toluènes	Extraction à l'hexane suivi d'une méthode de photolyse UV au spectrophotomètre DR5000
Bio-essai de toxicité avec les bactéries	Méthode Hach Tox Track

RESULTATS

L'analyse des données indique que sur le LES, 354.663 tonnes de déchets ont été enfouies entre 2007 et 2015 avec une évolution à la hausse des quantités de déchets traités jusqu'en 2010 avant de décroître à partir de 2001. Cette décroissance est liée au fait que la première alvéole de réception des déchets a atteint sa capacité maximale. La Figure 2 montre l'évolution des quantités de déchets enfouis sur la période indiquée.

Technique d'exploitation du LES

La technique d'enfouissement des déchets utilisée sur le LES de Ouessè consiste à l'entreposage des déchets dans une alvéole et à leur recouvrement par de la terre de barre en couche successives d'environ 1 mètre d'écart (Planche 2).

Mais, cette technique présente un certain nombre de limites en occurrence le long séjour des déchets avant recouvrement qui favorise la présence de la vermine sur le site et sa fréquentation par les populations riveraines avec tous les risques que cela implique. Selon ces populations, la décharge leur constitue un gisement important de matières récupérables capables de leur fournir des revenus substantiels.

Etat actuel des indicateurs de la qualité des eaux

Les résultats des analyses effectuées sur les eaux de surface et souterraines et comparés aux normes suivant les orientations du IFC et WBG (2007) sont présentés dans le Tableau 2.

Du point de vue physico-chimique l'eau souterraine destinée à la consommation humaine est de bonne qualité. L'état des lieux montre également une pollution organique relativement importante au niveau des puits. Cette pollution devient persistante pour les

eaux de puits au point où une veille s'impose pour éviter que les seuils de tolérance ne soient dépassés.

En ce qui concerne les résultats de l'analyse des paramètres physico-chimiques classiques, il faut noter que :

- le pH des échantillons d'eau de consommation est compris entre 6,42 et 8,59 ; ce qui est conforme à la norme béninoise des eaux potables.
- la conductivité varie de 48,9 à 324 ; les échantillons P(D) et P(K) ont donc une conductivité supérieure à la norme (250 μ S/cm) ;
- les valeurs de chlorure, de nitrates, de nitrites et de sulfates mesurées sont en-dessous de la valeur permise et des recommandations canadiennes pour l'eau potable.

Quant aux paramètres de pollution organique ou des éléments toxiques, qui permettent d'apprécier la teneur de l'eau en métaux lourds, les analyses révèlent ce qui suit :

- les valeurs sont conformes aux normes pour tous les échantillons en ce qui concerne la teneur en nickel (0,02 mg/L), en chrome (< 0,05 mg/L), en cuivre (mg/L 2), en Plomb (0,05 mg/L), en cadmium (0,9), en arsenic (5 mg/L) et en mercure (0,4 mg/L) ;
- les valeurs de l'ammonium (0,5) et de la Demande Chimique en Oxygène (30 mg/L) des échantillons PO-1 (cas d'ammonium ; DCO) et de la borne fontaine de Koutondétomè, des puits de Daguètomè et de Koutondétomè (cas de DCO) indiquent que l'eau contenue dans ces points d'eau est polluée.

Les résultats microbiologiques, révèlent que les échantillons d'eaux de puits de

Daguétomè [P(D)] et de Koutondétomè [P(K)] sont affectés par les coliformes totaux, fécaux et *E. coli*. Par contre il est remarqué l'absence de *E. coli* au niveau des puits piézométriques (PO-1).

Pour les eaux de surface (lac Toho), la valeur de la DBO5 est relativement faible et en dessous de la norme (5 mg/L de O2 en amont contre 8,54 mg/L de O2 en aval. Quant à la valeur de la DCO, elle est également faible en amont (3 mg/L de O2) et en aval (5 mg/L de O2).

Les métaux lourds de ces eaux ont des valeurs qui montrent que pour tous les échantillons d'eaux de surface, les valeurs en amont et en aval mesurées sont conformes aux normes pour certains paramètres : azote total (200 mg/L), nickel (2,5 mg/L) et chrome (< 0,1 mg/L) alors qu'elles ne sont pas conformes pour le plomb et le cadmium.

En somme, les niveaux de pollution actuels des eaux souterraines et de surface ne sont pas liés au lixiviat car aucun signe indicateur de la présence de métaux lourds n'a été constaté.

Niveau du biogaz

Le biogaz est un gaz combustible, mélangé de gaz carbonique et de méthane, qui provient de la dégradation des matières organiques mortes, végétales ou animales, dans un milieu en raréfaction d'air dit "fermentation anaérobie". Suivant sa provenance, le biogaz contient aussi des

quantités variables d'eau, d'azote, d'hydrogène sulfuré (H2S), d'oxygène, d'aromatiques, de composés organo-halogénés (chlore et fluor) et des métaux lourds, ces trois dernières familles chimiques étant présentes à l'état de traces (Tableau 3).

Le biogaz généré par la décomposition de la matière organique issue des déchets d'ordures ménagères (OM) est une source de nuisance olfactive. C'est aussi un risque en raison de la présence de méthane, qui représente 60% de la composition du biogaz, gaz explosif à l'air dans un seuil compris entre 5 et 15%. Il est donc nécessaire d'éviter tout risque de migration hors de son lieu de formation. A l'étape actuelle, malgré les nuisances olfactives constatées, le biogaz n'est encore perceptible au niveau du site d'enfouissement sanitaire de Ouessè.

Ce constat est aussi fait par les populations riveraines du site qui ont affirmé à 90% qu'aucune mauvaise odeur liée au fonctionnement du LES n'est perçue dans les villages riverains. Seule la présence et la multiplication de la vermine (*Sarcophaga carnaria*, *Lucilias ericata*, *Fannia canicularis*, etc.) constitue l'impact négatif indiqué à plus de 85% par les populations enquêtées. Ce constat n'empêche pas la prévision des mesures d'amélioration du système de fonctionnement du LES de Ouessè afin que les impacts soit le plus minimisés que possible.

Tableau 2 : Synthèse des résultats d'analyses physico-chimique et microbiologique réalisées en février 2013.

Paramètres analytiques	Unités	Normes	Eaux souterraines	Eaux de surface		Eaux de drainage	Eaux de lixiviation
				Aval lac Toho	Amont lac Toho		
Température	°C	~25	29,6	29,8	29,9	25,2	25,7
Potentiel d'hydrogène	-	6,5-8,5	7,44	8,85	8,66	1,21	1,71
Conductivité	µS/cm	1000	155,31	121,1	119,1	10 780	19 510
Cadmium	mg/L	0,005/0,1*	0,002175	0,091	0,069	0,11	0,047
Ammonium	mg/L	-	0,265	Nd	Nd	7,7	16,41

Zinc	mg/L	1	Nd	0,75	0,62	0,25	0,25
Chlorures	mg/L	250	39,185	-	-	2 847	4 384
Azote Kjeldahl	mg/L	-	Nd				
Total				1,69	1,31	36	67,31
Demande Biochimique en Oxygène	mg/L de O ₂	40	Nd	5	3	152	164
Demande Chimique en Oxygène	mg/L de O ₂	100	31,40428571	8,54	< 5	607	700
Cyanures	mg/L	0,2/0,1*	Nd	0,005	0,004	0,035	0,045
Sulfures	mg/L	2	Nd	0,005	0,003	0,012	0,012
Mercure	mg/L	0,001	0,003333333	0,0019	-	Nd	Nd
Nitrates	mg/L	0,001	2	Nd	Nd	Nd	Nd
Nitrites	mg/L	45	0,023	Nd	Nd	Nd	Nd
Sulfates	mg/L	3,2	6,666666667	Nd	Nd	Nd	Nd
Cuivre	mg/L	2/1*	0,041428571	0,01	0,006	1,125	0,625
Nickel	mg/L	0,02	0,0036	0,003	0,003	0,095	0,21
Chrome hexavalent	mg/L	0,05/0,5*	0,01				
Plomb	mg/L	0,05/0,1*	0,9	0,013	0,013	0,55	0,525
Coliformes totaux par 100 mL	-	-	1936	Nd	Nd	Nd	Nd
Coliformes fécaux par 100 mL	-	-	207,2857143	Nd	Nd	Nd	Nd
Escherichia coli par 100 mL	-	-	84,28571429	Nd	Nd	Nd	Nd

0,5* : Norme spécifiquement applicable aux eaux de drainage et au lixiviat ; Nd : non déterminé ; **0,9** : pas conforme à la norme.

Tableau 3 : Composition du biogaz.

