

CHAPITRE 6 EVALUATION DE L'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT POUR LA DECHARGE DES DECHETS SOLIDES

6.1 Préambule

Une étude de l'impact sur l'environnement sera menée tout en reconnaissant l'importance de problèmes d'environnement et avec les considérations environnementales suffisantes, afin de contribuer aux Projets.

En règle générale, l'étude de l'impact sur l'environnement est divisée en deux phases suivant les objectifs de l'étude, à savoir l'Examen Environnemental Initial (EEI) pour l'étude du plan directeur, et l'Evaluation de l'Impact sur l'Environnement (EIE) pour l'étude de faisabilité de laquelle les objectifs sont évalués/sélectionnés durant le processus de l'étude du plan directeur en tant que projets prioritaires. Les détails et les procédures de l'EEI et de l'EIE) sont respectivement décrits dans les Articles 6.2 et 6.3 ci-après.

6.2 Examen Environnemental Initial (EEI)

6.2.1 Concept de Base de l'EEI

Dans le procédé de l'examen environnemental initial, les aspects/impacts négatifs dans la zone ciblée de l'étude du plan directeur seront identifiés sur la base des informations et données disponibles et de la visite de reconnaissance du site, en application de la méthode de sélection et de la détermination du domaine (screening et scoping) définie dans les Directives Environnementales de la JICA (JICA Environmental Guidelines). L'EEI sera effectué en courte durée avec des faibles coûts.

L'EEI a deux objectifs:

- Evaluer si oui ou non l'EIE est nécessaire pour le Projet, et dans le cas où celle-ci serait nécessaire, définir les éléments qui ont les impacts négatifs sur l'environnement.
- Examiner, du point de vue environnemental, les contre-mesures pour atténuer les effets du Projet qui demandent les considérations environnementales ; il est à noter toutefois qu'il ne s'agit pas d'une évaluation de l'impact sur l'environnement complète.

6.2.2 Procédure d'identification des problèmes et de vérification

1) Identification

La nécessité de considérations environnementales sera évaluée pour chacun des postes indiqués dans le Tableau b.6.1- sur la base des résultats des études sur les sites et des analyses des données. Au cas où il se serait avéré que l'EIE est nécessaire pour le Projet, on procédera à la vérification.

Le résultat d'évaluation de chacun de ces postes sera noté dans le Tableau B.6.2-1 si les impacts sur l'environnement existent ou non. Concernant l'évaluation de synthèse, la conclusion et les raisons pour lesquelles l'EIE est jugée nécessaire seront décrits succinctement dans le Tableau B.6.2-1.

Tableau B.6.2-1 Format pour la procédure d'identification des problèmes (1/2)

No	Eléments d'environnement	Description	Evaluation	Remarques (Raison)
Environnement social				
1.	Repeuplement	Repeuplement dû à l'occupation de terrain (transfert de droits d'habitation/propriété de terrain)	Y N ?	
2.	Activités économiques	Perte des bases des activités économiques, telles que terrain, et changement de la structure économique	Y N ?	
3.	Trafic et installations publiques	Impacts sur les écoles, hôpitaux et conditions actuelles du trafic, telles que aggravation de la congestion du trafic et augmentation d'accidents	Y N ?	
4.	Division de communautés	Division de communautés due à l'interruption du trafic dans l'aire	Y N ?	
5.	Biens culturels	Domage ou perte de la valeur d'églises, temples, sanctuaires, ruines archéologiques ou d'autres patrimoines culturelles	Y N ?	
6.	Droit d'eau et droits communs	Obstacle aux droits de pêche, d'eau, et communs	Y N ?	
7.	Conditions de la santé publique	Détérioration des conditions de la santé publique et sanitaires due à la génération des déchets et à l'accroissement de parasites	Y N ?	
8.	Déchets	Génération des déchets, débris et cendres de construction, d	Y N ?	
9.	Dangers (risques)	Accroissement du dangers de glissement de sol, enfouissement, etc.	Y N ?	
Environnement naturel				
10.	Topographie et géologie	Changement de la topographie et de la géologie de valeur dus à l'excavation pour enfouissement	Y N ?	
11.	Erosion du sol	Erosion du sol de surface par les pluies après le défrichage et le déboisement	Y N ?	
12.	Nappe phréatique	Pollution par le lixiviat	Y N ?	
13.	Situations hydrologiques	Changement du débit de rivières et de conditions du lit de rivière dû à l'enfouissement et déversement des eaux de drainage	Y N ?	
14.	Zone littorale	Erosion littorale et changement de la végétation dus au défrichage littoral et	Y N ?	

		changement de côtes		
15.	Faune et flore	Obstacles à la reproduction et extinction des espèces dus au changement des conditions d'habitat	Y N ?	
16.	Météorologie	Changement de la température, de la précipitation, du vent, etc., dû au défrichage de grande échelle et à la construction de b%otiments	Y N ?	
17.	Paysage	Changement de la topographie et de la végétation dû au défrichage, détérioration de l'harmonie esthétique par les ouvrages	Y N ?	
Pollution				
18.	Pollution d'air	Pollution causée par le dégagement de gaz toxiques par les véhicules et usines	Y N ?	
19.	Pollution d'eau	Pollution causée par l'écoulement de vase, sable et des eaux de drainages en provenance des usines de traitement dans les rivières et la nappe phréatique	Y N ?	
20.	Contamination du sol	Contamination du sol par la fuite et la diffusion des cendres et des déchets combustibles	Y N ?	
21.	Bruit et vibration	Bruit et vibration générés par les véhicules de collecte et usines de traitement	Y N ?	
22.	Affaissement du sol	Déformation du terrain et affaissement du sol dus à l'abaissement du niveau de la nappe phréatique	Y N ?	
23.	Odeur nauséabonde	Génération de gaz et de l'odeur nauséabonde par les usines de traitement et des déchets déchargés	Y N ?	
Evaluation globale : L'évaluation des impacts sur l'environnement est-elle nécessaire pour l'exécution du projet ?			Y N ?	

Source : "JICA Environmental Guidelines"

L'identification devra être appliquée pour tous les impacts sur l'environnement qui pourraient être causés par l'exécution du Projet, non seulement dans l'aire ciblée du Projet, mais également dans l'aire qui pourrait être affectée directement ou indirectement durant la préparation et la construction, et après l'exploitation des installations du Projet.

2) Vérification

Afin de pouvoir saisir les caractéristiques et définir les problèmes d'impacts sur l'environnement une fois sélectionnés dans le processus d'identification et examinés au stade de l'EIE, la vérification sera effectuée au moyen de la fiche de vérification.

La fiche de vérification est présentée dans le tableau B.6.2-2. Pour utiliser la fiche de vérification, les conditions et les procédures ci-dessous indiquées seront prises en compte.

(1) Conditions d'application

- Période couverte par la vérification

La vérification devra couvrir les périodes de construction et d'exploitation.

- Etendue géographique de la vérification

La vérification devra couvrir non seulement les sites de décharge, mais également toute l'aire où les impacts pourraient affecter directement ou indirectement, y compris les routes de véhicules de collecte des déchets, et là où l'effluent est déchargé.

- Types d'impacts sur l'environnement

Les impacts sur l'environnement objet de la vérification sont ceux ayant les impacts négatifs sur l'environnement existant.

(2) Méthode d'évaluation des points importants

Chacun des points de vérification devra être évalué suivant les catégories ci-dessous énumérées :

A : Des impacts sérieux sont prévus.

B : Certains impacts sont prévus.

C : L'étendue d'impacts est inconnue, mais un examen complémentaire devra être effectué étant donné qu'elle sera clarifiée au fur et à mesure de l'avancement de l'étude.

D : Aucun impact n'est prévu et l'EIE n'est pas nécessaire.

Les points importants pour l'EIE devront être identifiés pour les aspects " Impacts sur l'environnement possible" , " Facteurs utiles pour évaluation" , " Mesures" , et " sujets concernés pour l'étude" comme cela est présenté dans le Tableau B.6.2-3.

(3) Evaluation de synthèse

Les résultats d'évaluation de chacun des points environnementaux et les raisons de l'évaluation devront être indiqués clairement dans la fiche de vérification. Les aspects évalués comme A, B ou C devront être examinés sur la base du concept de sélection pour déterminer si oui ou non l'EIE est nécessaire, et les approches pour l'étude complémentaire de ces points devront être décrites. S'il est possible d'atténuer ou d'éliminer certains impacts sur l'environnement en prenant des mesures adéquates, le contenu devra être décrit.

Si, par suite de l'évaluation, il existe de points qui sont évalués en " C " ou plus élevés, des études complémentaires devront être menées.

Tableau B.6.2-2

No	Éléments environnementaux	Evaluation	Raisons
Environnement social			
1.	Repeuplement		
2.	Activités économiques		
3.	Trafic/installations publiques		
4.	Division de communautés		
5.	Propriétés culturelles		
6.	Droits d'eau et droits communs		
7.	Conditions de la santé publique		
8.	Déchets		
9.	Dangers (risques)		
Environnement naturel			
10.	Topographie et géologie		
11.	Erosion du sol		
12.	Nappe phréatique		
13.	Situations hydrologiques		
14.	Zone littorale		
15.	Faune et flore		
16.	Météorologie		
17.	Paysage		
Pollution			
18.	Pollution d'air		
19.	Pollution d'eau		
20.	Contamination du sol		
21.	Bruit et vibration		
22.	Affaissement du terrain		
23.	Odeurs nauséabondes		

Source : Directives Environnementales de la JICA

Notes : Catégorie d'évaluation :

A : Des impacts sérieux sont prévus.

