

CHAPITRE 10 ESTIMATION DES COÛTS

10.1. Importance du maintien des coûts fiables :

L'ingénieur municipal de la commune urbaine doit être toujours en mesure de répondre aux questions concernant :

- le coût du service de collecte et de transport;
- l'efficacité du service exécuté sur le plan du coût réel;
- la possibilité d'un autre moyen plus économique de mise en oeuvre du service et ce qui est possible à épargner;
- le coût du service prévu pour l'an prochain, après 5 ans, etc;

Actuellement, la plupart des communes urbaines ne peuvent pas répondre clairement quand elles sont interrogées à propos des coûts de la GDS et de la décomposition des coûts par activité (collecte et transport, balayage des rues etc). C'est là un problème sérieux. Car la prise de connaissance du coût est le seul moyen d'évaluer l'efficacité, le coût de développement et le coût d'amélioration du service offert.

10.2. Coûts du service de collecte et de transport

10.2.1 Évaluation du coût

Le service de collecte et de transport est une des activités de la GDS et le coût de chaque activité doit être évalué séparément. Dans les autres activités sont compris le fonctionnement des sites d'élimination, le traitement intermédiaire, le balayage des rues, le recyclage, l'administration, etc. Le coût de collecte et de transport représente d'habitude 60 ou 80 % des coûts totaux de la GDS. La nécessité d'une évaluation fiable du coût est évident.

Les éléments faisant partie des coûts se décomposent comme suit:

- Salaires (pour les superviseurs, chauffeurs et ouvriers);
- Carburants et lubrifiants;
- Entretien (pièces de rechange, entretiens, réparations, équipements d'entretiens et réparations, salaires des mécaniciens, etc.);
- Amortissement des véhicules et containers;
- Amortissement des immeubles, fournitures et les autres assimilés administratifs;
- Travaux administratifs et cléricaux appartenant à la GDS;

10.2.2 Comptabilité des coûts actuels

Le coût unitaire de toutes les activités de la GDS est exprimé en Dirhams/tonne de déchets solides collectés et éliminés. Le système de comptabilité doit comporter deux enregistrements: (1) dépenses réelles actuelles et (2) quantités de déchets transportés.

Les dépenses réelles actuelles doivent être enregistrées pour chaque véhicule indépendamment sous forme de document journalier notant: membres d'équipe, consommation de carburants et lubrifiants, réparations et achat des pièces de rechange, etc. L'amortissement des véhicules et des containers doit être pris en considération.

Il doit être estimé tous les mois la part d'activités de collecte et de transport sur l'ensemble des coûts administratifs d'une commune urbaine ainsi que le coût d'amortissement de l'actif de la commune. Cette part peut être en rapport proportionnel avec la part du personnel s'y rapportant sur l'ensemble du personnel employé par la commune.

On peut calculer le coût de collecte et de transport en totalisant les dépenses réelles relevant de tous les véhicules ainsi que les coûts d'administration.

La méthode la plus effective de mesure de quantité totale des déchets collectés est assurée par pont-basculé. Dans le plan d'action préparé par la présente étude, l'introduction graduelle de la technique de pont-basculé aux sites d'élimination est prévue. Entre-temps, la commune n'ayant pas de pont-basculé doit enregistrer tous les jours le nombre de voyages réalisés. Périodiquement, une fois par an par exemple, la commune emprunte un pont-basculé pour faire mesurer les déchets transportés par type de véhicule. Il est maintenant possible d'adopter un poids moyen de déchets par voyage qui sera multiplié par le nombre de voyages pour calculer la quantité totale de déchets collectés.

Il paraît que la plupart des communes essaient de suivre ladite approche mais avec quelque omission: presque toutes les communes ne considèrent pas l'amortissement ni le coût d'administration. Lors d'estimation de la quantité de déchets collectés et transportés, elles ne tiennent pas compte des mesures périodiques mais utilisent les densités estimées. Les densités estimées sont habituellement en chiffres très approximatifs. Par conséquent, les communes urbaines sont sincèrement tenues à l'amélioration des enregistrements des coûts actuels et des estimations des quantités de déchets collectés.

10.2.3 Estimation du coût unitaire

La préparation d'un plan d'amélioration du service de collecte et de transport nécessite une estimation des coûts y afférents. Le Chapitre 6 estime un coût unitaire sur un nombre de véhicules de collecte dans les distances variées jusqu'au site d'élimination. Le Tableau A.10.2.1. montre les conditions de cette estimation.

