

VALORISATION ÉNERGETIQUE DES DÉCHETS MUNICIPAUX

Cas de la ville de Lubumbashi

République Démocratique du Congo

Par

LWAMBA MUBA TEDDY

Doctorant en génie électrique à

GIRNE AMERICAN UNIVERSITY

teddym08@gmail.com



Abondance et gestion malhabile des déchets municipaux à Lubumbashi

Lubumbashi, 30 mai 2018, centre ville, place de la gare

Résumé

La pénurie en énergie électrique est une préoccupation majeure dans les pays en voie de développement. Elle est à la base d'un retard conséquent d'industrialisation. Elle ne permet pas aux ménages de vivre confortablement. La République Démocratique du Congo, large pays au coeur de l'Afrique, avec une superficie de 2 345 409 Km², n'échappe pas à ce phénomène de carence en électricité. Le taux de desserte du pays en électricité est de 9%.

Pour palier rapidement à cette situation, beaucoup de pays africains n'ont plus d'autre choix que la diversité des sources d'énergies renouvelables, analogues au solaire, à la biomasse, à l'éolienne, disponibles dans leurs pays.

L'objet du présent article est d'apporter une contribution à la réflexion sur la situation de pénurie en énergie électrique et surtout d'avancer des propositions pour améliorer la gestion des déchets municipaux, en leur accordant une valeur d'intérêt général. La valorisation des déchets municipaux d'une mégapole africaine comme Lubumbashi, pourrait servir également de référence à d'autres villes des pays en voie de développement en quête de nouvelles sources d'énergie.

Mots clés:

- *Déchets municipaux,*
- *Valorisation énergétique,*
- *Énergie renouvelable.*

1. Introduction

La pénurie en énergie en Afrique subsaharienne, et particulièrement en République Démocratique du Congo, est une préoccupation majeure. La RDC avec un taux de desserte en électricité de 9 %.

La pénurie en énergie en Afrique subsaharienne, et particulièrement celle que vit la République Démocratique du Congo, pays aussi vaste que toute l'Union Européenne est un exemple vivant de ce phénomène qui touche tout le continent. Il est ainsi impérieux de recourir à plusieurs formes d'énergies renouvelables pour tenter d'inverser cette situation au plus tôt.

Dans les grandes villes de la RDC, cela devient encore plus urgent car toute la population s'y concentre et la pénurie ne cesse de croître. L'exode rural fait que la croissance de la population est géométrique alors que les infrastructures évoluent arithmétiquement.



**Mise à feu des enfouissements des déchets à Lubumbashi :
risques de gaz toxiques**

Lubumbashi, ville, 30 mai 2018, enfouissement du CRAA

L'installation des infrastructures ne suit pas la croissance rapide de la population qui se nourrit de l'exode rural. Cela se traduit par la présence de zones en pleine ville non desservies en électricité. L'accroissement de la population crée non seulement un déficit en électricité mais il est à l'origine d'un autre drame : celui de la mauvaise gestion de l'augmentation des décharges et des enfouissements des déchets municipaux. Cette mauvaise gestion présente de graves risques.

Pour illustrer notre propos, nous avons choisi le contexte de la ville de Lubumbashi, seconde ville de la RDC après Kinshasa, la capitale. Avec plus de deux millions d'habitants, Lubumbashi a un taux de desserte en électricité de 40 % [6]. Sa population augmente autant que la quantité des déchets produits. Pendant ce temps, la fourniture d'électricité est en baisse. La brigade d'assainissement de la mairie de Lubumbashi, chargée de la collecte des ordures, assemble huit cent tonnes de déchets par jour. Mieux gérée et valorisée, cette quantité de déchets pourrait constituer une source potentielle d'énergie électrique, au bénéfice d'une

bonne partie de la ville. La bonne gestion des décharges et des enfouissements municipaux, pourrait anticiper les risques de créations de N₂O (Oxyde nitreux). Le taux de N₂O qui se propage lors des décharges brûlées sans contrôle, est plus dangereux que celui du CO₂ [1]. La méthanisation qui se produit lors de la décomposition des matières organiques dans les enfouissements est également plus dangereux que du CO₂[1].

Eu égard à la situation qui se présente dans la ville, en termes de pénurie en électricité et de la nécessité de la bonne gestion des déchets face aux risques présentés, la production de l'énergie électrique à partir de déchets municipaux se présente comme une solution idéale de valorisation. Cette transformation des déchets mettrait sur le marché une énergie électrique légèrement plus chère par rapport au kWh (7,8 c\$ USD), produit en hydroélectricité (populaire en RDC), mais elle sera moins chère, comparée au diesel qui est la source d'énergie de secours à Lubumbashi dont le kWh est à 45 c\$ USD.

En effet, la plupart des études de préféabilité de construction de centrales utilisant les déchets en Asie, situent le prix du kWh de l'énergie issue de la valorisation des déchets municipaux à 12 c\$ USD en moyenne. [7]

Le cadre légal congolais ayant connu des modifications majeures avec la loi n° 14/011 du 17 juin 2014, relative au secteur de l'électricité, qui libéralise le secteur, encourage la diversité en termes d'exploitation des ressources et de participation de producteurs du secteur privé. [2]

Pendant notre étude, nous avons évalué la "capacité installée" de la centrale de valorisation des déchets en énergie électrique, en utilisant la démarche suivante:

- Évaluer la quantité journalière de déchets collectés à Lubumbashi;
- Identifier les grands centres de décharge dans la ville;
- Choisir une technologie adéquate pour notre future centrale de valorisation de déchets;
- Déterminer la puissance générée par la centrale;
- Calculer la taille et la localisation de la future centrale thermique.

Avec cette démarche, nous avons pris en compte 5 Kg d'échantillons triés de chacune des trois décharges principaux de la ville de Lubumbashi. Ensuite nous avons effectué une analyse au laboratoire afin de nous rassurer de la composition des déchets. Puis, nous avons choisi la technologie adéquate pour la transformation des déchets municipaux, en fonction des avantages économiques et de coûts opérationnels. Le pouvoir calorifique a été calculé en fonction des résultats de la composition des déchets municipaux de Lubumbashi. La taille de la centrale a été estimée à 6.8 MW. Un site confortable a été proposé sur une base de critères selon l'image générée sur google Map (carte 1, page 12).

2. Évaluation de la quantité de déchets minicipaux de Lubumbashi

Lubumbashi est une ville située au Sud-Est de la RDC. Elle compte 2,8 millions d'habitants. Elle s'étend sur une superficie de 747 Km² avec une densité de 3700 Hab./Km². On l'appelle la capitale du cuivre pour les importants gisements cuprocobaltifère se trouvant dans la province dont elle est le Chef-Lieu. Lubumbashi est subdivisée en sept communes à savoir : Kamalondo, Kampemba, Katuba, Ruashi, Lubumbashi, Annexe, et Kenya.

La collecte des déchets dans cette ville est organisée par la mairie de Lubumbashi, via un service appelé "Brigade d'assainissement".

Le tableau ci dessous, montre le type des camions utilisés, la capacité de charge, le nombre des courses effectuées par jour et le total de la charge journalière.

Tableau 1. Quantité des déchet ménagers collectés par jour à Lubumbashi.

| Communes | Type de Véhicule | Nombre de camions affectés | Quantité Chargée/Course | Nombre de courses effectués/jour | Total chargé par commune/jour |
|-------------------|------------------|----------------------------|-------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| KAMALONDO | Camion benne | 1 | 5.0 | 8 | 40 |
| LUBUMBASHI | Camion benne | 3 | 5.0 | 10 | 150 |
| KENYA | Camion benne | 2 | 5.0 | 10 | 150 |
| KATUBA | Camion benne | 3 | 5.0 | 10 | 150 |
| KAMPEMBA | Camion benne | 3 | 5.0 | 10 | 150 |
| ANNEXE | Camion benne | 2 | 5.0 | 8 | 80 |
| RUASHI | Camion benne | 2 | 5.0 | 8 | 80 |
| TOTAL | | | | | 800 Tonnes/jour |

Source : l'auteur (résultats d'évaluations auprès de la Brigade d'Assainissement; 5 au 26 octobre 2017).

En fonction des 800 tonnes de déchets municipaux produites par jour, nous avons estimé la quantité de déchets par habitant de Lubumbashi en faisant le calcul suivant:

$$\frac{\text{Total des déchets municipaux/jour}}{\text{Nombre d'Habitant de la ville}} = \frac{800\,000\text{ Kg/Jour}}{2.8\text{ millions d'habitants de Lubumbashi}}$$

$$= 0,28\text{Kg ou } 280 \frac{\text{gramme}}{\text{jour}} / \text{habitant}$$

0,28 Kg/jour de déchets par habitant, montrent à suffisance que la RDC est un pays en développement où sévit encore la pauvreté. Les ratios montrent que dans les sociétés occidentales la production de déchets ménagers se situe entre 2.75 et 4.0 Kg/jour. [4]

2.1. Composition des déchets municipaux de la ville de Lubumbashi

Nous avons subdivisé les déchets de la ville de Lubumbashi en fonction des résultats du laboratoire, en 7 catégories principales:

- i. Fruits et légumes;
- ii. Plastiques;
- iii. Papiers;
- iv. Bois et cartons;
- v. Textiles;
- vi. Cuir et caoutchoucs;
- vii. Céramiques et autres.



**Bac à benne : 5 tonnes de déchets collectés par jour
par la brigade d'assainissement**

Lubumbashi, 30 Mai 2018, Marché central M'zee Laurent D. Kabila

Les résultats issus des 5 Kg de déchets recueillis dans chacun des trois principaux points de

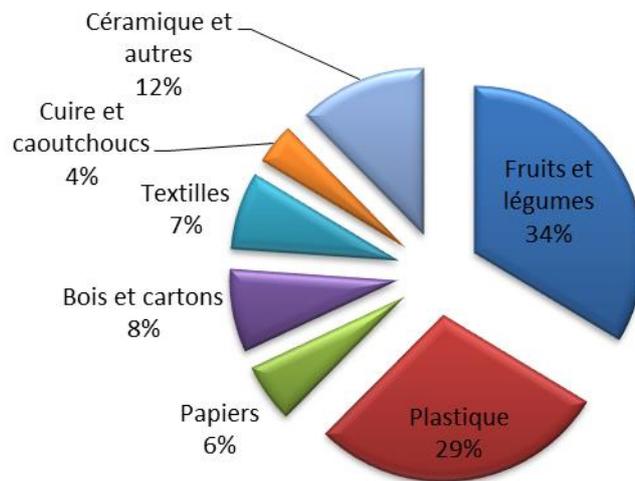
décharge de Lubumbashi, sont renseignés dans le tableau 2 ci-dessous.

Tableau 2. Résultats de la composition des déchets municipaux de Lubumbashi

| Zone de décharge | Date de collecte d'échantillon | Fruits et légumes | Plastique | Papiers | Bois et cartons | Textiles | Cuire et caoutchoucs | Céramique et autres |
|---|--------------------------------|-------------------|-------------|------------|-----------------|------------|----------------------|---------------------|
| KASANGIRI | 14.10.2017 | 33 | 29 | 5 | 8 | 7 | 3 | 15 |
| KAFUBU | 14.10.2017 | 40 | 28 | 4 | 7 | 6 | 5 | 10 |
| CRAA | 14.10.2017 | 28 | 29 | 8 | 9 | 10 | 4 | 12 |
| Composition des déchets en pourcentage (%) | | 33.7 | 28.7 | 5.7 | 8.0 | 7.6 | 4.0 | 12.3 |

Source : l'auteur (résultats issus du laboratoire).

Composition des déchets municipaux de Lubumbashi



Graphique 1. Composition des déchets municipaux de Lubumbashi en pourcentage (%).