B : Certains impacts sont prévus.

C : L'étendue d'impacts est inconnue (l'examen est nécessaire ; les impacts seront identifiés au fur et à mesure de l'avancement d'examen.)

D : Aucun impact n'est prévu. L'EIE n'est pas nécessaire.

Tableau B.6.2-3 Explication d'élément

Elément	
Description	
Cause d'impact	
Impacts environnementaux possibles	
Facteurs utiles pour évaluation	
Mesures	
Sujets concernés pour étude	

Source : Directives Environnementales de la JICA

6.3 Evaluation des impacts sur l'environnement (EIE)

6.3.1 Concept de Base de l'EIE

1) Objectifs de l'EIE

L'évaluation des impacts sur l'environnement (EIE) a pour objectifs la mise en exécution de projets de développement tout en tenant compte de la préservation de l'environnement. Avant de procéder à l'exécution de projet, les études, la prévision et l'évaluation devront être effectuées pour les éléments d'environnement ci-dessous mentionnés :

- Contrôle de pollution
- Préservation de l'environnement naturel
- Préservation de l'environnement social

En ce qui concerne les " facteurs entra"nant les impacts sur l'environnement" pour la construction du site de décharge finale, les facteurs/étapes ci-après devront être pris en compte:

- l'étape de construction
- l'étape d'enfouissement
- Après la fermeture du site (y compris l'étape de l'utilisation finale du terrain)

La relation entre les " éléments d'environnement" et les " facteurs entra"nant les impacts sur l'environnement" est présentée dans le tableau B.6.3-1. En outre, lors de l'exécution des études de l'EIE, il est important de mettre un accent sur les facteurs et/ou les éléments qui pourraient avoir des impacts graves sur l'environnement, afin d'éviter les travaux excessifs dans le cadre de l'étude de l'EIE.

2) Procédure de l'EIE

L'EIE sera mise en oeuvre en clarifiant et tenant compte des éléments de base suivants:

- l'étendue des travaux pour l'EIE
- le calendrier de l'ensemble des travaux
- la coopération avec les autorités concernées
- la répartition des travaux
- la préparation du rapport sur les impacts sur l'environnement
- l'utilisation effective de consultants locaux

La procédure générale de l'étude de l'EIE est présentée dans la Fig. B.6.3-1.

En outre, il est recommandé que l'étude de l'EIE soit menée par les experts de différents domaines, à savoir, l'environnement naturel, l'environnement social et le contrôle de pollution ; et/ou les consultants spécifiés locaux. Après quoi, les résultats d'étude seront évalués et/ou approuvés par les autorités concernées.

Tableau B.6-3-1 Prévlsion et évalution des impacts sur l'environnement sur le site de décharge

finale

Elément d'environnement	Facteurs d'enfouissement d'impact sur environnement					
	Etape de construction		Etape d'enfouissement		Après fermeture du site	
Protection de l'environnement social	Réimplantation	Déplacement des habitants Chiffonniers	v v			
	Sécurité du trafic/Installations de vie	Sécurité des régions		Sécurité des régions	....
		Effet sur les installations de vie par développement du volume du trafic		Effet sur les installation de vie par le développement du volume du trafic		
	Allocation d'eau	Obstacle par changement de qualité		Obstacle par le changement de qualité	v	Obstacle par changement de qualité
		Obstacle par changement de quantité				
	Déchets (boue, terre et sable etc.)	Obstacle par décharge		...		...
	Santé et système sanitaire	.....		Dispersion de déchets, croissance des insectes et vecteurs	v	...
Désastre (contrôle d'inondation etc.)	Croissance d'écoulement d'eau par changement de la topographie		...		...
Espaces verts	Disparition ou changement des espaces verts		.....		...
Protection du milieu naturel	Topographie (Géologie)	Changement topographique	v	.....		...
		Disparition ou changement des caractéristiques topographiques				
	Erosion des terres	Changement d'eau de surface Croissance des terres nues		.....		...
	Nappe phréatique	Niveau d'eau diminuée Changement de qualité d'eau		Changement de la qualité d'eau	v	Changement de la qualité d'eau
	Faune	Fuite et disparition des animaux précieux		Changement de la qualité d'eau	v	Changement de la qualité d'eau
		Changement d'habitats de la faune	v			
	Flore	Changement ou disparition des plantes précieuses		Changement de la qualité d'eau	v	Changement de la qualité d'eau
Changement des colonies de flore		v				
Paysage	Changement du paysage		Changement du paysage		...	
Lieu de récréation etc.	Disparition ou changement du lieu de récréation		...		...
Contrôle de pollution	Pollution de l'air	Gaz de combustion par véhi. de const.		Dispersion de la poussière		
		Dispersion de la poussière				
	Pollution d'eau	Eau troublé par terrassement		Evacuation du lixiviat	v	Evacuation du lixiviat
		Eau troublé par trav de drainage				
	Contamination du sol	.....		Evacuation du lixiviat	v	Evacuation du lixiviat
				Effluence de substances toxiques		Effluence de substances toxiques
	Bruit	Travaux de construction		Travaux de construction		...
Trafic routier		v	Trafic routier	v		
Vibration	Travaux de construction		Travaux de construction		...	
	Trafic routier		Trafic routier (véh. De collecte)			
Odeur nauséabonde	....		Dégagement des gaz	v	Dégagement des gaz	

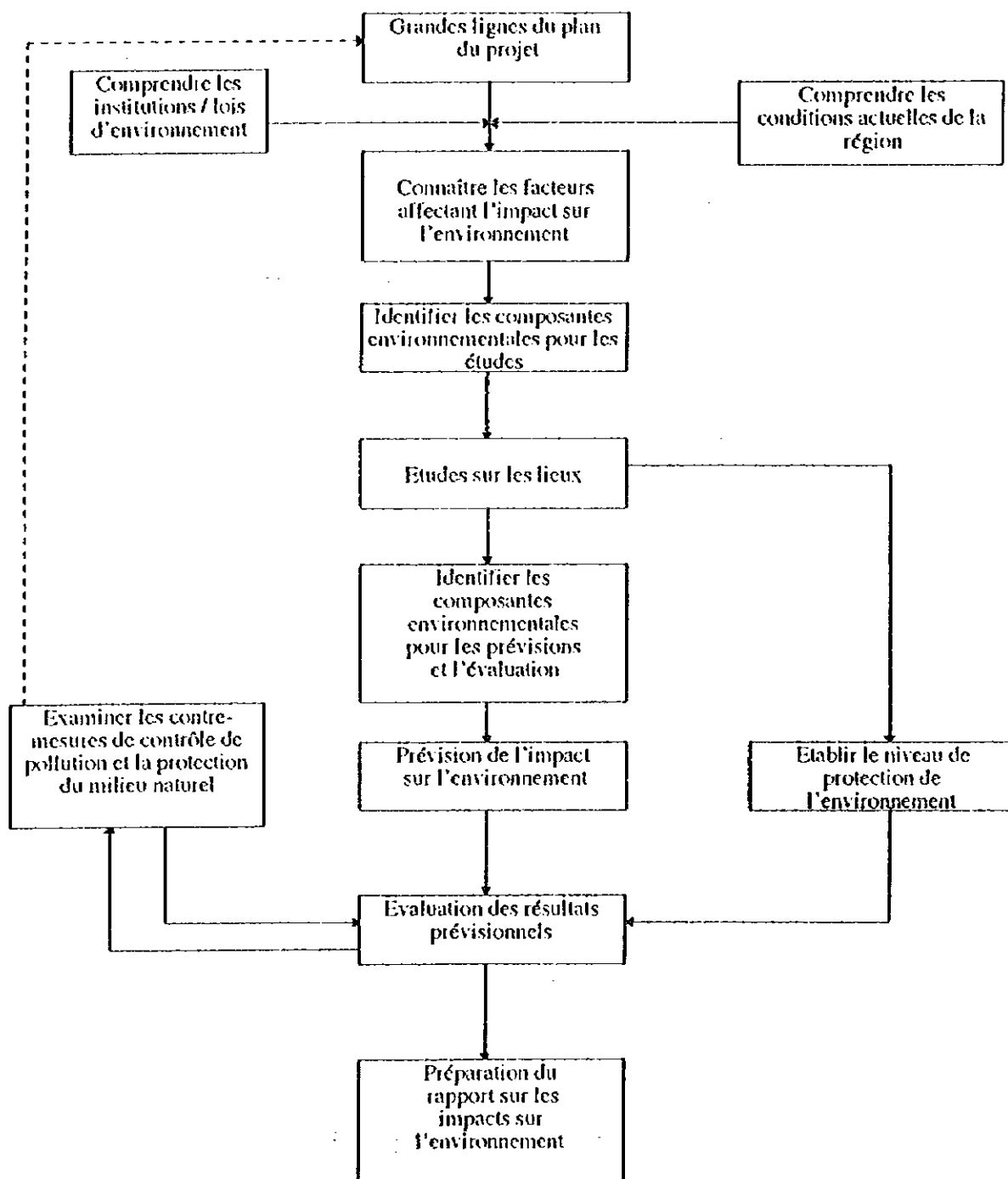


FIG. B.6-3-1

Schéma de circulation de l'évaluation des impacts sur l'environnement

6.3.2 Extraction des éléments de l'EIE

1) Extraction des facteurs entraînant les impacts sur l'environnement

Comme il est décrit dans l'Article 6.1.1, dans le cas de l'extraction des "facteurs affectant les impacts sur l'environnement", trois (3) étapes doivent être considérées, à savoir, l'étape de construction, l'étape d'enfouissement et l'étape après la fermeture du site. Ces facteurs devront être décomposés davantage afin de déterminer les éléments et les aires de l'étude de l'EIE. Les facteurs entraînant les impacts sur l'environnement ci-dessous énumérés devront être pris en compte dans le plan du site de décharge.