Les données sont préparées selon les informations générales collectées au Maroc, alors que les trois dernières colonnes se basent sur les résultats des études de temps et de mouvements menées dans les autres villes similaires et à Safi. La part de la collecte primaire, qui correspond à l'apport des déchets au point de collecte par des charrettes tractées manuellement, est assumée selon le système de collecte qui a été adopté.

Tableau A.10.2-1 Conditions générales pour l'estimation de coût unitaire

Type de véhicule	Capa. m3	Coûts d'achats (1000dh)	Capacité container (m3)	Membre équipe (Chauffeur, px)	Part de collecte primaire (%)	Densité déchets collectés (kg/m3)	Temps transport déchets (min/t)	Temps au site élimin. (min)
Benne-tasseuse (G)	16	1 200	2	3	20	550	25	20
Benne-tasseuse (M)	12	1 100	1	3	15	550	25	20
Benne-tasseuse (S)	8	850	--	4	10	550	25	20
Benne-bascul (M)	6	650	--	4	15	420	55	20
Benne-bascul (S)	4	540	--	4	10	420	55	20
Lit plat (M)	6	550	--	4	15	420	55	50
Lit plat (S)	4	450	--	4	10	420	55	40
Multi-benne (M)	6	600	6	1	25	400	5 (min)	20
Multi-benne (S)	3	500	3	1	10	400	5 (min)	20

Étape 1 : Estimation de la quantité de déchets transportée par équipe.

La quantité de déchets transportés par voyage est estimée selon la densité de transport et la capacité de véhicule. Le nombre total de voyages par équipe est estimé selon le temps de travail d'équipe, le temps sur les routes et le temps au site d'élimination en tenant compte des distances. Celles-ci sont estimées à 5, 10, 15, 20 et 25 kilomètres à partir des routes de collecte. Par conséquent, les déchets totaux transportés par équipe sont estimés pour chaque véhicule de collecte.

Étape 2 : Estimation des coûts totaux par équipe :

La prochaine étape consistait à estimer les coûts totaux d'une équipe de véhicule. Ces coûts sont principalement divisés en six composants qui sont :

- **Salaires**
Comprenant les superviseurs (1 superviseur responsable pour 5 véhicules, salaires: 3 000 DH/mois, chauffeur: 2 200 DH/mois, ouvrier: 1 900 DH/mois);
- **Carburants et lubrifiants**
Basé sur la distance parcourue (routes de collecte, allant et venant du site d'élimination, allant et venant du parc de camions);
(nombre de voyages + 1) x (distance d'un voyage)
- **Entretien**
= (40% x coût de véhicule/vie de véhicule) + (40% x nombre de conteneurs/voyage x nombre de voyages x coût de conteneur/ vie de conteneur)
couvre les mécaniciens, les pièces de rechange, les réparations, l'équipement de réparation et l'entretien, la durée du véhicule d'entretien supposée de 8 ans et celle du conteneur de 1 an.
- **Formules utilisés pour des études similaires en cas d'indisponibilité des données actuelles**

- Amortissement
= (coût de véhicule/vie de véhicule) + (no. conteneurs/voyage x no. voyages x coût conteneur/vie conteneur)
- Coût indirect
= 20% x (salaires + carburants + entretien + amortissement)
Les coûts incomptables tels que les coûts administratifs, immobiliers, de meubles et de vêtements pour des ouvriers sont couverts.
- Collecte primaire
= no. de charrettes à mains/équipe x (salaire d'ouvrier + coût de charrette à mains + coût d'entretien).