Composition des déchets municipaux de Lubumbashi:
type humide avec plus de cinq catégories principales de déchets

Lubumbashi, 30 mai 2018, décharge de Kafubu

3. Choix de la technologie pour la future centrale

Il existe plusieurs technologies en matière de transformation de déchets en électricité.

On peut citer par exemple :

- 1) La gazification par torche à plasma que nous avons éliminée pour la complexité de sa maintenance. [4]
- 2) La gazification conventionnelle qui'a pas été choisie pour son coût élevé à l'acquisition du matériel; tout vomme la pyrolyse, pour la lenteur dans le process.

Nous avons choisi l'option de l'incinération, pour la simplicité de sa pocédure de fonctionnement et pour la faiblesse des charges opérationelles [9]. Le fonctionnement de l'incinération est le suivant : les déchets collectés sont deversés dans une fosse, puis placés vers un pont mouvant qui les transporte vers un four où ils sont incinérés à la température de 850 °C. Il se dégage ainsi une chaleur lors de la combustion alimentant une chaudière produisant de la vapeur d'eau, qui va à son tour faire tourner une turbine et produire de l'électricité par son accouplement avec un alternateur. [5]

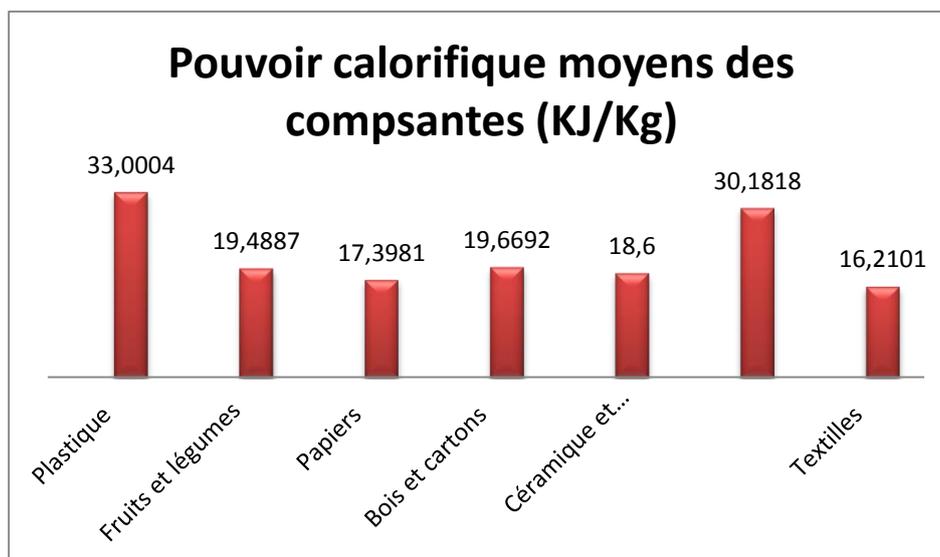
4. Évaluation de la puissance de la centrale

Les différentes composantes des décharges à Lubumbashi ont chacune un certain pouvoir calorifique qui s'exprime en KJ/Kg, dont nous donnons les valeurs chiffrées dans le tableau 3 ci-dessous. Nous déduisons également le taux d'humidité qui se trouve dans chaque entité, puis nous dégageons la composition finale issue de la partie sèche de chacune des entités constituant les déchets. La valeur totale du pouvoir calorifique de la partie sèche, nous permettra de déterminer la taille de la future centrale. [10]

Tableau 3. Pouvoir calorifique des composants des déchets municipaux de Lubumbashi

| Composants de déchets | Plastique | Fruits et légumes | Papiers | Bois et cartons | Céramique et autres | Cuire et caoutchoucs | Textiles |
|--|---------------|-------------------|----------------|-----------------|---------------------|----------------------|---------------|
| Pouvoir calorifique (KJ/Kg) | 25,211-40,897 | 18,411-20,732 | 16,289-18,6101 | 18,601-20,925 | 18,600 | 23,149-37,231 | 15,114-17,335 |
| Valeur moyenne du pouvoir cal. (KJ/Kg) | 33,0004 | 19,4887 | 17,3981 | 19,6692 | 18,600 | 30,1818 | 16,2101 |

Source : L'auteur (résultats issus du laboratoire).



Graphique 2. Pouvoir calorifique moyens des composants des déchets (KJ/Kg)

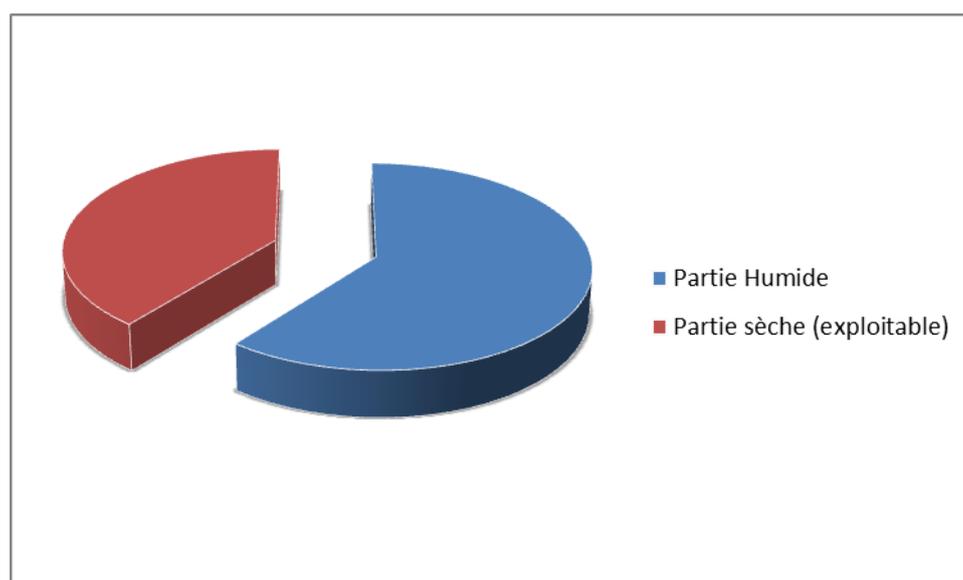
Tableau 4. Pouvoir calorifique final issu de la partie sèche de composants des déchets municipaux de Lubumbashi

| | Fruits et légumes | Plastique | Papiers | Bois et cartons | Textiles | Cuire et caoutchoucs | Céramique et autres |
|--|-------------------|-----------|---------|-----------------|----------|----------------------|---------------------|
| Composition des déchets en pourcentage (%) | 33.7 | 28.7 | 5.7 | 8.0 | 7.6 | 4.0 | 12.3 |
| Taux d'humidité dans les composantes | 21.2 | 59.7 | 48.2 | 60.1 | 62.1 | 57.1 | 0 |
| Pourcentage de la partie sèche, exploitable faisant 39,3% des déchets. | 6.5 | 12.1 | 5.9 | 6.9 | 5.8 | 2.1 | 0 |
| Pouvoir calorifique final | 1266,7 | 3993,4 | 1026,4 | 1359,2 | 1078,2 | 633,8 | 0 |
| TOTAL LA PARTIE SECHE REPRESENTE 39,3 % est le pouvoir calorifique moyen est | | | | | | 9358,3 KJ/Kg | |

La partie combustible des déchets municipaux de Lubumbashi, est de 39,3 % , et son pouvoir calorifique moyen est de 9358,3 KJ/Kg. Ceci nous permet de déduire la quantité utile des déchets journaliers de la manière suivante:

$$\frac{\text{Quantité totale des déchets journalier} \times \text{pourcentage de la partie sèche}}{100} = \frac{800 \times 39,3}{100}$$

$$= 314,4 \frac{\text{tonnes}}{\text{jour}}$$



Graphique 3. Montrant en rouge la partie exploitable dans les déchets collectés.

314,4 tonnes/jour représentent la quantité exploitable par jour à Lubumbashi avec un pouvoir calorifique moyen de 9358,3 KJ/Kg. Le système thermique utilisé dans la transformation des déchets en énergie électrique a une efficacité de 20 %.[7].

Nous pouvons ainsi considérer les valeurs ci-dessus, pour déduire la taille de la future centrale thermique exploitant le déchet comme matière première:

$$\frac{\text{Quantité totale des déchets journalier secs (Kg) x pouvoir calorifique moyen et global x efficacité de transf.}}{100} = \frac{314\,400 \times 9358,3 \times 0,20}{100} = 588,44 \frac{GJ}{\text{Jour}}$$

étant donné que : 1MJ/sec = 1 MW,

$$\frac{588\,440}{86400} = 6,8 \text{ MW}$$

est la taille de la future centrale de valorisation des déchets municipaux en énergie électrique dans la ville de Lubumbashi, fonctionnant avec une source renouvelable.

5. Localisation de la future centrale de Lumumbashi

Le choix du site de la future centrale a été fait sur base des critères suivants: la direction du vent, la distance par rapport à la zone habitée, la proximité avec une sous-station et une ligne de distribution, la proximité avec la ville de Lubumbashi.

La carte ci-dessous tirée de google Map, situe la centrale à 14 Km du centre ville de Lubumbashi, à 6 Km de la sous-station du CRAA et à 0.5 Km de la grande décharge de Kasangiri.



Carte 1. Localisation de la future centrale de valorisation des déchets municipaux de Lubumbashi, en énergie électrique.

6. Conclusion

Sur la base des études effectuées, nous avons pu dégager une capacité de 6.8MW pour une centrale thermique à Lubumbashi. Ceci permet de mettre en valeur les déchets et de limiter les dangers liés aux mises à feu incontrôlées et aux enfouissements dangereux. Car avec une telle initiative tous les déchets seront acheminés vers un seul point, où sera installée la centrale. Les décharges ne seront pas décentralisées. Une politique d'achat des déchets pourrait être mise en place pour inciter la population à se débarrasser des déchets et pour les amener auprès des collecteurs de la brigade d'assainissement de Lubumbashi.

D'autres parts, produire 6.8 MW à Lubumbashi revient à électrifier décemment plus de 2000 foyers. Sur cette base d'étude, nous pouvons faire rehausser le taux de desserte en électricité à Lubumbashi par la production de l'énergie renouvelable. Des études similaires peuvent être effectuées dans d'autres villes africaines et même partout dans le monde, afin de quantifier le potentiel énergétique des déchets municipaux. Ce procédé de recyclage des déchets à des fins d'exploitation, permettra à beaucoup de villes de pouvoir effectuer des projets bénéfiques et positifs. Notre étude aura ainsi servi de référence à d'autres villes des pays en voie de développement en quête de nouvelles sources d'énergie.

7. REFERENCES

- [1] OMS, Lignes directrices OMS relatives à la qualité de l'air : particules, ozone, dioxyde d'azote et dioxyde de soufre, 2005 p.17-19.
- [2] Journal Officiel de la RDC, "Loi 14/11 du 17 juin 2014, relative à la libéralisation du secteur de l'électricité", 2014.
- [3] Noor, R.O. Yusuf, "An overview for energy recovery from municipal solid waste (MSW) IN Malaysia scenario," Renewable and sustainable Energy reviews, vol.20, pp. 354-383,2013.
- [4] Los Angeles county solid waste management committee, "conversion technology evaluation report", 2015.
- [5] Parlement Européen, "Rapport sur la valorisation énergétique des déchets,"2016. Pp 2-3.
- [6] Société Nationale d'électricité du Congo SNEL, "Rapport trimestrielle", 2016, pp 5-11.
- [7] Khan and Hogue, "Installation of a solid waste fuelled power plant in Chittong, Bangladesh. A feasibility study" in strategic technology.2016, pp 208- 210.
- [8] G. Young, "Municipal solid waste to energy conversion processes: Economic technological and renewable comparisons."2010.
- [9] World Bank, "Municipal Solid waste incineration", 1999.
- [10] Farooq,"Project of renewable penetration in the energy mix of pakistan", renewable and sustainable energy reviews vol. 29, 2014, pp 683-694.