- **L'étape de construction**
 - Trafic des véhicules de construction
 - Nivellement du terrain (y compris l'abattage des arbres)
 - Remblaiement du terrain
 - Travaux d'excavation
 - Travaux de drainage
 - Les travaux de pieux (si besoin est)
 - Routes de transport (à l'intérieur et à l'extérieur du site)
 - Construction des installations du site
 - Evacuation de l'excédent de terre
 - Transformation du terrain

- **L'étape d'enfouissement**
 - Trafic des véhicules de collecte
 - Travaux d'enfouissement
 - Existence et/ou décomposition des déchets
 - Evacuation du lixiviat
 - Elimination de gaz
 - Existence des installations du site

- **Après la fermeture du site (y compris l'étape d'utilisation finale du terrain)**
 - Décomposition des déchets
 - Evacuation du lixiviat
 - Elimination de gaz

2) Sélection des éléments environnementaux pour les études de l'EIE

Pour la sélection des éléments environnementaux de afin de déterminer les postes d'études nécessaires sur le site qui sont en relation avec les facteurs entraînant les impacts sur l'environnement présentés dans l'Article 6.2.2, les lois/règlements locaux, les normes de l'environnement, les caractéristiques régionales, etc., (s'ils existent ou s'ils sont établis dans le futur) doivent être pris en considération. Les postes détaillés des éléments environnementaux sont présentés dans le tableau B.6.3-1 (la colonne à gauche du tableau).

Le tableau B.6.3-1 montre les postes qui devront être choisis pour les études sur le site, la prévision et l'évaluation des études de l'EIE pour les plans du site de décharge finale (notamment ceux marqués de " v" doivent être choisis).

6.3.3 Etudes, prévision et évaluation de l'EIE

1) Grandes lignes de l'étude

La méthodologie pour la mise en oeuvre d'étude des conditions actuelles peut être soit sous forme de collecte et analyse des données existantes et/ou soit sous forme d'exécution de l'étude sur le site. La méthode qui doit être adoptée dépend du niveau de l'évaluation requise.

L'aire objet de l'étude doit comprendre les aires urbanisées et les aires de bassin de réception qui seront influencées ou prévues d'être influencées par le projet.

2) Grandes lignes de la prévision

Si cela est possible, les changements prévus d'environnement doivent être enregistrés quantitativement en se basant sur les contre-mesures pour la préservation de l'environnement, sinon, ils doivent être décrits qualitativement.

3) Grandes lignes de l'évaluation

En principe, l'évaluation doit être effectuée pour comparer les résultats d'étude et les objectifs prévisionnels de la préservation de l'environnement. Les objectifs doivent être déterminés par les autorités concernées.

6.3.4 Mesures pour le contrôle de la pollution et la préservation de l'environnement naturel

Pour les mesures de contrôle de pollution et de préservation de l'environnement naturel, les directives publiées par la Banque Mondiale sous le titre " Environmental Assessment Sourcebook, Volume II, Sectorial Guidelines" devront être introduites comme il en est présenté dans le tableau B.6.3-2.

6.3.5 Contenu du rapport sur l'EIE

Les rapports sur l'EIE devront contenir ce qui suit :

- Grandes lignes du plan de projet
- Conditions actuelles de la région
- Institutions/lois de l'environnement
- Extraction des facteurs entraînant les impacts sur l'environnement

- **Eléments environnementaux pour l'étude et l'aire objet de l'étude**
- **Etude sur le site**
- **Eléments et les postes de l'environnement pour la prévision et l'évaluation**
- **Objectif pour la préservation de l'environnement**
- **Prévision des impacts sur l'environnement**
- **Evaluation des résultats de la prévision**
- **Contre-mesures pour le contrôle de la pollution et la préservation de l'environnement naturel**

Tableau B.6.3-2 Contre-mesures pour les impacts sur l'environnement

N _i	Impacts potentiels négatifs	Mesures d'atténuation
1	Poussière résultante des opérations de déchargement, d'épandage et de nivellement sur les sites de décharge	<ul style="list-style-type: none"> • Prévenir une zone tampon autour du terrain du site de décharge • Pavage de la voie d'accès • Choisir l'emplacement du lieu de travail de manière à minimiser le trafic de camions. • Arroser les aires de travail pour éviter la poussière
2	Fumée provenant de la combustion à ciel ouverte ou des ordures sur les sites de décharge	<ul style="list-style-type: none"> • Epandre et tasser les déchets arrivants à la décharge, couvrir quotidiennement avec de la terre, installer des systèmes de contrôle de gaz.
3	Odeurs dégagés de sites de décharges	<ul style="list-style-type: none"> • Idem
4	Contamination de la nappe phréatique et/ou des eaux de surface par le lixiviat en provenant de sites de décharge	<ul style="list-style-type: none"> • Situer les systèmes de décharge à des endroits où la couche au-dessous de sites d'enfouissement est relativement imperméable et qui ont les caractéristiques d'atténuation. • Prévoir une profondeur suffisante entre le fond inférieur d'enfouissement et le fond supérieur de la nappe phréatique. • Prévoir une distance horizontale suffisante par rapport à l'eau de surface la plus proche.
5	Restriction de l'utilisation lucrative du cours d'eau récepteur contaminé par le lixiviat	<ul style="list-style-type: none"> • Ne pas situer le site de décharge en aval de la nappe phréatique ou de l'eau de surface quelconque qui pourrait être contaminée, à moins que la distance entre le site de décharge et le cour d'eau récepteur soit suffisante pour diluer, disperser ou atténuer la contamination.
6	Perte de végétation à enracinement profond (par exemple les arbres) à cause du gaz de la décharge.	<ul style="list-style-type: none"> • Prévoir des systèmes de contrôle de gaz dans les sites d'enfouissement.
7	Explosion toxique comme réaction de l'accumulation des gaz d'enfouissement dans les bâtiments	<ul style="list-style-type: none"> • Idem • Limiter aussi l'augmentation de bâtiments à la proximité de sites d'enfouissement. • Installer des puits de contrôle de gaz autour du site.
8	Dégagement à partir de sites de décharge des matières organiques volatiles pouvant être toxiques	<ul style="list-style-type: none"> • Restreindre de décharger les déchets pouvant être dangereux dans les sites de décharge destinés aux déchets généraux.
9	Conflits pour l'utilisation du terrain lorsque les installations de déchets solides ne sont pas implantées dans des endroits convenables.	<ul style="list-style-type: none"> • Choisir les emplacements des installations adaptés à l'utilisation du terrain actuelle et prévue. • Prévoir des zones tampon pour minimiser les impacts esthétiques dus aux installations. • Essayer de limiter le trafic des camions sur les routes principales qui n'ont pas de développement résidentiel.



CHAPITRE 7 ESTIMATION DES COÛTS

7.1 Généralités

Il est recommandé de faire effectuer l'estimation détaillée des coûts, en phase de conception détaillée du projet et en phase d'exécution du projet par les consultants locaux. Ce chapitre est consacré au résultat d'une estimation approximative des coûts ainsi qu'aux conditions/procédures d'une telle estimation.

Les coûts du Projet pour le site de décharge finale sont constitués des composantes suivantes :

- Coût de construction
- Coût d'acquisition du matériel
- Coût du fonctionnement et de l'entretien

Les coûts du projet de la décharge contrôlée du niveau- 2 et de celle du niveau- 3 ont été estimés en tenant compte de la taille de ville (le paramètre de la population a été utilisé). Les coûts annuels du projet et les coûts unitaires par tonne (Dh/tonne) de chacun des systèmes d'enfouissement sont indiqués respectivement dans les tableaux B.7.1-1 et B.7.1-2 ci-après. Pour les informations/données détaillées des tableaux suivants, voir les tableaux B.7.1-3 et B.7.1-4 qui sont les notes de calcul originaux.

Tableau B.7.1-1 Coût annuel du projet pour la décharge contrôlée : Niveau-2

I	Population	100,00	200,00	300,000	400,00	500,00	750,00	1,000,00	1,500,00
		0	0		0	0	0	0	0
II	Quantité des déchets (tonne/jour)	84	168	252	336	420	630	840	1,260
III	Surface requise du site (Ha)	5	10	15	20	25	38	50	75
IV	Coût du projet (x 1000 DH)								
1	Coût de construction	1,280	1,584	1,886	2,128	2,328	2,878	3,414	4,335
2	Coût d'acquisition d'équipements	1,000	1,000	1,000	1,000	1,460	2,437	3,113	4,030
3	Coût de fonctionnement et d'entretien	976	1,151	1,326	1,501	2,024	3,098	4,069	5,581
	Contingence	40	40	40	40	57	89	116	148
	Totale (x 1000 DH)	3,296	3,775	4,251	4,669	5,869	8,502	10,713	14,094
4	Acquisition du terrain	5	5	5	5	5	5	5	5
	Coût unitaire								
	Coût unitaire - total (DH/tonne)	112	66	51	43	43	42	40	36