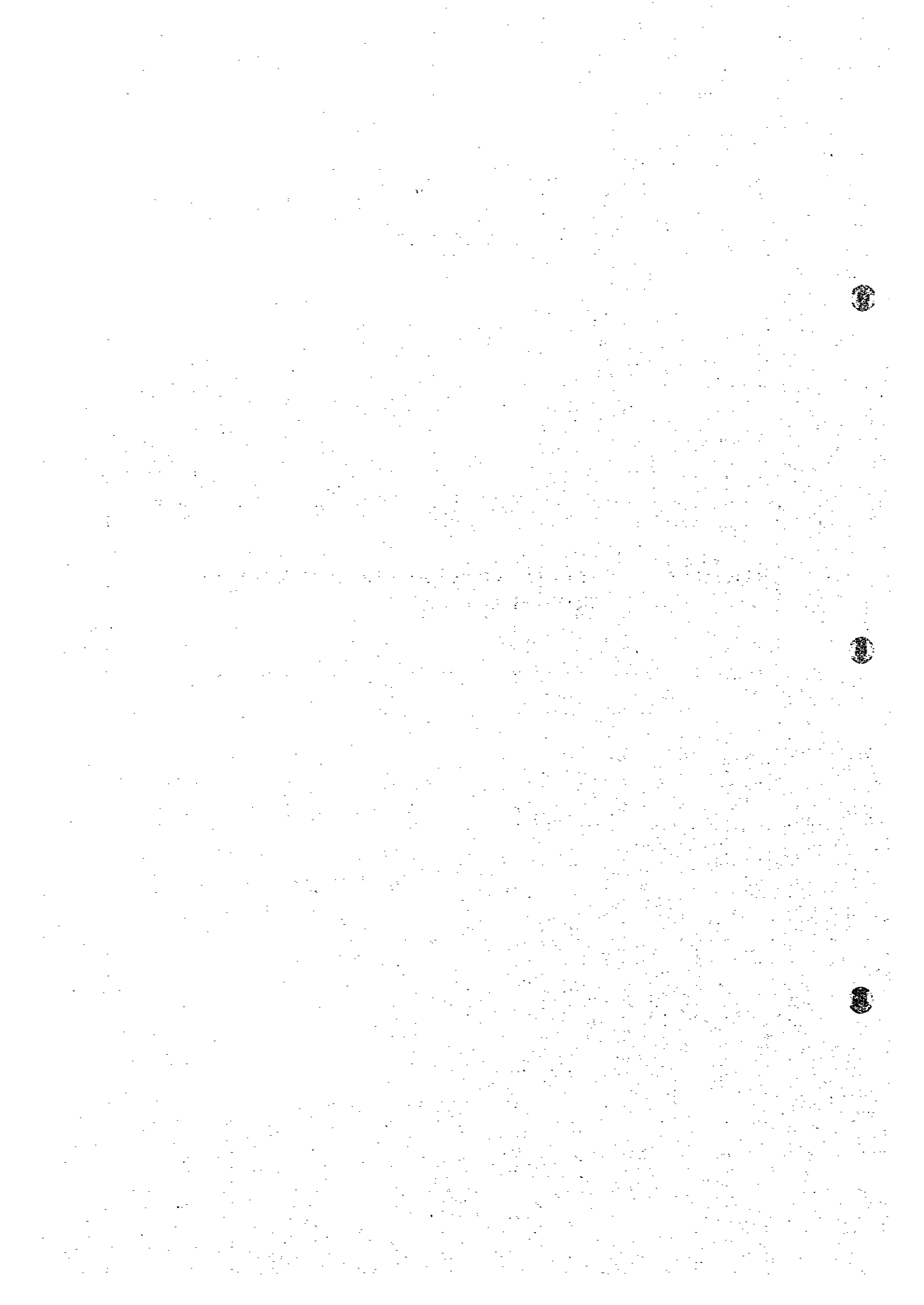
Étape 3 : Estimation du coût unitaire

Le coût unitaire = coûts totaux (étape 2) / quantité de déchets (étape 1)

Cette estimation est basée sur les suppositions à vérifier par chaque commune urbaine: types de véhicule adéquats, distances aux sites d'élimination, vitesses de voyages, temps passé sur les routes de collecte, densités de transport des déchets, etc... Chaque commune devra estimer ses propres coûts de collecte et de transport selon les conditions réelles dans un délai d'un mois à partir de la réception du présent rapport.

PARTIE B

**ELIMINATION DES DECHETS SOLIDES
MUNICIPAUX**



SECTION B ELIMINATION DES DECHETS SOLIDES MUNICIPAUX

CHAPITRE I PLAN DE DECHARGE FINALE DES DECHETS

Dans la plupart des pays en voie de développement, y compris le Maroc, les déchets solides sont déposés dans les sites de décharge "à ciel ouvert". Les sites de décharge finale des déchets sont simplement nommés "décharge" et les aspects esthétiques, environnementaux et sanitaires sont rarement pris en considération.

Les décharges sont devenues l'une des pollutions publiques urbaines dans de nombreuses villes au Maroc. Avec l'urbanisation de villes, les décharges à ciel ouvert constituent la source de pollutions de l'environnement telles que la pollution de l'eau, la contamination du sol, les odeurs nauséabondes etc. et aussi créent des problèmes naturels et sociaux, en particulier pour les habitants de zones qui leur sont avoisinantes. Ainsi, pour résoudre ces problèmes et minimiser les impacts sur l'environnement, il faudra élaborer un plan pertinent de l'élimination finale des déchets et introduire les " sites de décharge contrôlée".

