HAL open science

Étude du potentiel de valorisation énergétique du biogaz de la décharge d'Akouédo (Abidjan, Côte d'Ivoire)

Adjiri Oi Adjiri, Aimé Koudou, Gbombélé Soro, Jean Biemi

To cite this version:

Adjiri Oi Adjiri, Aimé Koudou, Gbombélé Soro, Jean Biemi. Étude du potentiel de valorisation énergétique du biogaz de la décharge d'Akouédo (Abidjan, Côte d'Ivoire). Environnement, Ingénierie & Développement, 2018, N°77 - septembre 2018, pp.3-10. 10.4267/dechets-sciences-techniques.3784 . hal-03159409

HAL Id: hal-03159409

https://hal.science/hal-03159409v1

Submitted on 4 Mar 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Étude du potentiel de valorisation énergétique du biogaz de la décharge d'Akouédo (Abidjan, Côte d'Ivoire)

Adjiri Oi Adjiri[1,2,*], Aimé Koudou[1], Gbombélé Soro[2], Jean Biémi[2]
(1) Laboratoire des Sciences et Technologies de l'Environnement (LSTE), UFR Environnement, Université Jean Lorougnon Guede, BP 150 Daloa (Côte d'Ivoire)
(2) Laboratoire des Sciences et Techniques de l'Eau et l'Environnement (LSTEE), UFR SRTM, Université Félix Houphouët Boigny, 22 B.P. 582 Abidjan 22 (Côte d'Ivoire)
25 B.P 97 Cidex 1 Abidjan 25 (Côte d'Ivoire)

*** Auteur correspondant : oiadjiri@gmail.com**

RÉSUMÉ

Cette étude a pour objectif d'évaluer le potentiel de production de biogaz de la décharge d'Akouédo d'Abidjan en Côte d'Ivoire. Les déchets organiques biodégradables enfouis génèrent du biogaz contenant notamment du méthane qui est un gaz à effet de serre mais constitue également une source d'énergie alternative. Un captage efficace du biogaz permet donc d'une part d'éviter les émissions diffuses dans l'atmosphère et les impacts associés sur l'augmentation de l'effet de serre, et d'autre part la valorisation énergétique du méthane. Des mesures de productivité ont été réalisées sur le site de la décharge dans des conditions statiques et de pompage intermittents. Les résultats révèlent un potentiel élevé de production de biogaz composé en moyenne 71,30 % v/v de méthane et 27,10 % v/v de CO_2. Les suivis réalisés sur les différents puits de captage suggèrent statistiquement une production relativement uniforme sur l'ensemble du site. Cependant, de nombreux facteurs influencent le potentiel de production, notamment l'humidité et la compaction du massif de déchets, l'âge et la nature des déchets, les méthodes d'enfouissement, etc. La valorisation du méthane doit prendre en compte ces contraintes pour un amortissement plus rapide de l'investissement.

MOTS-CLÉS : *méthane, biogaz, valorisation, climat*

ABSTRACT

This study aims to evaluate the biogas production potential of the Akouédo landfill in Abidjan, Ivory Coast. Buried biodegradable organic waste generates biogas, which in particular contains methane, which is a greenhouse gas, but is also an alternative source of energy. An efficient capture of biogas thus makes it possible on the one hand to avoid diffuse emissions into the atmosphere and the associated impacts on the increase of the greenhouse effect, and on the other hand the energy recuperation of methane. Productivity measurements were made at the landfill site under static and intermittent pumping conditions. The results reveal a high biogas production potential composed of an average of 71.30 % v/v of methane and 27.10 % v/v of CO2. The monitoring carried out on the different wells of catchment suggests statistically a relatively uniform production on the whole of the site. However, many factors influence the production potential, including moisture and compaction of the waste mass, age and nature of waste, landfill methods, and so on. The valorization of methane must take into account these constraints for a faster amortization of the investment.

KEYWORDS: *méthane, biogas, valorization, climate*

https://doi.org/10.4267/dechets-sciences-techniques.3784

Étude du potentiel de valorisation énergétique du biogaz de la décharge d'Akouédo (Abidjan, Côte d'Ivoire)

Adjiri Oi Adjiri, Aimé Koudou, Gbombélé Soro, Jean Biémi

Introduction

L'enfouissement reste le mode d'élimination des déchets ménagers et assimilés prédominant en Afrique en raison de sa simplicité, mais aussi de son coût moindre que d'autres méthodes telle que l'incinération (Meres, 2009). La décomposition chimique et biologique de la matière organique génère du biogaz composé principalement de dioxyde de carbone (~30 %) et du méthane (~55 %). Ce dernier doit être capté, collecté et valorisé. Son captage et sa valorisation est une problématique de plus en plus importante de nos jours, compte tenu en particulier, d'une législation de plus en plus restrictive et son impact réel sur le changement climatique, la sécurité et santé des populations riveraines (Meres, 2009 ; Adjiri *et al.,* 2014). La récupération du CH_4 permet de produire de l'énergie.

La décharge non contrôlée d'Akouédo du district d'Abidjan, Côte d'Ivoire, reçoit quotidiennement environ 2500 tonnes de déchets composés de fractions biodégradables et non biodégradables (Adjiri, 2010). Les déchets organiques biodégradables génèrent, par décomposition biologique anaérobie, un biogaz principalement composé de dioxyde de carbone et de méthane qui sont des gaz à effet de serre. Des analyses du biogaz effectuées à partir de différents puits forés sur le site d'Akouédo (Adjiri *et al.,* 2014) ont révélé une teneur moyenne en méthane de 69,5 % v/v.

Le méthane présente un intérêt majeur pour une valorisation énergétique. Dans le contexte actuel de transition énergétique, l'Assemblée générale des Nations Unies a fixé des objectifs ambitieux notamment de développement des énergies renouvelables (SEforALL, 2012).

Cette étude a été réalisée afin de contribuer à mettre en place les conditions qui permettraient de capter le biogaz produit sur le site d'Akouédo afin d'en réduire les impacts environnementaux et d'envisager la valorisation énergétique du méthane. Les objectifs spécifiques étaient d'estimer (1) le potentiel de production de biogaz de la décharge d'Akouédo et (2) les principaux facteurs qui gouvernent sa production.

1. Description de la zone d'étude

La zone d'étude est la décharge d'Akouédo qui est l'unique décharge du district d'Abidjan. Elle est située au nord-est du district, dans la commune de Cocody (quartier résidentiel haut standing). Mise en place depuis 1965, la décharge occupe un talweg de 2,1 km de long sur en moyenne 700 m de largeur, soit une superficie d'environ 153 ha (Kouamé *et al.,* 2007). Ce talweg a une profondeur de 12,6 à 31,9 m (Adjiri *et al.,* 2015). Elle se trouve à mi-parcours de l'axe Abidjan-Bingerville, à 18 km du centre-ville. Dans son fonctionnement actuel, elle est classée au rang des décharges sauvages (Kouadio *et al.,* 2000). Le drainage naturel du site se fait au sud vers la lagune Ebrié (baie de M'Badon) située à moins de 2,1 km (Kouamé, 2007 ; Sané, 2002 ; Adjiri *et al.,* 2015). Le site est limité au nord par les quartiers résidentiels Génie 2000 et les Lauriers, à l'ouest par le village d'Akouédo et à l'est par le village d'Akouédo Attié et la Commune de Bingerville (figure 1).

La décharge d'Akouédo reçoit sans contrôle tous types de déchets du district d'Abidjan. Il s'agit à la fois de déchets dangereux (déchets industriels, biomédicaux, des abattoirs…) et de déchets ménagers (Adjiri *et al.,* 2015). Le site reçoit chaque jour de l'ordre de 3000 à 4000 tonnes de déchets (Fatiè, 2014). Cette décharge n'obéit à aucune norme de centre d'enfouissement technique. Sur le site de la décharge, les entreprises de collectes déversent directement les déchets sur le sol sans aucun traitement. L'opérateur technique commis pour le traitement s'occupe seulement de l'étalement des déchets sur le site (Adjiri, 2010). Le taux d'humidité moyen des déchets ménagers est de 43 % et le rapport C/N est de 28 (Terrabo, 2010). Le site a atteint ses limites de capacité depuis 2004 (District d'Abidjan, 2004). La fermeture prévue pour décembre 2013 a été repoussée suite à un protocole d'accord entre la communauté villageoise et l'État de Côte d'Ivoire (Brou, 2014).

2. Matériel et méthodes

2.1. Dispositif de captage et d'analyse du biogaz

Trois puits de captage ont été forés dans une zone ancienne d'enfouissement à l'aide d'une tarière de 254 mm ayant une profondeur de forage de 18 m (puits 1 à 3, figure 2). Ces puits

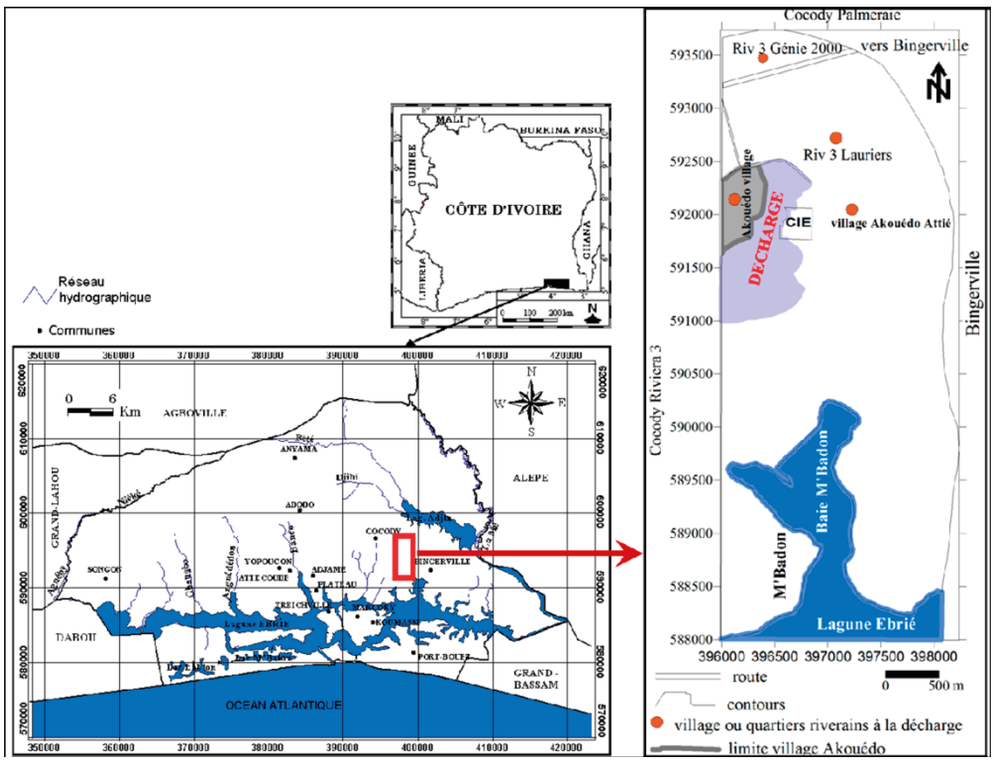

Figure 1. Présentation de la zone d'étude.

ont été disposés en triangle et distants de 15 m, 23 m et 30 m. Ils ont été équipés de tuyaux en PVC de 102 mm de diamètre, crépinés à la base sur une longueur de 6 m. Les têtes de puits ont été étanchéifiées avec de la bentonite. Chaque puits a été muni d'une vanne de contrôle. Un réseau de collecte a été installé, reliant chaque puits à un point central relié aux équipements de pompage et d'analyse du biogaz. Une membrane de surface a été installée autour des trois puits de pompage sur un rayon de 60 m du centre géographique des trois puits.

Deux puits de sondage (puits n° 4 et 5, figure 2), ont été forés dans la zone d'enfouissement actuellement utilisée.

Un système de pompage temporaire a été également mis en place dans la zone saturée en eau du massif de déchets pour abaisser le niveau de lixiviat. Les puits ont été alternativement asséchés et l'influence sur les autres puits et les niveaux des mares d'eaux stagnantes environnantes, situées de 100 à 150 m des puits, a été mesurée. Des essais statiques et avec pompage ont été effectués sur les trois puits de captage des anciens dépôts. Sur les deux puits de sondage des dépôts récents, des essais statiques et avec pompage continu (pendant 2 h) ont été effectués. Les niveaux d'eau dans ces derniers ont étés mesurés du début mai jusqu'à la mi-janvier.

2.2. Comparaison des résultats obtenus à chaque puits

Les résultats des mesures ont été soumis au test de Fisher (test F) afin d'apprécier les écarts de composition du biogaz entre les différents puits pour chaque type de dépôt. Ainsi, suivant le principe général de comparaison du test F, si pour chaque gaz et chaque puits, les productions sont identiques, alors on envisage l'hypothèse nulle. Au contraire, les écarts éventuellement observés seraient dus à l'influence d'autres facteurs ou aux fluctuations en chaque puits. En conséquence, si F observé ou calculé est plus grand que le F théorique, on refuse l'hypothèse nulle et on admet que les différences entre les productions sont significatives. Si F observé est plus petit que le F théorique, on accepte l'hypothèse nulle.

2.3. Estimation du potentiel de production de biogaz

Les potentiels méthanogènes ont été mesurés au laboratoire sur 3 échantillons de déchets prélevés sur le site, par des essais en batch. Le lixiviat du site a été utilisé comme milieu de suspension et inoculum. Pour chaque échantillon de déchet, 12 g de matière organique ont été introduits dans un Erlenmeyer de 500 ml, puis du lixiviat a été ajouté. Pour des conditions d'incubation jugées optimales, le volume de lixiviat ajouté a été calculé pour apporter 8 g de matière organique (soit les 2/3 de l'apport du déchet). Le flacon est ensuite fermé et relié à un système de mesure de production de biogaz par déplacement d'une solution aqueuse acide.

Le potentiel méthanogène ainsi déterminé a servi de base au calcul de la productivité en biogaz du site. Les hypothèses formulées pour ce calcul sont les suivantes :

- Surface considérée : 10 hectares, situés dans la partie récente (âge moyen des déchets estimé à moins de 5 ans garantissant l'établissement de conditions anaérobies) ;

- Hauteur du massif de déchets considérée : 12 m ;
- Masse volumique moyenne des déchets in-situ : 475 kg. m^{-3} ;
- Concentration maximum de méthane : 50 %. Le reste est composé de CO_2, d'oxygène, d'azote ;
- Contenu en matière organique : 60 % w/w ;
- Taux de captation du biogaz de 68 % (hypothèse issue d'études préalables, (Adjiri *et al.*, 2014).

3. Résultats

3.1. Potentiel méthanogène

Le tableau 1 présente les résultats de suivi des essais de pompage de biogaz dans les puits réalisés sur le site.

Le suivi du biogaz aux puits 1, 2 et 3 de captage des anciens dépôts, après assèchement du lixiviat dans les puits et les environs, ont donné des proportions de CH_4 et de CO_2 respectives de 72 % et de 26,8 % pour un pompage continu de 0,62 m^3 par minute. Cependant, après 10 minutes ou plus de pompage, la dépression entraine le remplissage des puits par le lixiviat. Après un nouvel assèchement des puits 1 et 3, la reprise du pompage du biogaz a donné des résultats presque identiques à ceux mentionnés précédemment. Les moyennes respectives des proportions de CH_4 et de CO_2 obtenues après ces différents essais de pompages réalisés après assèchement des puits (en absence de lixiviats) sont respectivement 71,30 et 27,10 %. Cet essai indique que le taux de régénération de biogaz est relativement important dès que le lixiviat est éliminé. Le rapport CH_4/CO_2 reste supérieur ou égal à 2 (tableau 1) et indique bien la grande capacité de la décharge à produire le méthane (volume CH_4 > 2 volumes CO_2).

Dans les dépôts récents (puits 4 et 5), des valeurs constantes de proportions stables de CH_4 et CO_2 respectives de 52,12 % et de 24,45 % ont été obtenues. Ces résultats indiquent que la décharge d'Akouédo a une grande capacité à produire du biogaz. Pour cette zone de déchets récents, les essais de pompage continus indiquent également des compositions stables.

Par ailleurs, l'absence sur la décharge d'Akouédo de couverture imperméable et de système de drainage performant des eaux de ruissellement entraîne en outre l'infiltration des eaux de pluie dans le massif de déchets, augmentant la production de lixiviats. En absence de compaction suffisante, la masse de déchets est perméable et déformable. Le pompage continu du biogaz entraîne le remplissage des puits de lixiviats, suggérant que la masse de déchets est très perméable. Les ouvrages de drainage étant inadéquats, l'eau qui s'infiltre à partir de la surface s'accumule dans le sol et fait monter le niveau de la nappe d'eau dès qu'il pleut. C'est pourquoi les niveaux d'eau dans les puits ont suivi une baisse graduelle lors de l'assèchement des puits, mais remontèrent immédiatement après une pluie. De la mi-décembre à la mi-janvier, les trois puits des anciens dépôts furent asséchés quotidiennement, ce qui entraîna une

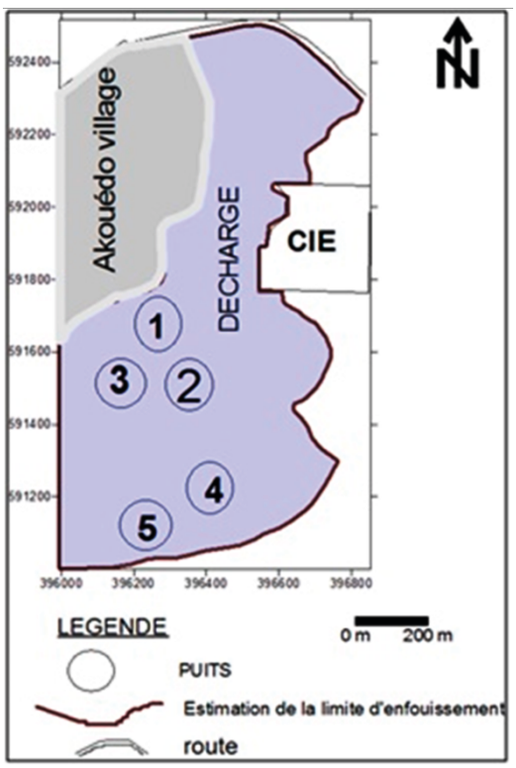

Figure 2. Localisation des puits de captage sur le site de la décharge.

Tableau 1. Suivi de la composition du biogaz en saison sèche dans les différents puits.

N° Puits	% v/v CH_4	% CO_2	% O_2	% N_2
1, 2,3	26,80	0,20	1,00	2,69
1,3	27,40	0,30	1,70	2,58
Moyenne	**27,10**	**0,25**	**1,35**	**2,63**
	53,60	24,90	5,80	16,00
	53,20	25,30	5,90	15,70
	53,60	24,80	5,80	15,80
	53,10	25,70	5,70	15,30
4	53,10	25,50	5,70	15,30
	52,70	25,00	6,10	16,10
	53,80	25,20	6,10	15,90
	53,40	25,00	6,10	15,50
	53,40	25,20	6,00	15,40
	53,10	25,20	5,90	15,80
Moyenne	**53,10**	**25,20**	**5,90**	**15,80**
	52,50	25,10	6,20	15,50
5	52,20	24,20	6,20	17,40
	52,10	24,20	6,30	17,40
	51,70	24,30	6,30	17,50
Moyenne	**52,12**	**24,45**	**6,25**	**16,77**

Puits 1 à 3 : Dépôts récents, dont l'âge des déchets est estimé à moins de 5 ans.

baisse générale du niveau de la nappe d'eau dont l'influence fut observée dans les mares d'eau situées à 300 m et 400 m des puits asséchés. Ceci indique non seulement un rayon d'influence substantiel des puits, mais confirme une fois de plus, une masse de déchets très perméable.

La production de biogaz sur le site d'Akouédo est donc gouvernée respectivement par le niveau du lixiviat, la perméabilité de la masse de déchets et la saison (Adjiri *et al.,* 2014).

D'autre part, la forte perméabilité de la masse de déchets pourrait contribuer à une production uniforme de biogaz sur toute la superficie du site d'enfouissement. Pour vérifier cette hypothèse, nous avons appliqué le test F aux teneurs mesurées en CH_4 et CO_2 des différents puits et par type de dépôts (tableau 2).

On constate que la production de CH_4 se fait de façon relativement uniforme sur l'ensemble de la surface de chaque type de dépôt.

Appliquée à l'ensemble des puits des deux types de dépôt, la différence de fluctuation des productions de CH_4 est significative au seuil de 95 %. L'hypothèse de production homogène n'est donc pas acceptable sur l'ensemble de la surface du site d'enfouissement d'Akouédo. En conséquence, l'application du test F à l'ensemble des puits, indique que le potentiel de production de biogaz n'est uniforme que sur l'ensemble de la masse de déchets enfouis par type de dépôt. Ce test confirme bien la grande homogénéité de la masse de déchets enfouis qui est constituée en majorité de matières biodégradables comme indiqué par Sané (2002).

3.2. Potentiel méthanogène des déchets et production potentielle en méthane du site

Le potentiel méthanogène mesuré sur les déchets à Abidjan est de l'ordre de 387 l de biogaz par kg sec de matière organique. Ce résultat permet d'estimer concernant la décharge d'Akouédo que pour une surface de 10 hectares (200 m × 500 m) et une profondeur moyenne de déchets enfouis de 12 m, une production journalière moyenne de 11 045 m^3 de biogaz contenant en moyenne 50 % de méthane peut être attendue. Ce volume est sous-estimé, puisqu'en production réelle, le taux de production de méthane est supérieur à 50 %. Il peut donc s'accroitre si l'utilisation du site se poursuit et si elle se réalise dans les mêmes conditions qu'au moment de la présente étude. En conséquence, la décharge d'Akouédo constitue une source de pollution continue et d'émission permanente de gaz à effet de serre.

Cette production journalière de biogaz est comparable à la production théorique de plus de 250 000 m^3 qui était

Tableau 2. Étude statistique de variabilité des teneurs en CH_4 et CO_2 suivies dans les différents puits et les différentes conditions expérimentales.

	Nature du gaz	Nature du test F	Résultats du test F
Anciens dépôts	CH_4	Test F calculé	1,79
		Test F théorique	9,01
	CO_2	Test F calculé	10,20
		Test F théorique	9,01
Dépôts récents	CH_4	Test F calculé	11,22
		Test F théorique	19,30
	CO_2	Test F calculé	2,50
		Test F théorique	19,30
Tous les puits	CH_4	Test F calculé	10,54
		Test F théorique	5,05
	CO_2	Test F calculé	4,24
		Test F théorique	5,05

attendue sur toute la décharge de Saaba (Burkina Faso) pour deux ans d'exploitation (Aina, 2006). Ce rapprochement entre la production théorique de la décharge de Saaba et la production effective de la décharge d'Akouédo serait lié non seulement à la similitude dans la nature des déchets produits (la Côte d'Ivoire et le Burkina Faso étant deux pays tropicaux et voisins), mais également aux conditions anaérobies suffisantes dues à la présence permanente du lixiviat. En effet, selon Aina (2006), la fraction fermentescible est prépondérante dans les pays en voie de développement, souvent supérieure à 50 %. À Abidjan, la fraction biodégradable est de l'ordre de 66,43 % (Sané, 2002) et la densité moyenne de 0,315 $t.m^{-3}$ (Terrabo, 2010). À Ouagadougou, la fraction biodégradable est de l'ordre de 63 % (Savadogo *et al.,* 2005) et la densité moyenne des déchets de l'ordre de 0,63 $t.m^{-3}$ (Aina, 2006).

D'autre part, le taux d'émission et/ou de production de méthane à Akouédo est supérieur à celui du CET de Crégy-les-Meaux (France) qui est de 50 % (Balland et Legrand, 2001). Aussi, ce taux moyen de production est également supérieur à celui des décharges de l'Union européenne estimé à 64 % (Institute of Science in Society, 2006). Cette différence serait naturellement liée à la nature des déchets.

Cependant, des mesures d'émanations naturelles effectuées *in situ* par Adjiri *et al.* (2014) et les essais de pompage réalisés, ont permis de constater une plus grande influence de la pluviométrie et de la présence continue ou non du lixiviat sur le potentiel d'exploitation du biogaz à Akouédo. Une bonne surveillance de ces paramètres serait primordiale pour une valorisation réussie du biogaz. Cette valorisation est d'autant plus nécessaire de nos jours qu'en Côte d'Ivoire, en matière d'accès aux services énergétiques (ASE), les conditions de vie des populations n'ont cessé de se détériorer. Ce, malgré l'adoption et la mise en œuvre de différents programmes économiques et sociaux. La pauvreté des populations se traduit aujourd'hui, aussi bien par des revenus limités que par le faible niveau d'accès aux services sociaux de base, dont les services énergétiques modernes (N'guéssan, 2012).

Pourtant, en Côte d'Ivoire, pour faire face aux services énergétiques, dès 1994, le secteur électrique ivoirien s'est ouvert à la production indépendante, avec l'entrée sur le réseau d'une première turbine à gaz, à la centrale de Vridi, suivie en 1997, de la centrale d'Azito. Cette ouverture à la production thermique au gaz naturel avait ainsi bouleversé la configuration du parc de production ivoirien. La part de la production thermique est passée de 31 % en 1990 à 71 % en 2011, après un pic de 74 % en 2005, mettant définitivement un terme au tournant hydroélectrique sur lequel a été bâtie, en 1980, la grille tarifaire en vigueur (Econoler, 2016). Cependant, les charges d'exploitation, notamment celles liées à l'achat du gaz dont le prix est indexé sur celui du pétrole, connaissent présentement un accroissement sensible. Ainsi, dès 1999, le secteur a enregistré un premier déficit d'exploitation. Le déficit culminé qui était de 107 224 millions de FCFA en 2011, est monté, en 2012, à 452 976 millions de FCFA (Econoler, 2016) malgré les différents ajustements tarifaires opérés. En juin 2016, le prix hors taxe du kilowatt-heure (kWh) de l'électricité à usage domestique de 10 ampères est passé à 66 FCFA contre 63 FCFA depuis 2012. En juillet 2016, des manifestations contre cette hausse ont éclaté dans tout le pays. Pourtant, une intégration réussie des énergies renouvelables de la décharge d'Akouédo (biogaz par exemple), dans le réseau électrique national pourrait réduire considérablement le coût de l'électricité jugé aujourd'hui insupportable pour les ménages moyens. Cette intégration pourra se faire en substituant le biogaz au gaz naturel importé.

Conclusion

Des essais statiques et avec pompage effectués sur le site de la décharge indiquent des teneurs de l'ordre de 71,30 % de CH_4 et 27,10 % de CO_2). Cette forte concentration de biogaz serait liée à la nature des déchets qui serait constitués en majorité de déchets biodégradables. Toutefois, les essais avec pompage ont entrainé une dépression au sein du massif de déchets due à l'absence de couverture. Des essais de pompage intermittents ont démontré un taux élevé de régénération de biogaz. La décharge d'Akouédo a donc un potentiel important de production de méthane qui pourrait être récupéré et valorisé. Ces résultats soulignent la nécessité de récupération et de valorisation des biogaz de la décharge d'Akouédo.

Références bibliographiques

Adjiri O. A., Mafou K. C., Konan K. P., (2015). Impact de la décharge d'Akouédo (Abidjan - Côte d'Ivoire) sur les populations : étude socio-économique et environnementale. International Journal of Innovation and Applied Studies, vol. 13, n° 4, pp. 979-989.

Adjiri O. A., Dongo K., Doulaye K., Biémi J., (2014). Caractérisation des impacts chimiques des déchets toxiques déversés à Abidjan (Côte d'Ivoire) : recherche d'indicateurs de suivi des pollutions résiduelles après dépollution. Environnement, Risque & Santé, vol. 13, n° 1, pp. 50-59. https://doi.org/10.1684/ers.2013.0672

Adjiri O. A. (2010). Évaluations environnementale et du risque sanitaire liés à la présence d'une décharge sauvage en secteurs résidentiels dans un pays en voie de développement : cas de la décharge d'Akouédo (Abidjan, Côte d'Ivoire). Thèse de doctorat unique, Université de Cocody (actuelle Université Félix Houphouët Boigny), Abidjan, 230 p.

Aina P. M. (2006). Expertises des centres d'enfouissement techniques de déchets urbains dans les pays en voie de développement : contributions à l'élaboration d'un guide méthodologique et à sa validation expérimentale sur sites. Thèse de doctorat, université de Limoges, Limoges, 236 p.

Balland P. Et Legrand H. (2001). Les risques engendrés par la décharge de Crégy-les-Meaux (77) et les dispositions de précaution à envisager. Inspection Générale de l'Environnement (IGE), Paris., Rapport N° IGE/00/033, 56 p. http://www.ladocumentationfrancaise.fr/var/storage/rapports-publics/014000722.pdf

Bonkoungou J. (2016). Accès à l'électricité : Flexy-Energy, une alternative efficace pour l'accès à l'électricité des populations en milieu rural et périurbain. Rapport d'atelier, LEFASO.net, Ouagadougou, disponible sur : http://lefaso.net/spip.php?article74604, consulté le 10/12/2017.

Brou Y. O. K. (2014). Contribution des structures de précollecte à la gestion des déchets solides ménagers en Afrique subsaharienne : cas du district autonome d'Abidjan (Côte d'Ivoire), Mémoire de fin d'étude, 2iE, Ouagadougou, 72 p.

District d'Abidjan (2004). Rapport d'activités, Direction de l'environnement et de l'hygiène.

ECONOLER (2016). Étude de l'impact du tarif de l'électricité sur la pauvreté et la situation sociale, Abidjan. Disponible sur http://econoler.com/realisations/etude-de-limpact-du-tarif-de-lelectricite-sur-la-pauvrete-et-la-situation-sociale, consulté le 10/12 2017.

Fatiè (2014). Le mensuel d'information de l'Agence nationale de la salubrité urbaine (Côte d'Ivoire), n° 11.

Institute of Science in Society (2006). Le biogaz en Chine. Science in society archive, communiqué de presse du 02/10/2006, 23 p. Disponible auprès de ISIS : http://www.i-sis.org.uk/BiogasChinafr.php

Kouadio G., Dongui B. Et Trokourey A., (2000). Détermination de la pollution chimique des eaux de la zone de la décharge d'Akouédo (Abidjan, Côte d'Ivoire). Revue des Sciences et Technologie, Série A-01, pp. 34-41.

Kouamé K. I. (2007). Caractérisation de la pollution physico-chimique des eaux dans la zone d'Akouédo et étude du risque de contamination de la nappe d'Abidjan par un modèle de simulation des écoulements et du transport des polluants. Thèse de doctorat, université d'Abobo-Adjamé, Abidjan, 212 p.

Meres M. (2009). Analyse de la composition du biogaz en vue de l'optimisation de sa production et de son exploitation dans des centres de stockage des déchets ménagers. Thèse de doctorat, École nationale supérieure des mines de Saint-Étienne, université de Jagiellone, Cracovie, Pologne, 263 p.

N'guessan M. (2012). Programme d'investissement pour l'accès aux services énergétiques en Côte d'Ivoire. Rapport d'étude, Ministère des mines, du pétrole et de l'énergie, Abidjan, 99 p.

Sané Y., (2002). La gestion des déchets à Abidjan : un problème récurrent et apparemment sans solution. African Journal of Environmental Assessment and Management/Revue Africaine de Gestion et d'Évaluation Environnementales, vol. 4, n° 1, pp. 13-22.

Savadogo P., Sougouti M., Kafando P., Béré A., Segda G. B. Et Koulidiati J. (2005). Guide pour l'utilisation de la méthode « MODECOM » en vue de la caractérisation des ordures ménagères des villes du Burkina-Faso. Rapport d'étude, Ouagadougou, 7 p.

Sustainable energy for all (2012). Évaluation rapide et analyse des gaps de la Côte d'Ivoire : énergie durable pour tous. Conférence des Nations Unies sur le Développement Durable, Rio+20, Rio de Janeiro, 44 p. https://www.seforall.org/sites/default/files/I/2015/05/Cote_dIvoire_RAGA.pdf

Terrabo-Ingénieur Conseil 2010. Étude de caractérisation des déchets urbains du District d'Abidjan. Rapport final/MESU/DGVCV, 107 p.