Tableau B.7.1-2 Coût annuel du projet pour la décharge contrôlée : Niveau-3

I	Population	100,000	200,000	300,000	400,000	500,000	750,000	1,000,000	1,500,000
		0	0		0	0	0	0	0
II	Quantité des déchets (tonne/jour)	84	168	252	336	420	630	840	1,260
III	Surface requise du site (Ha)	5	10	15	20	25	38	50	75
IV	Coût du projet (x 1000 DH)								
1	Coût de construction	2,238	3,077	4,021	4,862	5,650	7,651	9,640	13,272
2	Coût d'acquisition du matériel	1,000	1,000	1,217	1,217	1,677	2,653	3,113	4,030
3	Coût de fonctionnement et d'entretien	976	1,151	1,557	1,733	2,206	3,356	4,092	5,604
	Contingence	40	40	52	52	66	102	117	149
	Totale (x 1000 DH)	4,253	5,268	6,847	7,862	9,599	13,763	16,963	23,055
4	Coût unitaire (DH/tonne)		5	5	5	5	5	5	5
	Coût unitaire (DH/tonne)	144	91	79	69	68	65	60	55

Par suite de ces estimations des coûts, les coûts unitaires suivants pour chaque système d'enfouissement sont obtenus:

- Décharge contrôlée (niveau- 2) : 40 - 60 Dh/tonne
- Décharge contrôlée (niveau- 3) : 60 - 100 Dh/tonne

Comme le montrent les deux tableaux ci-dessus, il est évident que la rentabilité du coût de sites de décharge dont la superficie est inférieure à 10 hectares est plutôt médiocre. Par conséquent, il est recommandé de planifier les sites de décharge avec une superficie supérieure à 10 hectares. Au cas où la taille de la communauté urbaine et/ou la commune urbaine, qui projettent de construire un site de décharge est petite, à savoir une population inférieure à 200,000 habitants, il est recommandé de planifier un site de décharge intermunicipale par la combinaison des différentes circonscriptions administratives.

Les points suivants qui sont présentés dans les tableaux ci-dessus doivent être calculés de la manière suivante:

- Quantité des déchets : voir l'équation indiquée dans la section B, chapitre 2, article 2.2.1 du présent rapport.
- Superficie requise du site : voir l'équation indiquée dans la section B, chapitre 2, article 2.2.1 du présent rapport.
- Coût unitaire (Dh/tonne) : coût équivalent requis pour traiter une tonne de déchets.

$$\text{Coût unitaire} = (\text{coût total du projet}) / (\text{quantité totale des déchets à transporter})$$

Par ailleurs, les coûts de prestations d'ingénierie doivent être également considérés dans le coût du projet. Le montant de coûts de prestations d'ingénierie étant fonction de la taille du projet, de l'étendue des travaux, etc., en général, il peut être estimé à un montant correspondant à 5 à 15 % du coût de construction du projet.

7.2 Conditions de l'estimation des coûts

Les coûts approximatifs de la construction, de l'acquisition du matériel, du fonctionnement et de l'entretien, de l'acquisition du terrain et des prestations d'ingénierie sont estimés comme suit :

1) Coût de construction

Les postes/installations qui doivent être pris en considération pour l'estimation de coûts de sites de décharge sont présentés dans le tableau B.3.2-2 dans la section B, chapitre 3 du présent rapport. Les prix unitaires doivent être estimés à l'aide des coûts locaux au Maroc. Les coûts estimés de sites de décharge contrôlée de niveau- 2 et de niveau-3 sont montrés respectivement dans les Tableau B.7.1-3 et B.7.1-4.

2) Coût d'Acquisition du matériel

Les équipements lourds et d'autres véhicules nécessaires pour l'enfouissement sont présentés dans la section B, chapitre 4, article 4.4 du présent rapport. Les prix actuels sont adoptés comme prix unitaires de chaque type de matériel.

La méthode de calcul de dépréciation présentée dans les tableaux B.7.1-3 et B.7.1-4 est comme suit:

• Dépréciation

$$\text{Dépréciation} = (\text{prix unitaire du matériel}) / (\text{la durée de vie du matériel})$$

où, la durée de vie de chaque matériel est comme suit:

5 ans : bulldozer, excavateur, chargeuse sur pneus, compacteur pour l'enfouissement

6 ans : Camion à benne, camion-citerne, camionnette pick-up

Les nombres requis d'équipements lourds pour les décharges contrôlées du niveau- 2 et du niveau-3, compte tenu de la taille de ville et/ou de la quantité de déchets, est indiqué respectivement dans les Tableaux B.7.1-3 et B.7.1-4.

3) Coûts de fonctionnement et d'entretien

Pour les coûts de fonctionnement et d'entretien, les éléments suivants doivent être considérés:

- Personnel et salaires
- Carburant pour équipements
- Coût d'entretien'équipements
- Contingences

Les éléments suivants qui sont indiqués dans les tableaux B.7.1-3 et B.7.1-4 doivent être calculés comme suit:

- Personnel : personnel requis pour chaque type de système d'enfouissement doit être déterminé.
- Carburant : taux du carburant et nombre d'heures de fonctionnement de chaque équipement doivent être également déterminés.
- Coût annuel d'entretien: récapitulé comme suit:

$$\text{Coût annuel d'entretien} = (\text{prix unitaire} \times 40\%) / (\text{le durée de vie de l'équipement})$$

La durée de vie de chaque équipement est présentée dans l'article 7.3 ci-dessus.

Contingence : supposée être cinq pour cent des éléments susmentionnées

$$\text{Contingence} = (\text{salaire du personnel} + \text{coût de carburant} + \text{coût d'entretien de l'équipement/du véhicule}) \times 5\%$$

4) Coût d'acquisition du terrain

Le coût du terrain dépend en grande partie de ses conditions d'emplacement. Il est difficile de déterminer un coût du terrain général, toutefois, pour une estimation approximative du coût, il pourrait être déterminé à 300.000 Dh/hectare.

5) Coût des prestations d'ingénierie

En règle générale, les prestations d'ingénierie du projet comprennent ce qui suit :

- Etude sur le site
- Evaluation des impacts sur l'environnement (EIE)
- Conception de base et conception détaillée
- Estimation des coûts
- (Préparation du dossier d'appel d'offres et assistance au dépouillement d'offres)
- Supervision des travaux de construction

Le coût des prestations d'ingénierie est en fonction de l'étendue des travaux, etc., toutefois, en général, il pourrait être estimé à un montant correspondant à 5 à 15 % du coût de construction du projet.

Tableau B.7.1.3 (1) Coûts estimés du projet de la décharge contrôlée - 2 : Niveau -2