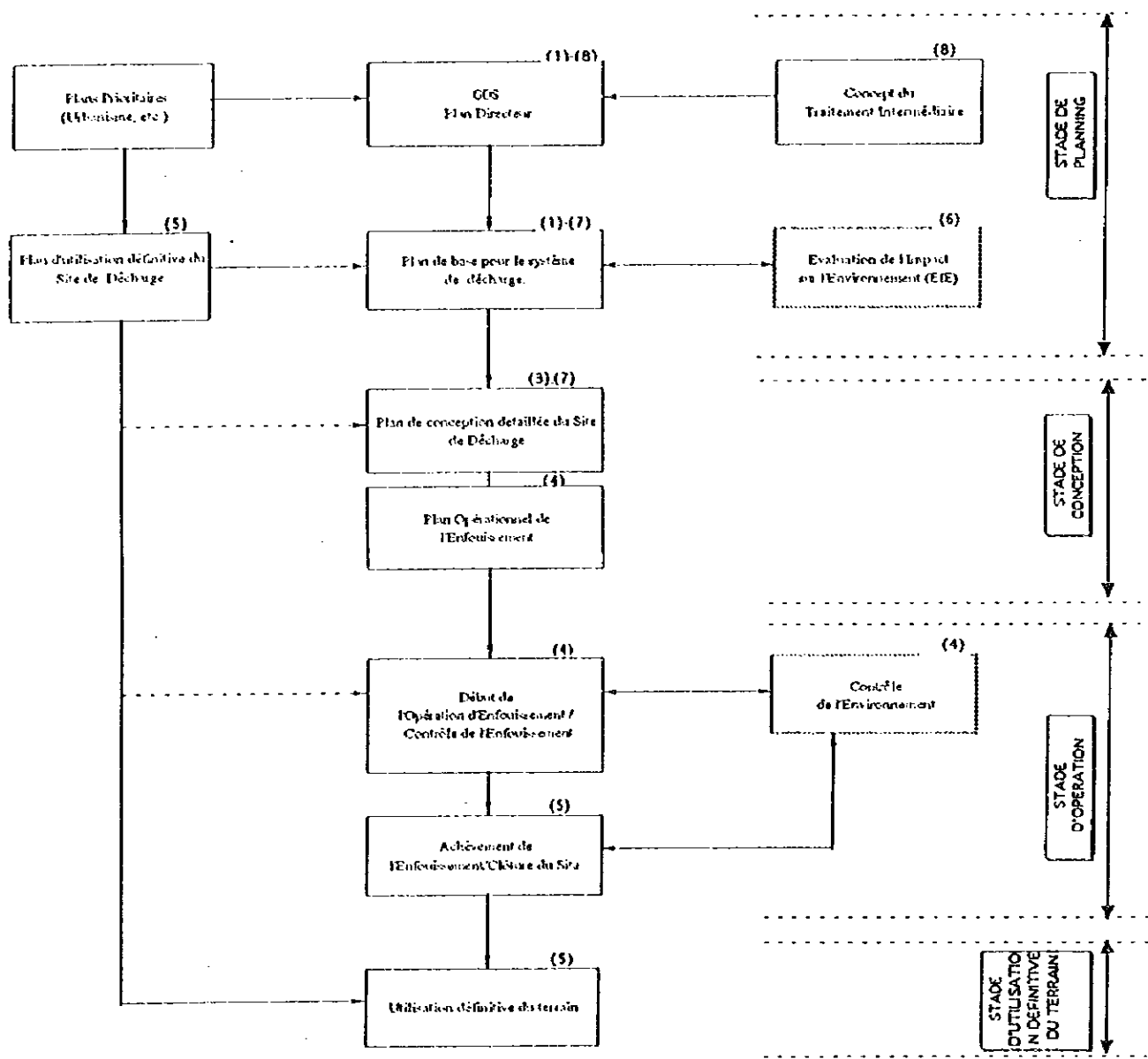
Les problèmes généraux auxquels les sites de décharge finale des déchets existants sont confrontés dans la plupart des villes du Maroc sont les suivants :

- Les conditions sanitaires/environnementales des sites de décharge des déchets municipaux existants sont très défavorables en raison du manque des matériels et équipements de sites et du contrôle des opérations d'enfouissement.
- Du fait de l'accès non limité, des chiffonniers et des animaux sont exposés au danger de contact avec les déchets mélangés avec les déchets domestiques qui sont susceptibles d'être dangereux.
- Aucun relevé des véhicules de collecte qui déchargent, et de la quantité et du type de déchets n'est tenu, du fait de l'absence du plan de contrôle de déchets et des matériels et équipements pour le contrôle.
- Les emplacements ne sont pas adéquats pour certains sites ; situés sur la pente abrupte, au voisinage de quartiers résidentiels, près de la source de l'eau courante, etc.
- Dans la plupart des sites, la capacité de sites n'est pas suffisante, étant donné l'absence de plans à long et/ou à court terme de sites de décharge finale.
- Le contrôle des déchets n'est pratiquement pas assuré par les autorités concernées dans les sites de décharge finale.

1.1 Elaboration d'un plan d'élimination finale des déchets

Un plan d'élimination finale des déchets doit être élaboré afin d'établir un système approprié de collecte/décharge des déchets sur le site jusqu'à l'année cible. Pour élaborer un plan de décharge finale, comme le montre la Fig. B.1.1-1, il est nécessaire d'établir des plans de mise en oeuvre qui doivent être compréhensifs et concrets en prenant en considération les (4) phases suivantes:

- Phase de planification
- Phase de conception
- Phase d'opération et contrôle
- Phase d'utilisation de terrain définitive



REMARQUE 1 : DIRECTIVES/CHAPITRES CONCERNES

- (1) CHAPITRE 1 : PLAN DE DECHARGE FINALE DES DECHETS
- (2) CHAPITRE 2 : SELECTION DU NOUVEAU SITE DE CHARGE
- (3) CHAPITRE 3 : SYSTEMES DE DECHARGE DES DECHETS
- (4) CHAPITRE 4 : PLAN D'OPERATION ET DE CONTROLE
- (5) CHAPITRE 5 : UTILISATION DEFINITIVE DU TERRAIN ET CLOTURE DU SITE
- (6) CHAPITRE 6 : EVALUATION DES IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT
- (7) CHAPITRE 7 : ESTIMATION DES COÛTS
- (8) CHAPITRE 8 : PLAN DE TRAITEMENT INTERMEDIAIRE

2 : LEGENDE

- : RELATION / CONNEXION DIRECTE
- > : RELATION / CONNEXION INDIRECTE

FIG. B.1.1-1

Formulation du plan de décharge finale

En phase de planification du plan de décharge finale, les points suivants seront pris en compte et examinés attentivement :

- Plan d'amélioration, d'extension et/ou de fermeture de sites de décharges existants
- Sélection de nouveau site de décharge
- Système de l'élimination des déchets appliqué
- Systèmes d'enfouissement et de contrôle appliqués
- Plan d'utilisation future de terrains et de fermeture du sites
- Evaluation des impacts sur l'environnement
- Coûts estimés
- Examen de traitements intermédiaires

Durant les trois autres phases, les actions nécessaires seront menées sur la base des politiques définies en phase de planification. Pour ce qui concerne le détail de chacun des postes ci-dessus mentionnés et/ou décrits en Fig. B.1.1-1, se reporter aux chapitres suivants du présent rapport.

Il est à noter que les directives de l'élimination des déchets du présent rapport traitent et expliquent en grande partie la phase de planification du plan de décharge finale des déchets.

1.2 Eléments principaux pour le plan de décharge finale des déchets

Les éléments principaux qui doivent être décrits dans le plan directeur et/ou le plan de base de décharge finale des déchets sont les suivants.

1) Design du volume de la décharge

Le design du volume de la décharge correspond à la somme totale du volume annuel des matériaux à enfouir plus le volume des matériaux de couverture déposés sur le site de décharge. Le volume annuel de la décharge jusqu'à l'année cible sera estimé compte tenu de la génération estimée des déchets et du taux de collecte à atteindre. La méthode d'estimation du volume est décrite dans le chapitre 2, section 2.2.1.

2) Année cible

En principe, la durée jusqu'à l'année cible devra être supérieure à 20 ans pour les plans à long terme et de l'ordre de 10 ans pour les plans à moyen terme à compter de la date de la formulation du plan de décharge finale des déchets. Toutefois, les conditions régionales existantes etc., de chaque autorité locale doivent être prises en considération. Outre ceci, comme il en est décrit au Chapitre 7, la Section 7.1, les installations à utiliser pour une longue période ont un meilleur rendement de coûts. Il est donc recommandé de déterminer la période jusqu'à l'année cible supérieure à 10 ans.

3) