

CHAPITRE 14 ANALYSE COMPARATIVE DES ALTERNATIVES DE TRAITEMENT DES DECHETS METTANT L'ACCENT SUR LE SYSTEME DE VALORISATION ENERGETIQUE DES DECHETS

14.1 Introduction

(1) Contexte

Dans la Zone d'Etude, plusieurs questions de gestion des déchets solides liées à l'augmentation rapide de la population urbaine et à la quantité des déchets ont été identifiées. En effet, comme il n'existe pas, à ce jour, un Centre d'enfouissement technique (CET), les décharges actuelles sont exploitées d'une manière sauvage, entraînant de graves problèmes sociaux et environnementaux. Le manque de terres disponibles est une autre question à méditer; il n'est pas facile d'identifier un site approprié pour une décharge, eu égard à la forte opposition du public à l'exploitation du CET de Sindia. Même si l'exploitation du CET de Sindia reprenait, la durée de vie du site est estimée à 15 ans seulement. Ces défis appellent à une gestion appropriée des déchets, telle que le traitement sanitaire et la réduction du volume de déchets dans la Zone d'Etude. Dans ce contexte, la Mission d'Etude de la JICA a analysé le potentiel de la «valorisation énergétique des déchets» comme étant l'une des solutions.

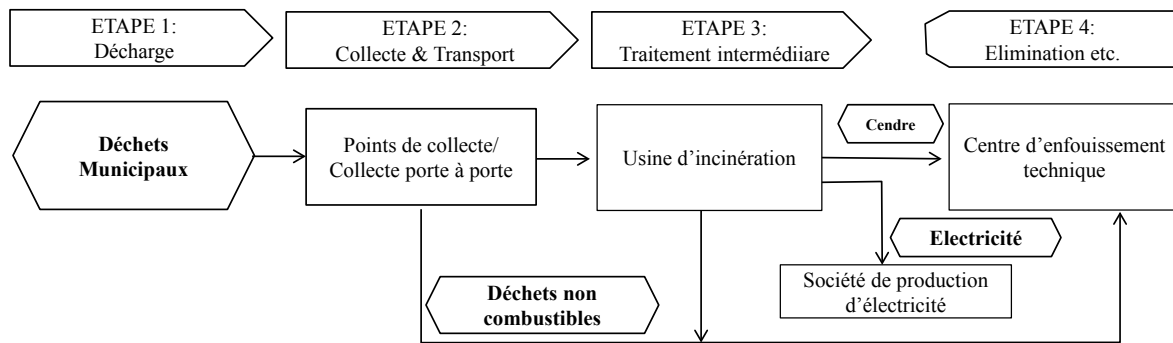
Le système de valorisation énergétique des déchets, ou d'incinération, a été largement adopté en tant que système de traitement immédiat, avant l'élimination finale. Les principaux avantages de l'incinération sont énumérés ci-dessous.

- Le rejet final peut se faire de façon plus sanitaire.
- Une réduction considérable du volume de déchets peut être obtenue. La durée de vie des sites d'enfouissement peut être prolongée de façon significative car les déchets peuvent être réduits à 10% en poids et à environ 5% en volume par l'incinération.

Dans le cadre du processus d'incinération, des gaz de combustion et une grande quantité d'énergie thermique sont produits. Le système de valorisation énergétique des déchets est une méthode visant à produire de l'électricité (et de la chaleur) par la récupération efficace de l'énergie thermique générée par les incinérateurs. Cette méthode est différente de celle des centrales électriques conventionnelles; le rôle principal d'une incinération consiste à réduire le volume des déchets, tandis que la partie production d'électricité peut y être associée.

Toutefois, le système de valorisation énergétique des déchets est très efficace pour augmenter l'efficacité de l'investissement dans l'élimination des déchets et la protection de l'environnement en installant des équipements pour fournir une valeur ajoutée aux incinérateurs.

Le synopsis du système de valorisation énergétique des déchets est présenté à la Figure 14.1.1.



Source: Mission d'Etude de la JICA

Figure 14.1.1 Synopsis du système de valorisation énergétique des déchets (Exemple)

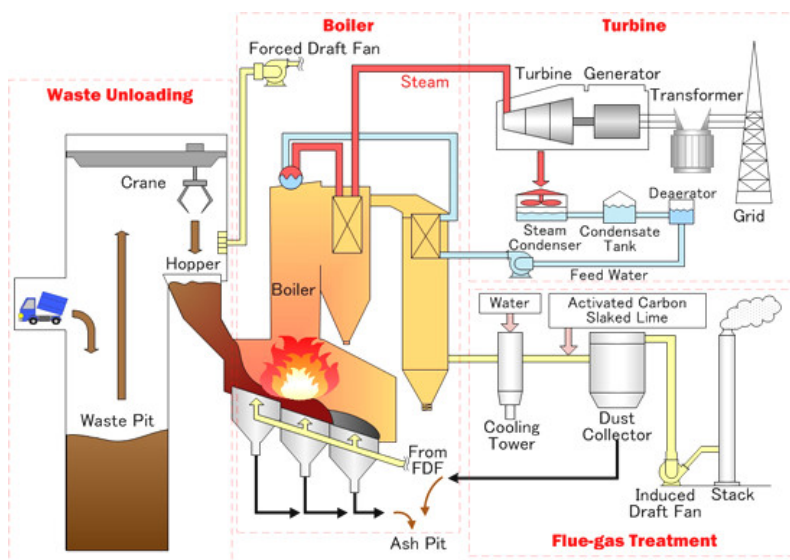
(2) Caractéristiques du système de valorisation énergétique des déchets

Les principales caractéristiques du système de valorisation énergétique des déchets sont répertoriées comme suit.