1	Population	100,000	200,000	300,000	400,000	500,000	750,000	1,000,000	1,500,000	2,000,000	2,500,000	3,000,000	4,000,000	5,000,000	6,000,000	7,000,000	8,000,000	9,000,000	10,000,000	
II	Quantité de déchets (tonnes/j de fonctionnement)	84	168	252	336	420	630	840	1,050	1,260	1,470	1,680	2,100	2,520	2,940	3,360	3,780	4,200	4,620	
III	Espace requis de décharge publique pour 10 ans prochains (ha)	3	10	15	20	25	38	51	64	77	90	103	137	171	204	237	270	303	336	
IV	Coût	Unité	Coût	Coût	Coût	Coût	Coût	Coût	Coût	Coût	Coût	Coût	Coût	Coût	Coût	Coût	Coût	Coût	Coût	Coût
1	Coût de construction																			
1.1	Installation principale																			
a	Voie d'accès	m	3,000	5,100	7,200	9,300	11,400	13,500	15,600	17,700	19,800	21,900	24,000	26,100	28,200	30,300	32,400	34,500	36,600	38,700
b	Voie auxiliaire (Bande de décharge)	m	2,000	3,600	5,200	6,800	8,400	10,000	11,600	13,200	14,800	16,400	18,000	19,600	21,200	22,800	24,400	26,000	27,600	29,200
c	Zone de stockage (Décharge)	m	1,000	1,800	2,600	3,400	4,200	5,000	5,800	6,600	7,400	8,200	9,000	9,800	10,600	11,400	12,200	13,000	13,800	14,600
d	Voie de service	m	800	1,440	2,080	2,720	3,360	4,000	4,640	5,280	5,920	6,560	7,200	7,840	8,480	9,120	9,760	10,400	11,040	11,680
e	Stade de décharge (Décharge)	m	400	720	1,040	1,360	1,680	1,990	2,300	2,610	2,920	3,230	3,540	3,850	4,160	4,470	4,780	5,090	5,400	5,710
f	Stade de décharge (Décharge)	m	200	360	520	680	840	1,000	1,160	1,320	1,480	1,640	1,800	1,960	2,120	2,280	2,440	2,600	2,760	2,920
1.2	Installation de protection de l'environnement																			
a	Installation de drainage	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
b	Nivellement et mur en forme de mur (avec terre adjointe)	m	200,000	3,600,000	7,200,000	10,800,000	14,400,000	18,000,000	21,600,000	25,200,000	28,800,000	32,400,000	36,000,000	39,600,000	43,200,000	46,800,000	50,400,000	54,000,000	57,600,000	61,200,000
c	Le cimentation (Cimentation)	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
d	Installation pour collecte du lixiviat	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
e	Installation pour traitement du lixiviat (Décharge)	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
f	Installation pour traitement du lixiviat (Décharge)	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.3	Autres installations et équipements																			
a	Adm. (Bureau de site, équipement, etc.)	SO	400,000	720,000	1,040,000	1,360,000	1,680,000	2,000,000	2,320,000	2,640,000	2,960,000	3,280,000	3,600,000	3,920,000	4,240,000	4,560,000	4,880,000	5,200,000	5,520,000	5,840,000
b	Fond bascule (avec salle de contrôle)	Unité	1,100,000	1,980,000	2,860,000	3,740,000	4,620,000	5,500,000	6,380,000	7,260,000	8,140,000	9,020,000	9,900,000	10,780,000	11,660,000	12,540,000	13,420,000	14,300,000	15,180,000	16,060,000
c	Processus automatisés (ciblage, relevage)	SO	450,000	810,000	1,170,000	1,530,000	1,890,000	2,250,000	2,610,000	2,970,000	3,330,000	3,690,000	4,050,000	4,410,000	4,770,000	5,130,000	5,490,000	5,850,000	6,210,000	6,570,000
d	Alimentation en eau, zone tampon, etc.																			
	Sous-Total		17,800,000	31,680,000	45,560,000	59,440,000	73,320,000	87,200,000	101,080,000	114,960,000	128,840,000	142,720,000	156,600,000	170,480,000	184,360,000	198,240,000	212,120,000	226,000,000	239,880,000	253,760,000
	+ T.V.A. (18%)		3,204,000	5,702,400	8,200,800	10,699,200	13,197,600	15,696,000	18,194,400	20,692,800	23,191,200	25,689,600	28,188,000	30,686,400	33,184,800	35,683,200	38,181,600	40,680,000	43,178,400	45,676,800
	Coût annuel (Total)		21,004,000	37,382,400	53,760,800	70,139,200	86,517,600	102,896,000	119,274,400	135,652,800	152,031,200	168,409,600	184,788,000	201,166,400	217,544,800	233,923,200	250,301,600	266,680,000	283,058,400	299,436,800
2	Coût d'opération et maintenance																			
a	Matériel d'équipement																			
b	Matériel pour couverture de terre	Unité	2,000,000	3,600,000	5,200,000	6,800,000	8,400,000	10,000,000	11,600,000	13,200,000	14,800,000	16,400,000	18,000,000	19,600,000	21,200,000	22,800,000	24,400,000	26,000,000	27,600,000	29,200,000
c	Électricité	Unité	1,000,000	1,800,000	2,600,000	3,400,000	4,200,000	5,000,000	5,800,000	6,600,000	7,400,000	8,200,000	9,000,000	9,800,000	10,600,000	11,400,000	12,200,000	13,000,000	13,800,000	14,600,000
d	Chargement à terre	Unité	2,000,000	3,600,000	5,200,000	6,800,000	8,400,000	10,000,000	11,600,000	13,200,000	14,800,000	16,400,000	18,000,000	19,600,000	21,200,000	22,800,000	24,400,000	26,000,000	27,600,000	29,200,000
e	Carburant à terre	Unité	200,000	360,000	520,000	680,000	840,000	1,000,000	1,160,000	1,320,000	1,480,000	1,640,000	1,800,000	1,960,000	2,120,000	2,280,000	2,440,000	2,600,000	2,760,000	2,920,000
f	Autres	Unité	800,000	1,440,000	2,080,000	2,720,000	3,360,000	4,000,000	4,640,000	5,280,000	5,920,000	6,560,000	7,200,000	7,840,000	8,480,000	9,120,000	9,760,000	10,400,000	11,040,000	11,680,000
g	Consommables à terre	Unité	400,000	720,000	1,040,000	1,360,000	1,680,000	2,000,000	2,320,000	2,640,000	2,960,000	3,280,000	3,600,000	3,920,000	4,240,000	4,560,000	4,880,000	5,200,000	5,520,000	5,840,000
	Sous-Total		5,400,000	9,720,000	13,600,000	17,480,000	21,360,000	25,240,000	29,120,000	33,000,000	36,880,000	40,760,000	44,640,000	48,520,000	52,400,000	56,280,000	60,160,000	64,040,000	67,920,000	71,800,000
	+ T.V.A. (18%)		972,000	1,749,600	2,448,000	3,146,400	3,844,800	4,543,200	5,241,600	5,940,000	6,638,400	7,336,800	8,035,200	8,733,600	9,432,000	10,130,400	10,828,800	11,527,200	12,225,600	12,924,000
	Coût annuel de maintenance (2)		6,372,000	11,469,600	16,048,000	20,626,400	25,204,800	29,783,200	34,361,600	38,940,000	43,518,400	48,096,800	52,675,200	57,253,600	61,832,000	66,410,400	70,988,800	75,567,200	80,145,600	84,724,000
	Coût par tonne (Détention)		0.30	0.31	0.32	0.33	0.34	0.35	0.36	0.37	0.38	0.39	0.40	0.41	0.42	0.43	0.44	0.45	0.46	0.47

Tableau B.7.1-4 (1) Coûts estimés du projet de la décharge contrôlée 3 : Niveau 3

I	Population	Unité	Prix unit. (D\$)	100,000		200,000		400,000		600,000		800,000		1,000,000		1,200,000		1,500,000			
				QTY	Coût	QTY	Coût	QTY	Coût	QTY	Coût	QTY	Coût	QTY	Coût	QTY	Coût	QTY	Coût		
II	Quantité de déchets (tonnes) de tonnes (10 ans)		84	196,000																	
III	Espace requis de décharge publique pour 10 ans (parcapacité)				188	615,200	252	919,800	336	1,226,400	420	1,543,000	600	2,205,000	840	3,066,000	1,260	4,590,000			
IV	Coût				10	244,000	14	340,000	20	488,000	25	610,000	36	876,000	51	1,242,000	75	1,800,000			
1. Coût de construction																					
1.1 Investitions principales																					
a.	Voie d'accès	m	3,400	1,200	4,080	3,300,000	1,300	4,200,000	1,500	4,500,000	1,600	4,560,000	1,800	5,100,000	2,000	5,400,000	2,200	5,840,000	2,500	6,350,000	
b.	Voie auxiliaire (Route de clôture)	m	2,400	1,100	2,640	2,400,000	1,900	2,090,000	2,200	2,220,000	2,400	2,280,000	2,600	2,360,000	2,800	2,420,000	3,000	2,480,000	3,200	2,540,000	
c.	Clôture de sécurité (parapente)	m	1,400	450	630	1,050,000	750	1,050,000	850	1,190,000	950	1,330,000	1,050	1,470,000	1,150	1,610,000	1,250	1,750,000	1,350	1,890,000	
d.	Voie de service	m	800	650	520	800,000	850	680,000	900	720,000	950	760,000	1,000	800,000	1,050	840,000	1,100	880,000	1,150	920,000	
e.	Regard d'égouttement des eaux pluviales (regard) (regard)	m	250	2,100	525	2,100,000	3,500	2,100,000	4,000	2,100,000	4,500	2,100,000	5,000	2,100,000	5,500	2,100,000	6,000	2,100,000	6,500	2,100,000	
f.	Regard d'égouttement des eaux pluviales (regard) (regard)	m	250	300	750	750,000	1,000	750,000	1,250	750,000	1,500	750,000	1,750	750,000	2,000	750,000	2,250	750,000	2,500	750,000	
1.2	Installation de gestion de l'environnement				4,000	1,200,000	4,000	1,200,000	4,000	1,200,000	4,000	1,200,000	4,000	1,200,000	4,000	1,200,000	4,000	1,200,000	4,000	1,200,000	
a.	Installation des décharges	m	250	2,050	512,500	2,050	512,500	2,050	512,500	2,050	512,500	2,050	512,500	2,050	512,500	2,050	512,500	2,050	512,500		
b.	Niveaulement et suite en forme du site (entre autres)	ha	100,000	5	500,000	10	500,000	10	500,000	10	500,000	10	500,000	10	500,000	10	500,000	10	500,000		
c.	L'empêchement (couche d'isolation) (base)	m ²	140	250	35,000	450	45,000	550	45,000	650	45,000	750	45,000	850	45,000	950	45,000	1,050	45,000		
d.	Installation pour collecte du lixiviat	m ³	150	1,000	1,500,000	1,500	1,500,000	1,500	1,500,000	1,500	1,500,000	1,500	1,500,000	1,500	1,500,000	1,500	1,500,000	1,500	1,500,000		
e.	Installation pour évacuation du lixiviat (démarche)	m ³	10,000	300	3,000,000	400	1,200,000	600	1,800,000	800	2,400,000	1,000	3,000,000	1,200	3,600,000	1,400	4,200,000	1,600	4,800,000	1,800	5,400,000
f.	Installation pour traitement du lixiviat (démarche)	m ³	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		
1.3	Autres installations relatives				15	600,000	15	600,000	15	600,000	15	600,000	15	600,000	15	600,000	15	600,000	15	600,000	
a.	Adm. (Bureau des opérations, etc.)	sq	1,000,000	1	1,000,000	1	1,000,000	1	1,000,000	1	1,000,000	1	1,000,000	1	1,000,000	1	1,000,000	1	1,000,000		
b.	Poste de pompage (pour dalle de ciment)	sq	1,000,000	1	1,000,000	1	1,000,000	1	1,000,000	1	1,000,000	1	1,000,000	1	1,000,000	1	1,000,000	1	1,000,000		
c.	Travaux entre pose (pneus, clôtures, etc.) (autres)	sq	800,000	1	800,000	1	800,000	1	800,000	1	800,000	1	800,000	1	800,000	1	800,000	1	800,000		
Installation en cours, zone, etc.																					
Sous-Total																					
+ T.V.A. (taxe @ 9%)																					
Coût annuel (Capital (1))																					
Coût sur la durée (O&M) (2)																					
3. Coût d'exploitation du projet																					
a.	Matériel d'investissement				44	59,000	44	59,000	44	59,000	44	59,000	44	59,000	44	59,000	44	59,000	44	59,000	
b.	Matériel pour maintenance de l'ent	unité	2,000,000	1	2,000,000	1	2,000,000	1	2,000,000	1	2,000,000	1	2,000,000	1	2,000,000	1	2,000,000	1	2,000,000		
c.	Énergie	unité	1,000,000	1	1,000,000	1	1,000,000	1	1,000,000	1	1,000,000	1	1,000,000	1	1,000,000	1	1,000,000	1	1,000,000		
d.	Charges à payer	unité	2,000,000	1	2,000,000	1	2,000,000	1	2,000,000	1	2,000,000	1	2,000,000	1	2,000,000	1	2,000,000	1	2,000,000		
e.	Salaires et honoraires	unité	500,000	1	500,000	1	500,000	1	500,000	1	500,000	1	500,000	1	500,000	1	500,000	1	500,000		
f.	Autres	unité	500,000	1	500,000	1	500,000	1	500,000	1	500,000	1	500,000	1	500,000	1	500,000	1	500,000		
3.1	Coût annuel (Capital (1))				10,000	10,000,000	10,000	10,000,000	10,000	10,000,000	10,000	10,000,000	10,000	10,000,000	10,000	10,000,000	10,000	10,000,000	10,000	10,000,000	
3.2	Coût sur la durée (O&M) (2)				1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000		
Sous-Total																					
+ T.V.A. (taxe @ 9%)																					
Coût annuel de maintenance (1)																					
Coût sur la durée (O&M) (2)																					