Composant	Symbole	Proportion
Méthane	CH ₄	45 à 65 %
Gaz carbonique	CO ₂	25 à 45 %
Eau	H ₂ O	6 %
Oxygène	O ₂	-
Hydrogène sulfuré	H ₂ S	Traces
Organo-halogénés (chlore, fluor)	-	-

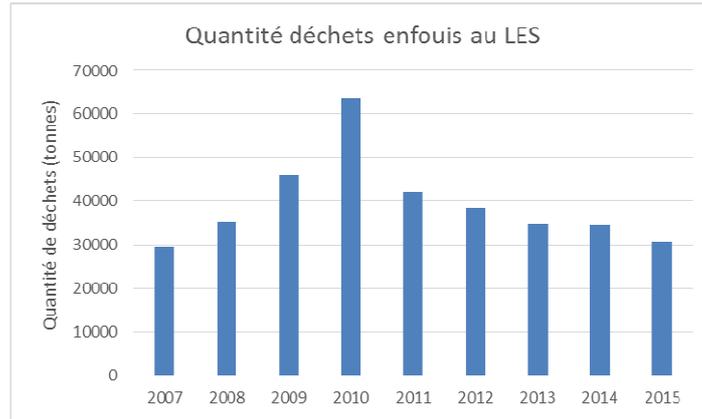


Figure 2 : Evolution des quantités de déchets enfouies en 2007 et 2015.
Source des données : DST, décembre 2015.

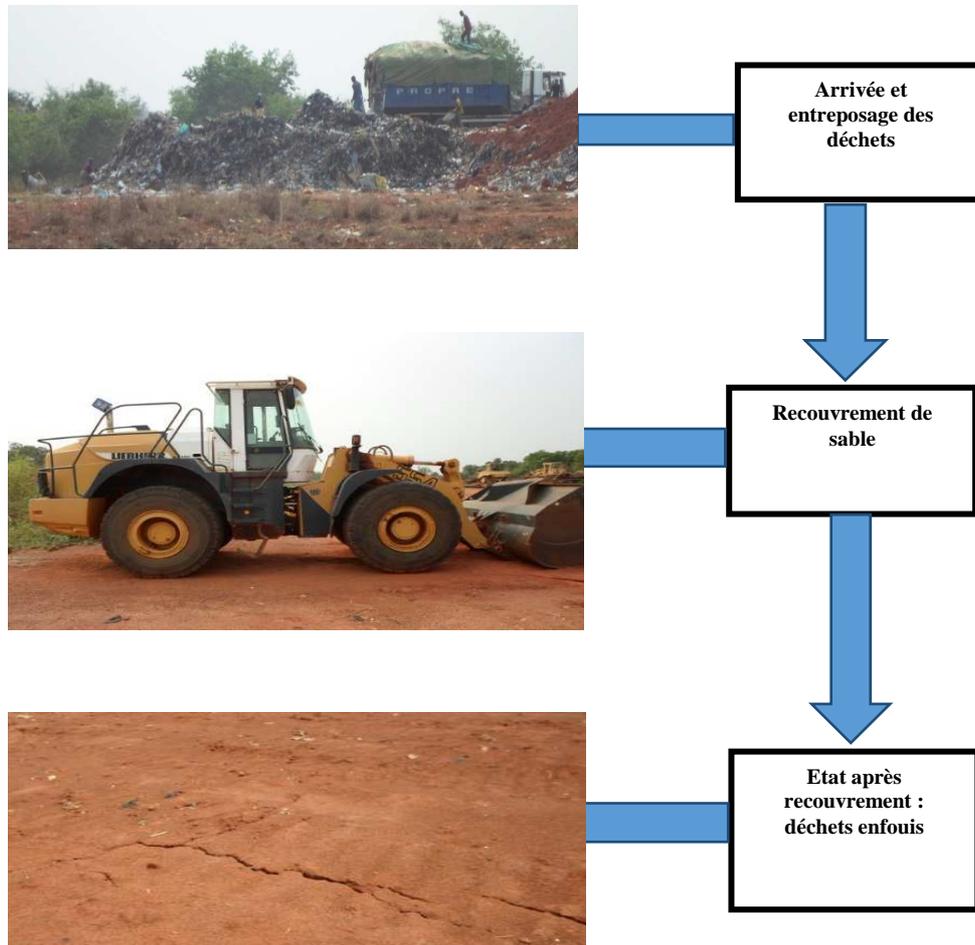


Planche 2. Différentes étapes de l'enfouissement des déchets sur le LES de Ouèssè.

DISCUSSION

L'analyse du fonctionnement du Lieu d'enfouissement Sanitaire de Ouessè, a révélé qu'après 9 ans d'utilisation, aucun indice de migration du lixiviat dans les eaux souterraines et de surface n'a été constaté. Ces résultats sont proches de ceux obtenus par Thonart et al. (2005), qui estime que les décharges contrôlées avec enfouissement direct constituent les ouvrages finaux les mieux adaptés aux pays du sud pour la gestion de leurs déchets. Selon l'auteur, cela se justifie par le fait que la gestion de ces ouvrages est relativement moins coûteuse et supportable par les pays du sud à revenu faible.

Mais, pour Chouaouta et al. (2010), cette conception a complètement changé en raison de l'évolution de la réglementation environnementale au niveau mondial, devenue de plus en plus stricte, et les enjeux de protection de l'environnement ce qui a conduit à un renchérissement progressif des coûts d'exploitation de ce type d'installation. Il préconise la valorisation des déchets afin de réduire les quantités de déchets surtout les biodégradables à traiter sur les décharges contrôlées en Afrique.

L'analyse de la problématique du coût de la gestion des décharges contrôlées et de l'importance de la valorisation des déchets dans la durabilité de la décharge de Ouessè fera l'objet d'autres recherches qui nécessiteront une approche pluridisciplinaire.

CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs du présent article déclarent sur l'honneur qu'il n'existe aucun conflit d'intérêt entre leurs activités professionnelles et les informations de recherche contenues dans cet article.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

BD : Identification de l'idée de recherche, rédaction de l'introduction, élaboration d'une partie de la démarche méthodologique, collecte de données et mis en commun des différentes parties de l'article. MSI : Elaboration de la démarche d'échantillonnage *in situ* et conduite des analyses et interprétation des résultats de laboratoire. AEO : Présentation de l'état des lieux du site, analyse de l'environnement et description du fonctionnement du lieu d'enfouissement sanitaire et rédaction de la discussion.

REFERENCES

- Blalogoé CP. 2004. Nouvelle orientation de la gestion des déchets solides ménagers à Cotonou : Problèmes et Perspectives. Mémoire de DESS, UAC, p. 68.
- Chouaouta H, El Bari H, Ezzaouaq M, El Hanid A, Megard B, Mouhsine A. 2010. Gestion et l'exploitation des décharges contrôlées des déchets ménagers et assimilés au Maroc. Association Marocaine des Experts en Gestion des Déchets et en Environnement (AMEDE), p.9.
- Dessau-Soprin. 2005. Gestion du lieu d'enfouissement sanitaire de Ouessè – Cotonou de Ouidah pour la Ville de Cotonou, 15-20.
- Direction des Services Techniques. 2015. Statistique de déchets enfouis au LES de Ouessè. Mairie de Cotonou, p.15.
- GEOTECH. 2004. Essais géotechniques sur les sols de fondation. Projet site d'enfouissement de Ouessè en République du Bénin. Rapport d'analyse des sols, p. 35.
- Guèdègbé I. 2007. Projet d'aménagement d'un lieu d'enfouissement sanitaire à Ouidah en République du Bénin. Fiche technique MOGED, IEPF, p. 8.

- Hilgsmann S, Lardinois M, Rodriguez C, Kapepula D, Mhiri F, Marouani L, Benzarti A, Pohl D, Chamblin JF, Antoine JN, Noel JM, Thonart P. 2001. Investigation of the biological activity in MSW landfills under dry climates Tunisia and Haïti, Proceedings Sardinia 01, Eight International Waste Management and Landfill Symposium, Cagliari, Italie.
- International Finance Corporation and World Bank Group. 2007. Environmental, Health, and Safety Guidelines for Pharmaceuticals and Biotechnology Manufacturing, p.13.
- Matejka G, Rinke M, Mejbri R, Bril H. 1994. Pollution engendrée par un lixiviat de décharge d'ordures ménagères: Bilan hydrique et caractérisation. *Environmental Technology*, **15**(4): 313-322.
- Thonart P, Diabaté SI, Hilgsmann S, Lardinois M. 2005. Guide pratique sur la gestion des déchets ménagers et des sites d'enfouissement technique dans les pays du sud. IEPF ; 22-42.
- Yabi I. 2008. Etude de l'agroforesterie à base de l'anacardier et des contraintes climatiques à son développement dans le Centre du Bénin. Thèse unique de doctorat de l'Université d'Abomey-Calavi, 86-122.