- Le paiement de carburant pour la production d'énergie électrique n'est pas nécessaire, parce que les déchets combustibles sont eux-mêmes les combustibles.
- Les incinérateurs peuvent être exploités de façon stable tout au long de l'année, parce que la variation des quantités de déchets produites au quotidien est relativement faible.
- L'électricité nécessaire au fonctionnement d'un incinérateur peut être fournie par des équipements de production supplémentaires, et la vente de l'excédent d'électricité peut générer des revenus.
- Le coût de construction de nouvelles lignes de distribution peut être réduit, en construisant les incinérateurs à proximité des zones où la demande d'énergie est forte.
- Il y a des composantes nocives dans les gaz de combustion et la cendre, parce que les déchets municipaux peuvent contenir des substances diverses. Ainsi, les incinérateurs devraient disposer d'équipements efficaces pour éliminer ces éléments nuisibles, et les émissions dans l'atmosphère et l'environnement immédiat peuvent être presque entièrement réduits.
- Étant donné qu'une grande quantité de déchets organiques et de déchets de papier constitue de la biomasse, les incinérateurs sont considérés comme des sources d'énergie renouvelables. Ce concept a été accepté dans le monde entier.
- En outre, comme les matériaux combustibles tels que le bois et les morceaux de plastique contenus dans les déchets industriels peuvent être incinérés de la même façon, cela peut entraîner une réduction du volume de ces matériaux et une augmentation de la production d'énergie.
- En outre, la combustion mixte avec un charbon bas de gamme et moins cher comme le lignite est possible; une plus grande capacité de production d'électricité peut être prévue, indépendamment de la quantité limitée de déchets.

14.2 Aperçu sur les installations de valorisation énergétique des déchets

Un système typique de valorisation énergétique des déchets est illustré à la Figure 14.2.1.



Source: www.yokogawa.com

Figure 14.2.1 Système typique d'une unité de valorisation énergétique des déchets

- Les déchets entrant sont stockés temporairement dans une fosse à déchets de l'unité d'incinération.
- A l'aide d'une benne preneuse, les déchets sont jetés dans le fourneau d'une chaudière pour incinérer par une trémie à l'intervalle de temps qui est nécessaire pour une incinération continue et stable.
- Afin d'incinérer efficacement les déchets contenant beaucoup d'humidité, des technologies uniques sont utilisées dans la conception du fourneau. Chaque fabricant d'unité d'incinération a développé sa propre technologie.
- Le gaz de combustion à haute température chauffe les treillis des tubes d'eau en haut d'une chaudière pour produire de la vapeur chaude.
- La vapeur à haute pression produite est envoyée vers une turbine à vapeur dans une salle de production pour produire de l'électricité.
- La vapeur d'eau est condensée par un condenseur de tige refroidi à l'air avant d'être transférée de manière cyclique vers chaudière.
- Le gaz de combustion provenant de la chaudière est nettoyé ou décontaminé par une série d'unités de traitement du gaz, telles qu'un collecteur de poussière, avant d'être libéré à partir d'une pile.

14.3 Déchets à incinérer à travers le « système de valorisation énergétique des déchets »

14.3.1 Quantité totale de déchets municipaux

La quantité totale de déchets municipaux produite est estimée à 1 581 tonnes / jour, qui a été calculée sur la base de la quantité de déchets entrant à la décharge existante. Les déchets industriels et les

déchets médicaux ont été exclus de la quantité totale de déchets entrants (1 700 tonnes / jour): ils sont respectivement de l'ordre de 6% et 1% de tous les déchets entrants.

14.3.2 Déchets à incinérer à travers le « système de valorisation énergétique des déchets »

(1) Types de déchets à incinérer à travers le « système de valorisation énergétique des déchets »

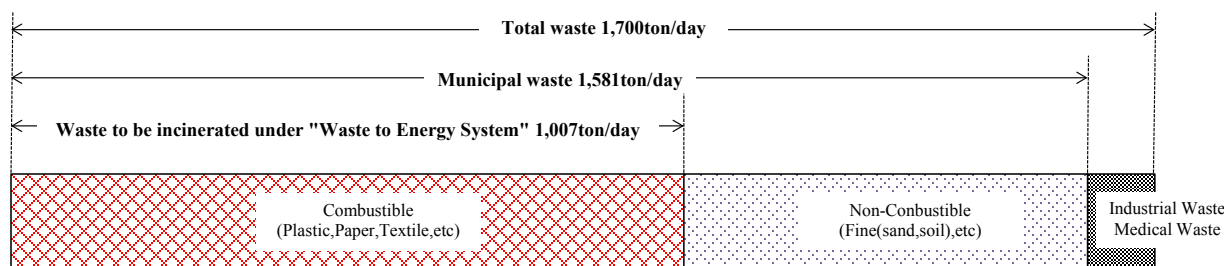
Dans l'analyse du système de valorisation énergétique des déchets, il est nécessaire d'identifier quels types de déchets peut être traité par incinération. Les déchets ciblés par le système de valorisation énergétique des déchets ont été déterminés selon les règles suivantes:

- Les métaux comme le fer et l'aluminium ont été exclus, parce que l'incinération ne s'occupe essentiellement que des déchets combustibles.
- Les matières fines ont également été exclues, parce qu'elles ne sont pas concernées par la réduction des déchets, et elles pas de pouvoir calorifique.
- Tous autres déchets, à l'exception de ceux mentionnés ci-dessus, sont considérés comme des déchets appropriés pour l'incinération.