CHAPITRE 8 PLAN DE TRAITEMENT INTERMEDIAIRE

8.1 Généralités

Durant ces dernières années, la construction de sites de décharge est devenue difficile notamment dans les pays développés. D'une part, plus de 85% des déchets solides produits dans le monde sont transportés aux sites de décharge. Dans ces conditions, plusieurs types de systèmes du traitement intermédiaire ont été développés et adoptés par les autorités locales des pays européens et du Japon afin de réduire le volume et de récupérer/recycler les ressources, etc., des déchets solides. L'incinération est la méthode la plus couramment utilisée, toutefois, d'autres méthodes telles que le compostage, la pyrolyse, le RDF (refuse drive fuel), la méthanisation, etc., sont également adoptées à des envergures très limitées.

Au Maroc, les systèmes de traitement intermédiaire pour les déchets municipaux ne sont pas très répandus, et le compostage est le seul système introduit dans ce pays. Toutefois, les installations de compostage n'ont pas pu fonctionner de manière satisfaisante.

8.2 Objectifs du traitement intermédiaire

Les objectifs du traitement intermédiaire reconnus dans le monde sont les suivants:

- Réduction du volume des déchets solides : afin de prolonger la durée de vie de site de décharge, et d'économiser les coûts de transport des déchets, la méthode de réduction du volume des déchets solides sera prise en considération.
- Récupération/recyclage de ressource : il existe deux méthodes de récupération de ressources des déchets solides, la première consiste en l'extraction des matières qui sont économiquement réutilisables des déchets solides, et l'autre consiste en l'extraction d'énergie des déchets solides.
- Prévention de la pollution de l'environnement: Afin de prévenir la pollution de l'environnement d'alentours par les sites de décharge, les systèmes de traitement intermédiaire convenable devront être considérés, notamment pour les déchets toxiques tels que déchets industriels spécifiques et hospitaliers.

8.3 Sélection de systèmes de traitement intermédiaires au Maroc

Les trois systèmes de traitement intermédiaire, à savoir, l'incinération, le concassage/broyage et le triage sont utilisés couramment dans les pays développés. Les raisons en seront vérifiées et le principe de base pour la sélection de systèmes de traitement intermédiaire au Maroc sera examiné brièvement.

- Incinération : La construction de site d'enfouissement est devenue très difficile dans

les pays avancés, et le papier contenu dans les déchets en proportion élevée se traduit par la valeur calorifique élevée. Pour cette raison, pour réduire le volume de déchets et prolonger la durée de vie de site de décharge, l'incinération a été introduite et couramment utilisée dans les pays développés.

- **Concassage/broyage** : Dans les pays économiquement développés, du fait que les déchets contiennent une quantité d'objets en vrac et d'objets creux, voire des meubles, etc., le concassage est utilisé dans certains cas comme traitement préliminaire avant de procéder à l'enfouissement. Le broyage de cartons, le concassage de bouteilles et la pulvérisation de boîtes dans un marteau-moulin, permettent d'obtenir un mélange homogène des déchets dont les tailles de particule sont réduites. De plus, du fait de la réduction de tailles, l'espace nécessaire pour l'enfouissement est réduit et l'enfouissement peut être consolidé sans boîtes vides.

Triage : Les matériaux réutilisables tels que verre, métaux, plastique, etc., sont contenus dans les déchets à une teneur élevée, dans les pays avancés. Afin d'extraire les matériaux réutilisables pour les recycler, un système de triage mécanique est utilisé couramment dans les pays.

En outre, les caractéristiques et/ou la composition des déchets au Maroc diffèrent de celles des pays économiquement plus développés. Celles du Maroc se caractérisent par : une haute teneur en humidité, une haute teneur en matières putrescibles, une faible valeur calorifique, plus dense et de granulométrie fine (ils contiennent peu de déchets en vrac), faible portion des matériaux réutilisables, etc. De plus, la construction de site d'enfouissement ne constitue pas une difficulté sérieuse au Maroc.

Compte tenu de ces conditions au Maroc, les systèmes de traitement intermédiaire ci-dessus mentionnés ne sont pas applicables ; cependant, les systèmes de traitement biologiques seraient recommandés au Maroc.

8.4 L'examen de la faisabilité de l'incinération et du compostage au Maroc

Eu égard au taux de généralisation des différents systèmes de traitement utilisés dans le monde, aux objectifs à atteindre pour ce qui concerne les déchets municipaux, et la qualité et les conditions actuelles des déchets au Maroc, deux systèmes de traitement, à savoir l'incinération et le compostage seront choisis au préalable et examinés en détail pour leur faisabilité dans le présent article.

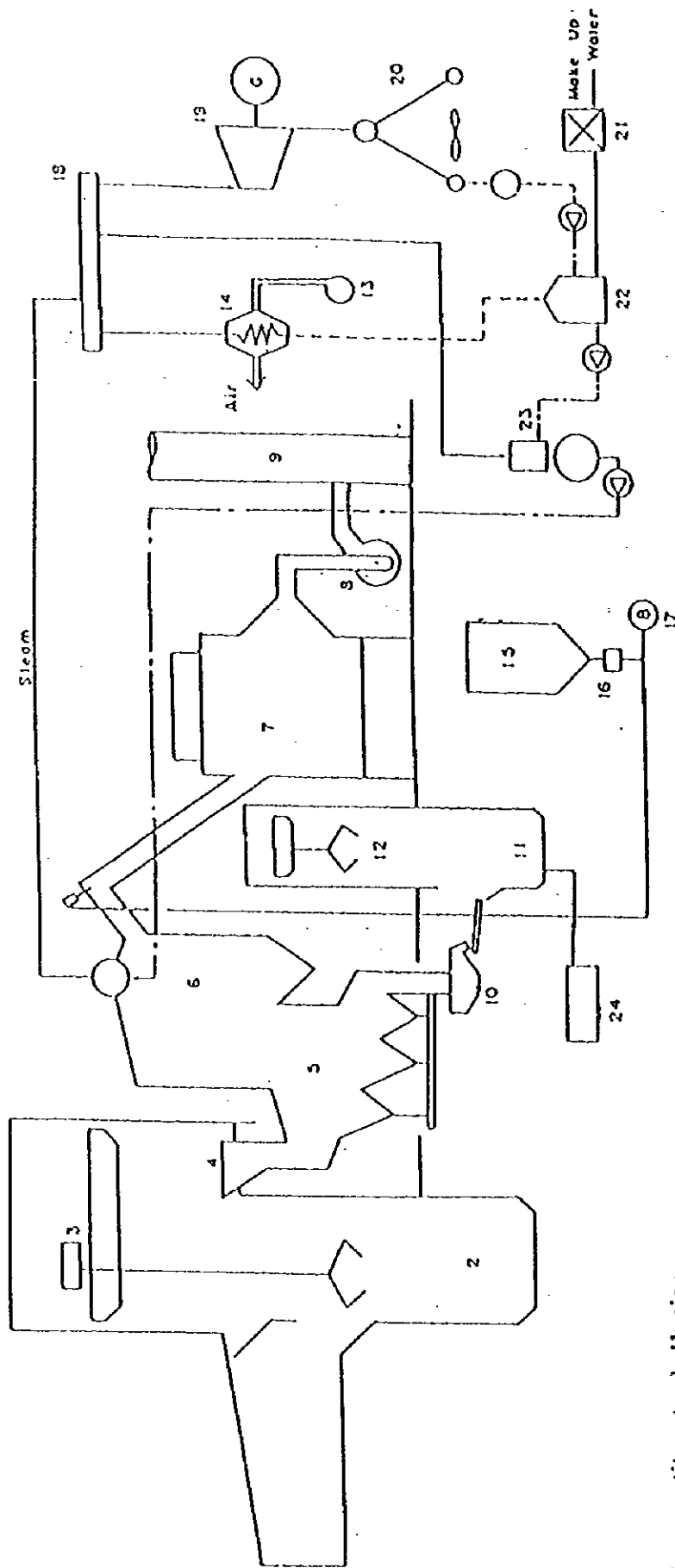
Le compostage, les broyage/effilochage et l'incinération sont présentés dans cette section. La compréhension des avantages et des inconvénients de chaque installation de traitement est prévue de supporter les autorités concernées, déterminer la faisabilité et/ou l'adoption des installations de traitement intermédiaire qui seront examinées.

8.4.1 Incinération

1) Faisabilité de l'incinération au Maroc

Le premier objectif de l'incinération est de rendre les déchets inertes, ce qui permet également de réduire le volume et le poids des déchets, et pourra dans certains cas fournir une source d'énergie. La Fig. B.8.4-1 montre un schéma de circulation simplifié d'une usine d'incinération.

La faisabilité de l'incinération dépend en grande partie de 1) la disponibilité du terrain pour le site de décharge des déchets et son prix, 2) du coût de traitement des déchets (aspect financier), et 3) des caractéristiques des déchets et leur quantité (aspect technique). Pour les raisons ci-dessous mentionnées, l'incinération ne sera pas introduite au Maroc pour l'instant. Il est toutefois recommandé d'examiner sa faisabilité et son introduction après que la valeur calorifique des déchets au Maroc auront atteint 1.200 kcal/kg.



Les constituants de l'usine

1. Tipping yard (Espace de déchargement)
2. Storage yard (Fosse de stockage)
3. Waste Charging Crane (Grue de chargement)
4. Charging Hopper (Trémie de chargement)
5. Incinerator (Incinérateur)
6. Waste heat Boiler (Chaudière des déchets)
7. Electrostatic Precipitator (Collecteur électrostatique)
8. Induced Fan (Ventilateur de tirage par aspiration)

9. Stack (Cheminée)
10. Ash Discharger (Déchargeur de cendres)
11. Ash Pit (Fosse pour les cendres)
12. Ash Crane (Grue pour les cendres)
13. Forced Fan (Ventilateur forcé)
14. Air Pre-heater (Préchauffeur à air)
15. Lime storage Silo (Silo de stockage de chaux)
16. Table Feeder (Table d'alimentation)

17. Ejector Blower (Soufflante d'Ejecteur)
18. Steam Header (Réchauffeur à vapeur)
19. Turbine/Generator (Turbine/Générateur)
20. Steam Condenser (Condenseur à vapeur)
21. Water Purifier (Epurateur d'eau)
22. Condensed Water Tank (Réservoir à eau condensé)
23. Decelerator (Décréteur)
24. Waste Water Treatment Equipment (Installation pour traitement des eaux usées)

FIG. B.8.4-1

Schéma d'organigramme d'une usine d'incinération

- i. En comparaison avec les villes d'Europe et du Japon, les vastes terrains nus et/ou les terrains non utilisés efficacement existent dans les zones alentours des villes au Maroc. Par conséquent, il n'est pas très difficile pour les autorités locales d'acquérir le terrain pour le site de décharge des déchets.
- ii. Les coûts d'investissement et de fonctionnement de l'incinération ne sont pas très élevés par rapport aux décharges contrôlées qui sont décrites dans le Chapitre 3. Le coût unitaire de l'incinération, pour manipuler/décharger une tonne de déchets est environ 10 fois supérieur à celui de la décharge contrôlée. La comparaison des coûts de l'incinération et de la décharge contrôlée est présentée dans le Tableau B.8.4-1.

Tableau B.8.4-1 Comparaison des coûts unitaires de l'incinération et de la décharge contrôlée

No	Description	Décharge contrôlée (Niveau - 3)	Incinérateur
1.	Construction et équipements	45 - 80	800
2.	Fonctionnement et maintenance	10 - 15	140
3.	Acquisition du terrain	5	0
4.	Sous-total (= 1 + 2 + 3)	60 - 100	940
5.	valeur de la chaleur récupérée	--	50
6.	Coût net (= 4 - 5)	69 - 100	890
7.	Elimination de cendres d'incinération	--	10
8.	Total (= 6 + 7)	DH 60 - 100/tonne	DH 900/tonne

- iii. Pour la combustion autonome des déchets, la valeur calorifique la plus faible des déchets devra être supérieure à 1.200 kcal/kg approximativement (environ 2.500 kcal/kg au Japon). En effet, la valeur des déchets au Maroc est estimée à une valeur comprise entre 900 à 950 kcal/kg, sur la base du résultat de l'étude sur la qualité des déchets menée par l'équipe de la JICA en 1996, qui a montré que la teneur en humidité dans les déchets est élevée (66,2 %) et celle en matières putrescibles est également élevée (76,9 %). La qualité des déchets d'autres villes du Maroc ne devrait pas être considérablement différente de celle de Safi. Par conséquent, pour un fonctionnement convenable de l'usine d'incinération, une grande quantité de combustible supplémentaire sera nécessaire, ce qui implique inévitablement un coût élevé de fonctionnement.
- iv. En général, le four d'incinération devra avoir une capacité minimale de 200 tonnes/jour afin d'assurer la récupération d'énergie pour générer la puissance électrique. D'autre part, compte tenu du taux de collecte des déchets, du facteur de sécurité, etc., on peut citer comme villes du Maroc qui génèrent et collectent plus de 200 tonnes de déchets par jour, Casablanca, Fès, Marrakech, Rabat/Sale et Tanger, dont la population comptent plus de 500.000 habitants. Par conséquent, en ce qui concerne seulement

la récupération d'énergie, ces cinq villes susmentionnées ont certaine possibilité d'introduire l'incinération.

2) Avantages et désavantages de l'incinération

L'identification des avantages et des désavantages de l'incinération permettra aux autorités concernées d'examiner sa faisabilité et/ou son introduction. Le Tableau B.8.4-2 montre les avantages et les désavantages de l'incinération.

Tableau B.8.4-2 Avantages et désavantages de l'incinération

Avantages	Désavantages
<ul style="list-style-type: none"> • Le système a une gamme variée d'applicabilité aux différents types des déchets. Presque toutes les sortes des déchets, à l'exception des matières inertes et en vrac, peuvent être traitées par l'incinérateur. • Le volume et le poids des déchets peuvent être largement être (le volume peut être réduit de 5 à 10%, et le poids de 15 à 20%). Par conséquent, les coûts de transport et d'enfouissement peuvent être moins élevés. • La stabilisation de sites de décharge est assurée. • En général, l'impact sur l'environnement par les cendres est moins que celui des déchets bruts. • La chaleur produite durant le procédé d'incinération peut être récupérée et utilisée de différentes manières. • Un revenu sera attendu des ventes de chaleur et/ou électricité excédentaire produite par le générateur. (Les déchets traités doivent avoir un pouvoir calorifique plus élevé.) 	<ul style="list-style-type: none"> • Des coûts élevés d'investissement ainsi que de fonctionnement et maintenance sont nécessaires. • Des résidus restent toujours. Par conséquent, ils doivent être transportés et évacués dans des sites de décharge. • Un système de contrôle de la pollution doit être installé dans l'usine. Par conséquent, des coûts d'investissement supplémentaires seront requis.

8.4.2 Compostage

1) Faisabilité du compostage au Maroc

Le compostage est le procédé biologique le plus couramment utilisé pour la conversion des déchets organiques en matériaux stables comme l'humus appelés compost.

Du point de vue de la réduction et du recyclage des déchets, ceci est une méthode très utile pour le traitement des déchets municipaux. En effet, la qualité des déchets au Maroc convient au compostage du fait de sa haute teneur en matières putrescibles, alors même que leur taux carbone/azote (facteur de carbone-azote qui détermine la vitesse de décomposition) est faible. Cependant, deux aspects, qui sont les conditions majeures qui déterminent la faisabilité du compostage, à savoir, le premier, les besoins sur le marché du compost et les voies de commercialisation en relation avec le coût de récupération (aspect financier), et le deuxième, la qualité des déchets et le fonctionnement de l'usine (aspect technique) qui doivent être considérés et examinés attentivement pour introduire avec succès le compostage.

i. Assurer le marché du compost et les voies de commercialisation (en relation avec le coût de récupération)

Les conditions du marché est un facteur extrêmement important qui affecte la faisabilité du compostage. De nombreuses usines de compostage dans le monde ont échoué en raison de la demande insuffisante en compost. Pour les fermiers, les coûts d'utilisation de compost dépendent du prix de produits de compost et du coût de transport entre l'usine et les lieux d'utilisation. En général, si la distance de transport à partir de l'usine est inférieure à 20 km, il pourra être faisable pour les fermiers d'utiliser les produits de compost. En outre, il est à noter que la demande en compost n'est pas constante, mais subit des saisons spécifiques de l'année.

Il est à noter qu'à l'usine de compostage à Rabat, qui est la seule usine en fonctionnement au Maroc à l'heure actuelle, les ventes annuelles de produits de compost sont estimées à DH 562.000/an, qui correspond approximativement à 38 % du coût de fonctionnement qui est de DH 1.462.000/an. La perte annuelle s'élève à DH 900.000/an, en plus de l'amortissement de l'investissement initial pour la construction de l'usine.

ii. Qualité des déchets et fonctionnement de l'usine

Le résultat de l'étude sur la composition des déchets menée par l'équipe de la JICA en novembre 1996 à Safi montre que la teneur en matières organiques en état humide dans les déchets y compris les déchets ménagers, le papier, la cuire et les textiles, est de 87,3 %, et celle en déchets ménagers est de 76,9 %. (En effet, la qualité des déchets d'autres villes du Maroc ne devrait pas différer trop de celle de Safi.) Le résultat de l'étude montre donc que les déchets au Maroc conviennent au compostage. Toutefois, les conditions des déchets ci-dessous mentionnés devront être examinées attentivement et les contre-mesures nécessaires devront être prises pour les installations de l'usine et leur fonctionnement.

- La teneur en humidité des déchets ménagers est de 78,4 %. Toutefois si la teneur en humidité dépasse 55 %, l'eau commence à remplir les interstices entre les particules des déchets, ce qui réduit l'oxygène interstitiel et entraîne les conditions anaérobies ; ceci se traduit par l'abaissement rapide de la température et le dégagement de l'odeur

nauséabonde. Par conséquent, il est nécessaire de réduire la quantité de l'eau contenue avant la fermentation.

- Le taux carbone/azote des déchets est compris entre 10 à 14 (d'après l'étude sur la collecte des déchets solides menée à Safi en 1987). Toutefois, le taux carbone/azote idéal pour le compostage des déchets est compris entre 30 et 35. De ce fait, un certain ajustement tel que l'ajout du papier, etc., sera nécessaire pour une fermentation appropriée.
- La teneur en sacs plastiques dans les déchets est plutôt élevée au Maroc. Par conséquent, il faut prêter attention pour que l'usine soit équipée d'un système de séparation des déchets approprié.

2) Points additionnels à considérer pour l'introduction du compostage

Les points ci-dessous mentionnés doivent être pris en compte pour une introduction et un fonctionnement avec succès du compostage. De plus, ces points devraient être utilisés pour l'évaluation et l'établissement des programmes de réhabilitation des usines de compostage existantes au Maroc.

- Apporter des déchets de types convenables tels que ceux domestiques, de marché, etc., à l'usine (le ramassage séparé, l'introduction d'un système de triage approprié, etc., devront être envisagés).
- Appui de la part des autorités agricoles concernées, et études et efforts cohérents/coordonnés par les différents organismes gouvernementaux concernés par le compostage
- Contrôle de qualité et standardisation des produits de compost
- Confirmation des avantages de l'utilisation combinée du compost et des engrais chimiques.
- Analyse et évaluation financières, et si besoin est, introduction de systèmes subsidiaires.

3) Avantages et désavantages du compostage

Il est nécessaire d'identifier les avantages et les désavantages du compostage afin de permettre aux autorités concernées d'examiner sa faisabilité et/ou son introduction. Le Tableau B.8.4-3 montre les avantages et les désavantages du compostage.

Tableau B.8.4-3 Avantages et désavantages du compostage

Avantages	Désavantages
<ul style="list-style-type: none"> · Les produits du compost sont utilisés comme engrais organiques et des matières pour conditionner le sol · Une certaine quantité des matières utilisables peut être récupérée par le triage, soit manuellement ou mécaniquement, durant la phase de prétraitement du système. · Une certaine réduction du volume des déchets organiques est prévue. · Les déchets organiques sont stabilisés durant le procédé de fermentation. · Certaines substances dangereuses peuvent être rendues non nuisible durant le procédé de fermentation. 	<ul style="list-style-type: none"> · Le taux de récupération des produits de compost est de l'ordre de 20 - 50% du poids total des déchets. Le reste devra être transporté de nouveau au site de décharge. · Seuls les déchets organiques conviennent au compostage (même pour les déchets organiques, la teneur en humidité, la proportion de Carbone-Azote, etc., des déchets doivent être examinés pour un fonctionnement approprié). Ainsi, pour collecter des déchets convenables au compostage, des modifications de systèmes de la collecte des déchets ou de système de triage durant la phase de prétraitement seront requises. · La fermentation demande beaucoup de temps (2 - 4 semaines, en cas de type andain (windrow type), et un grand parc pour la fermentation et le stockage sera requis. · En comparaison avec les engrais chimiques, la densité en vrac est relativement élevée. Par conséquent, les coûts de manutention tel que ceux de transport, d'épandage à la ferme, etc., sont élevés. · En général, il est difficile d'assurer les demandes au marché et les voies de vente stables. · Dégagement d'odeur nauséabonde.

8.5 Systèmes du traitement intermédiaire

Il est à noter que les systèmes du traitement intermédiaire ne sont pas recommandables au Maroc, à part le compostage, comme il est décrit dans l'Article 8.3. A la place de systèmes de traitement intermédiaire, l'introduction de la décharge contrôlée est recommandée à l'heure actuelle. Cependant, compte tenu de la tendance dans les pays développés du monde, il conviendra de présenter les postes/points d'évaluation pour son introduction.

Actuellement, neuf types de systèmes de traitement intermédiaire sont utilisés dans le

monde, soit séparément, soit en combinaison, dont certains sont couramment utilisés, tandis que les autres sont en phase d'expérimentation, à savoir, le combustible dérivé de déchets (RDF), la pyrolyse, la méthanisation, l'incinération, le triage, le broyage/l'effilochage, la solidification de cendres, le compostage et l'alimentation.

Pour l'évaluation synthétique et l'introduction des systèmes de traitement intermédiaire, les points ci-dessous devront être étudiés et examinés attentivement par les autorités concernées.

- Coûts de construction, de fonctionnement et d'entretien, d'approvisionnement en équipements lourds et de réparation
- Acceptabilité de différentes sortes de déchets
- Applicabilité de qualités de déchets pour le type de système de traitement
- Effets de réduction de volume pour le site de décharge
- Marketabilité et stabilité de prix des matériaux récupérés
- Facilité de manipulation
- Simplicité de la conception de l'usine de traitement
- Fiabilité et stabilité du système de traitement (degré du développement technique et conditions de fonctionnement, etc.)
- Impacts sur l'environnement d'alentour
- Faisabilité économique

Les systèmes de traitement intermédiaire classifiés du point de vue de la récupération des matériaux sont présentés dans la Fig. B.8.5-1.

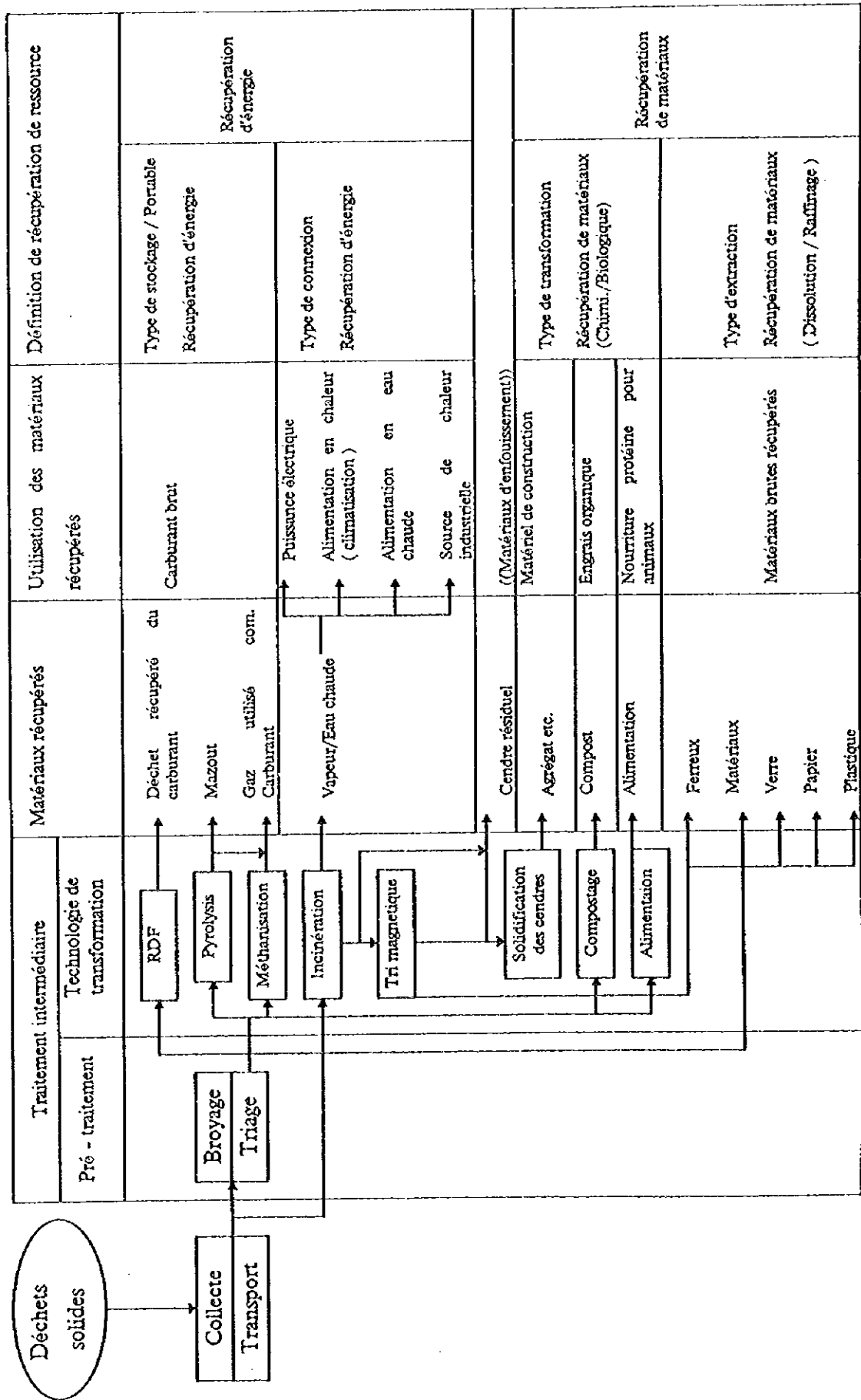


FIG. B.8.5-1 Classification des systèmes de traitement intermédiaire (avec récupération de ressource)





1

1

1

JICA