(2) Caractéristiques de déchets à incinérer à travers le « système de valorisation énergétique des déchets »

La quantité de déchets à incinérer par le système de valorisation énergétique des déchets est de 1 007 tonnes / jour, qui a été calculée sur la base des résultats de la caractérisation des déchets: les matières fines et le métal ont été soustraites de la quantité totale de déchets entrant (1 581 tonnes / jour).

La répartition de la quantité de déchets dans la Zone d'Etude est représentée dans la Figure 14.3.1 et 14.3.2 La quantité et la composition des déchets à incinérer dans le cadre du système de valorisation énergétique sont présentées dans le Tableau 14.3.1.



Source: Mission d'Etude de la JICA.

Figure 14.3.1 Répartition de la quantité de déchets dans la Zone d'Etude

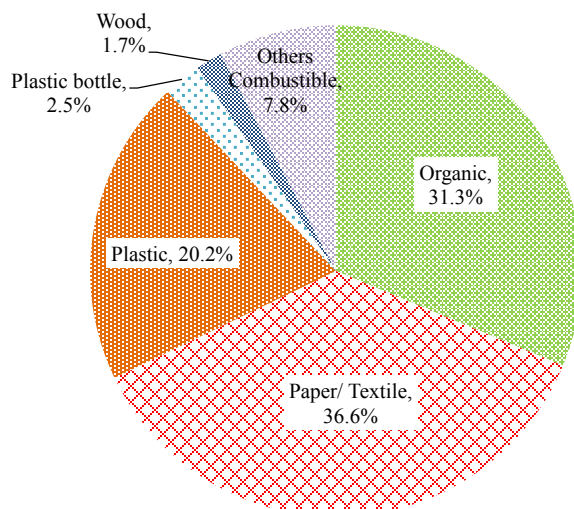
Tableau 14.3.1 Quantité et composition des déchets à incinérer dans le cadre du système de valorisation énergétique

Rubrique	Pourcentage (%)	Quantité (tonne/jour)
Matières Organiques	31,3%	315
Papier/ Textile	36,6%	368
Plastique	20,2%	203
Bouteille plastique	2,5%	25
Bois	1,7%	18
Autres combustibles	7,8%	78
Total	100%	1 007

Note : 1) La caractérisation des déchets a été menée à partir du 7 au 13 octobre 2015 sous la supervision de la Mission d'Etude de la JICA.

2) "Autres combustibles" comprend tout autre déchet combustible, qui n'est pas classé comme "matière

organique”, ”papier/textile”, ”matières plastiques”, “bouteille plastique” et “bois”.
 Source: Mission d’Etude de la JICA.



Source: Mission d’Etude de la JICA

Figure 14.3.2 Composition des déchets à incinérer à travers le système de valorisation énergétique

(3) Trois composantes des déchets ciblés pour le système de valorisation énergétique des déchets

Trois composantes ont été analysées afin de saisir l'efficacité de l'incinération des déchets. A supposer que la majorité des "cendres" est originaire de matières fines, le pourcentage de "cendres" a été considéré comme étant de 5,0%; les 95% restants ont été répartis entre "humidité" et "combustible". Les résultats des calculs sont présentés dans le Tableau 14.3.2.

Tableau 14.3.2 Trois composantes (la proportion de cendre est supposée être de 5%)

Rubrique	Humidité	Combustible	Cendre	Total
Pourcentage	43,0%	52,0%	5,0%	100%

Source: Mission d’Etude de la JICA

(4) Valeurs calorifiques des déchets ciblés pour le système de valorisation énergétique des déchets

Les pouvoirs calorifiques ont été calculés et analysés selon deux méthodes: 1) Estimation par trois composantes, 2) Estimation par la caractérisation des déchets. Les résultats des calculs sont présentés dans le Tableau 14.3.3 et 14.3.4.

Estimation par trois composantes

La formule suivante a été utilisée pour calculer le pouvoir calorifique le plus faible, sur la base des trois composantes. Les résultats de cette estimation sont présentés au Tableau 14.3.3.

$$HI = \alpha B - 25W$$

(HI: Valeur calorifique plus faible, α : 190 ~ 230, B: Combustible [%], W: Humidité [%])

Tableau 14.3.3 Estimation de la valeur calorifique (par les trois composantes)

Rubrique	Fourchette (kJ/kg)	Valeur intermédiaire (kJ/kg)	Fourchette (kcal/kg)	Valeur intermédiaire (kcal/kg)
Valeur calorifique	8 805~ 10 885	9 845	2 106~ 2 604	2 355

Note : 1) 1cal = 4,18 J.

2) Toutes les données ont été arrondies à des nombres entiers.

Source: Mission d'Etude de la JICA.

Estimation par la caractérisation

La formule suivante a été utilisée pour calculer le pouvoir calorifique le plus faible, sur la base de la caractérisation. Les résultats de cette estimation sont présentés au Tableau 14.1.4.

$$HI = \beta(B - P) + \gamma P - 25W$$

(HI: Valeur calorifique plus faible, β : 180~190, γ : 310~340,

B: Combustible [%], P: Plastic [%], W: Humidité [%])

Tableau 14.3.4 Estimation de la valeur calorifique (par la caractérisation)

Rubrique	Fourchette (kJ/kg)	Valeur intermédiaire (kJ/kg)	Fourchette (kcal/kg)	Valeur intermédiaire (kcal/kg)
Valeur calorifique	10 962~ 11.893	11 427	2 622~ 2 845	2 734

Note : 1) 1cal = 4,18 J.

2) Toutes les données ont été arrondies à des nombres entiers.

Source: Mission d'Etude de la JICA.

Sur la base des résultats des deux types de calcul, les valeurs calorifiques sont estimés entre 2 100-2 800 kcal / kg, ce qui est plus élevé que celles du Japon. Il a été jugé que les pouvoirs calorifiques sont suffisants pour introduire un système de valorisation énergétique des déchets.

14.4 Evaluation du système de valorisation énergétique des déchets

14.4.1 Critère d'évaluation

Les six (6) critères suivants ont été pris en compte pour l'évaluation du système de valorisation énergétique des déchets.

- Contrôle de la pollution / traitement sanitaire
- Quantité finale à éliminer
- Réduction des gaz à effet de serre (émissions de CO₂)
- Efficacité de l'investissement
- Nécessité de tri des déchets
- Exploitation et entretien des installations

Les conditions requises pour l'évaluation sont présentés dans le Tableau 14.4.1.

Tableau 14.4.1 Conditions préalables à l'évaluation

Rubrique	Description
Quantité annuelle de déchets incinérés	367 555 tonnes/an (1 007 tonnes/jour × 365 jour/an)
Capacité des unités d'incinération	1 200tonne/jour (600 tonne/jour x 2 plants)
Jours opérationnels annuels	310 jours (85% de taux d'exploitation de l'unité)
Trois composantes des déchets ciblés	Humidité 43.0% Combustible 52.0% Cendres 5%
Les pouvoirs calorifiques	2 100~ 2 800 kcal/kg (8 800~ 11 700 kJ/kg)

Source: Mission d'Etude de la JICA

14.4.2 Contrôle de la pollution et traitement sanitaire

La décharge actuelle de Mbeubeuss est gérée comme une décharge à ciel ouvert, et sachant qu'elle ne fait pas l'objet d'un traitement sanitaire, les résidents voisins se plaignent de son fonctionnement impropre.

D'autre part, en termes de traitement sanitaire, le système de valorisation des déchets en énergie contribue de façon significative à la stabilisation et la désintoxication des déchets par l'incinération à forte température.

La pollution par les gaz de combustion peut être évitée par la mise en place de normes de contrôle des gaz et par la mise en place d'installations de traitement. En dehors des gaz de combustion, il faudrait élaborer une législation sur les eaux usées, la mauvaise odeur, les nuisances sonores, la pollution par vibration, afin d'en assurer le contrôle.

Les cendres volants, issus de l'incinération doivent faire l'objet d'un traitement par des produits chimiques parce qu'ils contiennent des métaux lourds et peuvent de fait contaminer les eaux souterraines. Ils seront évacués alors à la décharge avec les précautions requises après le traitement chimique et des essais de dissolution.

14.4.3 Volume final de déchets

Le volume final de déchets a été calculé dans les deux cas à savoir le système actuel d'évacuation des déchets et la valorisation des déchets en énergie. Les résultats des calculs sont indiqués au Tableau 14.4.2.

Dans l'ensemble, avec l'introduction des usines d'incinération la quantité de déchets est réduite de 1/10 en termes de poids et de 1/20 en termes de volume. Par rapport au système actuel, il est attendu une réduction de 74% du volume final de déchets et en même temps la durée de vie des installations est prolongée de 3,8 fois avec l'introduction de la Valorisation des déchets en énergie. La valorisation des déchets en énergie est efficace mais présente comme contrainte majeure l'identification d'un site de décharge finale.

Tableau 14.4.2 Comparaison des quantités d'élimination finale

Rubrique	Unité	Système actuel (Décharge de Mbeubeuss)/ Système de CET (*1)	Système de valorisation des déchets en énergie
Quantité d'élimination finale produite	tonnes/jour	0	101
par traitement intermédiaire	m ³ /jour	0	67
Quantité d'élimination finale	tonnes/jour	1 581	574
directement amenée à la décharge	m ³ /jour	1 715	372
Quantité totale d'élimination finale	tonnes/jour	1 581	674
	m ³ /jour	1 715	439

Note : 1) La quantité d'élimination finale du « système actuel » est la même que celle du « système de CET ».

Source: Mission d'étude de la JICA.

14.4.4 Réduction des gaz à effet de serre (émission de CO₂)

Les émissions de CO₂ ont été calculées en termes de prévention du réchauffement globe. Les résultats des calculs sont présentés dans le Tableau 14.4.3.

Système de conversion des déchets en énergie permet de réduire de 85% les émissions de CO₂ par rapport au système actuel. Une grande quantité de gaz méthane a été émis par la décharge actuelle de

Mbeubeuss par réaction anaérobie des déchets organiques. Le méthane a un potentiel de réchauffement global plus grand, soit 25 fois celui du CO₂, et n'est pas préférable si on veut éviter le réchauffement climatique. D'autre part, le système de conversion des déchets en énergie génère du CO₂ par incinération des déchets plastiques; cependant, puisque le CO₂ est déduit par la production d'électricité, le système de valorisation des déchets en énergie est efficace du point de vue de la prévention du réchauffement climatique.

Tableau 14.4.3 Comparaison de la quantité d'émission de CO₂

	Rubrique	Unité	Système actuel (Décharge de Mbeubeuss)	Système de CET	Système de valorisation des déchets en énergie
Emission de gaz à effet de serre par la décharge	CH ₄ émanant des déchets organiques	CH ₄ /jour	46	23	0
	CH ₄ émanant du papier/textile	CH ₄ /jour	53	27	0
	CH ₄ émanant du bois	CH ₄ /jour	3	1	0
	Quantité totale de CH ₄ produite par le système actuel	CH ₄ /jour	101	51	0
	Quantité totale de CO₂ produite par le système actuel	CO₂/jour	2 525	1 263	0
Emission de gaz à effet de serre par l'incinération	CO ₂ produit par incinération (déchets plastiques)	CO ₂ /jour	0	0	631
	CH ₄ produit par incinération	CO ₂ /jour	0	0	0
	N ₂ O produit par incinération	CO ₂ /jour	0	0	17
	Réduction du CO ₂ par la production d'énergie électrique	CO ₂ /jour	0	0	- 270
	Quantité totale de CO₂ produite par le système de conversion des déchets en énergie	CO₂/jour	0	0	379
Quantité totale de CO₂ produite		CO₂/jour	2 525	1 263	379

Source: Mission d'Etude de la JICA.

14.4.5 Efficacité de l'investissement

(1) Conditions préalables pour l'estimation

Les conditions préalables pour l'estimation sont décrites ci-après:

1) Coût de construction

Selon l'enquête par interview menée auprès des fabricants d'usines japonaises, le coût de construction était fixé à 75-125 millions de FCFA/tonne. Ce montant ne comprend pas le prix du terrain.

2) Coûts d'exploitation et de maintenance (base annuelle)

Coût des services d'utilité publics

Le coût des services d'utilité publique est composé de l'utilisation de l'eau et des produits chimiques pour le traitement des gaz de combustion, et a été fixé à 500 FCFA/tonne, sur la base de l'enquête par interview menée auprès des fabricants d'usines japonaises

Coût de la main d'œuvre

L'effectif nécessaire pour le fonctionnement a été estimé à 40 personnes, et le coût unitaire de main-d'œuvre a été fixé à 10 millions de FCFA /personne/an.

Frais d'entretien

Les frais annuels d'entretien pour maintenance des installations ont été fixés à « 3% du coût total de la construction ».

Ventes d'électricité

Unité d'utilisation de l'électricité à domicile: 120kW/tonne de déchets.

Unité de production d'électricité: 400 kW ~ 800 kW/tonne de déchets.

Prix de vente unitaire de l'électricité: 118FCFA/kWh (sur la base du prix de vente moyen de l'électricité).

(2) Résultats de l'analyse de l'efficacité des investissements

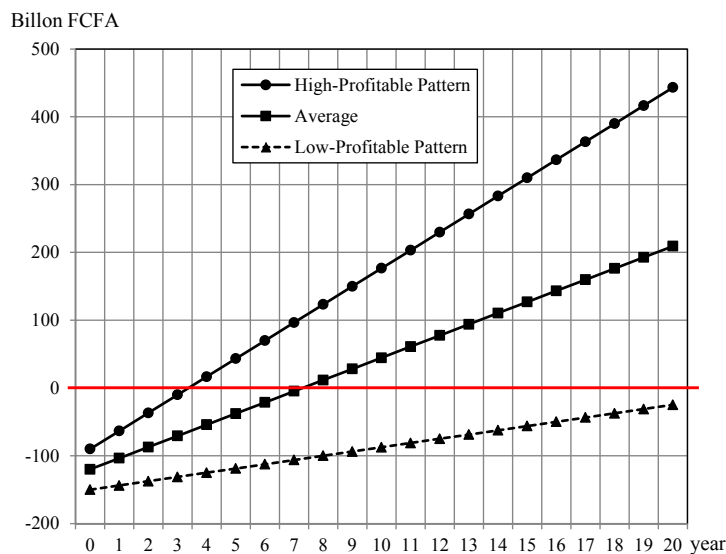
Les résultats de l'analyse de l'efficacité des investissements sont présentés dans le Tableau 14.1.8.

Le chiffre d'affaires annuel du système de conversion des déchets en énergie est calculé en soustrayant « (2) Le coût total de l'exploitation et la maintenance » de « (3) Les ventes d'électricité", qui équivaut à 6,24 - 26,64 milliards de FCFA/an. Cela indique que la période d'amortissement du coût de construction est approximativement de 3 à 24 ans. La période d'amortissement est relativement largement définie dans cette estimation, à cause de la fluctuation du coût unitaire des matériaux de construction et de la quantité d'énergie produite. La Figure 14.4.1 présente des modèles d'amortissement du coût.

Tableau 14.4.4 Résultats de l'analyse de l'efficacité des investissements

Rubrique	Unité	Coût
(1) Coût total de construction	milliard FCFA	90~ 1,0
(2) Coût total d'exploitation & de maintenance	milliard FCFA /an	4,96~ 6,76
2.1 Coût total des services d'utilité publics	milliard FCFA /an	1,86
2.2 Coût de la main d'œuvre	milliard FCFA /an	0,40
2.3 Maintenance	milliard FCFA /an	2,70~ 4,50
(3) Ventes d'électricité	milliard FCFA /an	13,0~ 31,6
Bilan annuel: (3) – (2)	milliard FCFA /an	6,24~ 26,64

Source: Mission d'Etude de la JICA



Source: Mission d'Etude de la JICA

Figure 14.4.1 Modèle de recouvrement des coûts

14.4.6 Nécessité de séparation des déchets

La séparation des déchets est essentielle pour le système de conversion des déchets en énergie, parce que l'incinération ne traite que les déchets combustibles. Il y a trois façons de séparer les déchets: 1) La séparation des déchets à la source, 2) La séparation des déchets au niveau des installations d'incinération, et 3) La séparation des déchets au niveau des centres de tri.

(1) La séparation des déchets à la source

Les résidents coopèrent pour la séparation des déchets en déchets combustibles et incombustibles. Les avantages sont les suivants:

- La séparation dans les installations d'incinération n'est pas nécessaire, et il devient plus facile d'incinérer les déchets. En outre, la réduction des déchets en séparant les matières fines est recommandée.
- La séparation des déchets peut aider à sensibiliser le public.

D'autre part, les points suivants constituent un sujet de préoccupation:

- Il convient d'examiner si les résidents peuvent coopérer pleinement pour la séparation des déchets à la source.
- Les taux de collecte peuvent diminuer en raison de la séparation des déchets. Lorsque les résidents trient les déchets en déchets combustibles et non combustibles, les camions de collecte des déchets nécessitent généralement plus de sorties vers la décharge.

(2) La séparation des déchets au niveau des installations d'incinération

Les matériaux fins doivent être séparés par les trieuses au niveau des installations d'incinération. Des machines broyeuses de sacs peuvent être nécessaires, puisque les habitants mettent parfois des matériaux fins dans des sacs en plastique. Ci-dessous, un exemple de méthodes de tri:

Machines broyeuse de sacs/enlèvement manuel des déchets incombustibles - suppression des matériaux fins par tamisage - séparation manuelle des déchets recyclables

(3) La séparation des déchets au niveau des centres de tri

Une autre option pour la séparation des déchets est l'utilisation des centres de tri. Actuellement, le centre de tri et de transfert de Mbao est en cours de construction; il peut être utilisé pour la séparation des matériaux fins et des matériaux recyclables tels que l'aluminium et le fer. Ensuite, seuls les déchets combustibles sont transportés vers des incinérateurs.

14.4.7 Exploitation et entretien des installations

Puisque le système de conversion des déchets en énergie n'a jamais été mis en place au Sénégal, il est important de juger si l'exploitation et la maintenance peuvent être effectuées correctement. Le fonctionnement des usines d'incinération est très compliqué, comme l'exploitation des installations, la maintenance et l'inspection ainsi que l'achat de machines appropriées; par conséquent, dans le cas du Japon, la plupart des collectivités locales confient l'exploitation à des entreprises privées, à l'exception de certaines grandes villes. Il est plus souhaitable et réaliste que le Gouvernement du Sénégal confie l'exploitation à un fabricant d'usine ou les entreprises de sous-traitance. Actuellement, la collecte des déchets est confiée à des entreprises privées, et le même système peut être applicable au système de conversion des déchets en énergie. En confiant une série de tâche comme l'exploitation, l'inspection et de l'approvisionnement, tout le fonctionnement devient plus facile.

D'autre part, dans le cas où c'est le Gouvernement du Sénégal qui exploite les usines, des orientations fournies par un fabricant de l'usine sont indispensables pour au moins plusieurs années. Il est recommandé quelques agents du personnel fabricant de l'usine soient affecté en permanence, pour aider à l'entretien de la machine, à la planification des installations et à la prise de contre-mesures d'accidents d'urgence, etc. Du point de vue d'ensemble, l'exploitation par le Gouvernement du Sénégal est difficile, même si certains travailleurs tels que les trieurs de déchets dans les installations d'incinération peuvent être recrutés sur place.

14.5 Autres questions à résoudre

14.5.1 Critères de construction des sites potentiels

Le chantier de construction de l'usine de valorisation des déchets en énergie doit satisfaire aux conditions suivantes.

- Le site devrait être stable en termes de géologie.
- Le niveau du sol du site devrait être plus élevé sans risque d'inondation.
- Le site devrait être plus proche de la source de production des déchets.
- Les lignes électriques autour du site devraient être installées.
- Les résidents autour du site devraient avoir atteint un consensus pour l'installation du système de conversion des déchets en énergie.
- Il ne devrait pas y avoir de contrainte pour l'aménagement du site en parc national.
- Le site devrait avoir une superficie de plus de 6 ha, les superficies minimales pour construire des usines d'incinération d'une capacité de 1 200 tonnes/jour.

14.5.2 Etude d'impact environnemental et législation connexe

Dans le cadre de la construction d'installations liées aux déchets, une étude d'impact environnemental (ci-après «EIE») devrait être menée, selon les lois du Sénégal. La consultation et la discussion avec l'agence en charge de l'EIE, la Direction de l'environnement et des établissements, classés, ministère

de l'Environnement et du développement durable, devraient être menées.

Le niveau de l'EIE est divisé en deux (2) catégories: les projets classés dans la catégorie 1 sont considérés comme ayant des effets clairs sur l'environnement; tandis que tous les projets de la catégorie 2 ont des impacts limités sur l'environnement avec certaines mesures d'atténuation. La catégorie dans laquelle les systèmes de conversion des déchets en énergie des plantes sont classés devrait être identifiée, conformément à la réglementation sénégalaise.

Pour introduire le système de valorisation énergétique des déchets, les normes pour les émissions de gaz de combustion et l'élimination des résidus de l'incinération des déchets doivent être établies. De plus, les lois suivantes doivent être respectées :

- Lois sur le contrôle de la pollution (air, eau, bruit, vibrations, mauvaises odeurs, etc.).
- Lois sur la sécurité et la santé au travail.
- Lois sur les entreprises de production d'électricité.
- Lois sur l'urbanisme.
- Lois sur les forêts et parcs naturels.
- Lois sur la conservation des patrimoines culturels.

14.5.3 Coopération avec les résidents

Toutes les installations liées aux déchets peuvent être considérées comme une nuisance. Par exemple, les résidents peuvent recevoir des mauvaises images telles que «l'air est pollué par les gaz de combustion», « les véhicules de collecte des déchets viennent souvent dans nos quartiers », « sale », « mauvaise odeur ». Étant donné que ces images peuvent entraîner la suspension de la construction et de l'exploitation, les autorités devraient garantir suffisamment de temps pour mener une sensibilisation sur la sécurité et les avantages des usines d'incinération. Il est important de collaborer étroitement avec des chercheurs compétents et des personnes influentes au niveau local, en plus des responsables de l'Etat en charge de la gestion des déchets.

14.5.4 Coordination avec les sociétés d'électricité

La SENELEC est l'une des sociétés candidates qui peut acheter de l'électricité des usines de transformation des déchets en énergie. Les points suivants doivent être pris en compte:

- Le prix de vente unitaire de l'électricité devrait être discuté et déterminé. Le prix de vente unitaire a été fixé à 118 FCFA/kWh selon l'estimation actuelle ci-dessus, dont le prix est plus élevé que celui du Japon.
- Les conditions de fixation du prix de vente de l'électricité devraient être discutées. La quantité de production d'électricité peut être flexible en raison des fluctuations de valeurs calorifiques et conditions d'exploitation.
- La fluctuation des prix de vente de l'électricité devrait être minimisée, parce que la période totale du système de conversion des déchets en énergie est longue: de la préparation, la construction jusqu'à la fin de l'opération.

14.5.5 Coordination avec les acteurs

Puisque le coût de construction est élevé, la compréhension et la coordination au niveau national est indispensables. Cela pourrait prendre beaucoup de temps pour coordonner tous les acteurs, y compris la consultation avec les résidents.

Un autre acteur est récupérateur de déchets; beaucoup de récupérateurs de déchets travaillent à la décharge de Mbeubeuss pour ramasser et revendre du matériel recyclable collecté. Une association des récupérateurs de déchets a été mise sur pied; Elle achète les objets de valeur des récupérateurs et les revend aux acheteurs de matériaux recyclables. Le système de conversion des déchets en énergie peut réduire leurs sources de revenus par l'incinération de bouteilles PET et en plastique etc. D'autre part, les possibilités d'emploi peuvent être créées pour les récupérateurs de déchets dans le cadre du processus de séparation manuelle des déchets.

14.5.6 Gestion des risques du système

Il existe certains risques potentiels à prendre en considération: 1) la fluctuation de la quantité de production et de la qualité des déchets, 2) la transition des législations connexes telles que les normes de gaz d'échappement et les prix de vente, 3) l'opposition des résidents, 4) l'échec à passer un contrat avec un exploitant de l'installation. Ces risques doivent être correctement gérés pour rendre le système plus durable.

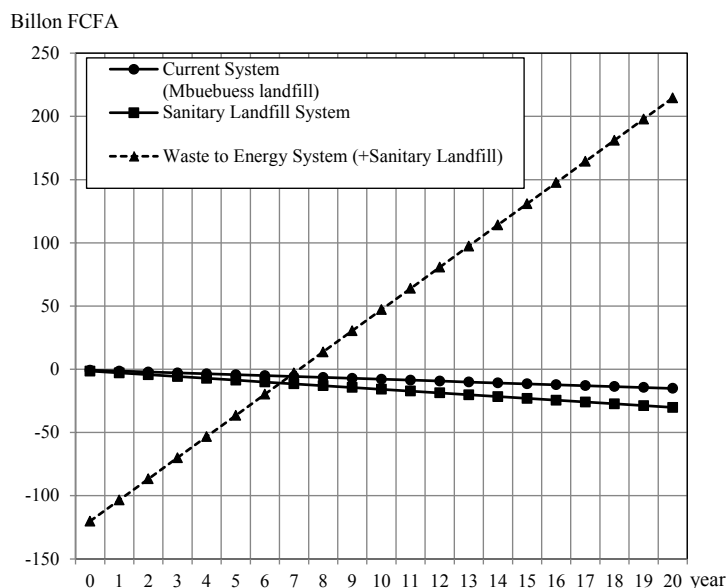
14.6 Conclusions et recommandations

La comparaison des systèmes de gestion des déchets dans la Zone d'Etude est résumée dans le Tableau 14.6.1. Le système de conversion des déchets en énergie (+ Centre d'Enfouissement Technique) peut être considéré comme la meilleure option pour résoudre les problèmes existants en matière de gestion des déchets dans la zone d'étude.

Il est aussi apparu que le système de valorisation énergétique des déchets avait des avantages du point de vue environnemental, tels que la réduction de la quantité finale de déchets à éliminer et d'émission de gaz à effet de serre.

Même si ce système de conversion des déchets en énergie pourrait représenter une option coûteuse, les estimations ont montré que les grandes recettes générées à partir de la vente de l'électricité pourraient compenser ces coûts (Figure 14.6.1). Les recettes de la vente d'énergie pourraient être suffisantes pour couvrir les coûts de construction.

Le chiffre d'affaires de la vente d'électricité pourrait être suffisant pour amortir le coût de construction dans 3 ~ 24 ans. En plus, le coût d'entretien des décharges serait garanti, en raison de la réduction de la quantité d'enfouissement des déchets.



- Notes :
- 1) Le coût de la décharge inclut seulement le coût d'exploitation dans l'estimation, parce que la décharge est déjà achevée, et que le coût de construction est inutile.
 - 2) Le coût du système de valorisation énergétique des déchets inclut le coût de la construction, de l'opération et de la maintenance.
 - 3) La valeur moyenne du montant de la production d'électricité est appliquée pour la comparaison de l'efficacité de l'investissement ci-dessus.

Source: Mission d'Etude de la JICA

Figure 14.6.1 Comparaison de l'efficacité de l'investissement

D'autre part, comme mentionné dans « 14.4 Autres questions à résoudre », il y a quelques défis à relever, parce que le système de conversion des déchets en énergie est une technologie nouvelle, non seulement pour le Sénégal, mais aussi pour les pays d'Afrique subsaharienne.

Il est fortement recommandé que sur la base des résultats de cette analyse, une étude de faisabilité sur système de conversion des déchets en énergie soit menée en collaboration avec un fabricant de l'installation.

Tableau 14.6.1 Comparaison des systèmes de gestion des déchets dans la Zone d'Etude

No.	Rubrique	1. Système actuel (décharge de Mbeubeuss)	2. Système de CET	3. Système de conversion des déchets en énergie (+CET)
(1)	Contrôle de la pollution/ Traitement sanitaire	(Référence) • Des impacts environnementaux significatifs sont observés.	• Les impacts environnementaux peuvent être atténués.	• Les risques de pollution par les usines seraient limités dans le cas d'un système de traitement approprié
(2)	Volume de l'élimination finale	(Référence)	• La même que la référence.	• Le volume d'élimination définitive est réduit 74% (basé sur volume) et 57% (basé sur le poids).
(3)	Réduction des gaz à effet de serre (émission CO ₂)	(Référence) • Une grande quantité de CH ₄ est émise.	• La quantité de gaz à effet de serre est réduite à 50%.	• La quantité de gaz à effet de serre est réduite à 85%.
(4)	Efficacité des investissements	(Référence) • Investissement inutile.	• Un investissement pour construire une nouvelle décharge sera nécessaire dans 15 ans.	• Le coût de la construction sera amorti par les ventes d'électricité, même si le coût de la construction des installations d'incinération des déchets est relativement élevé. • La construction urgente de décharges supplémentaires n'est pas nécessaire. • La production d'électricité peut compléter la production d'électricité au charbon, contribuant à la réduction de l'importation de charbon.
(5)	Nécessité de séparer les déchets	(Référence)	• La même que la référence.	• La séparation des déchets combustibles est nécessaire.
(6)	Exploitation et maintenance	(Référence)	• Quelques techniciens sont nécessaires.	• Des travailleurs très compétents sont indispensables.
(7)	Autres aspects	• Forte opposition des résidents a eu lieu.	• Il est nécessaire de trouver un accord avec les résidents	• Accord avec les résidents nécessaires. • La coordination avec les acteurs est indispensable (Dans le domaine de la gestion des déchets, des finances et de l'électricité etc.).

Source: Mission d'Etude de la JICA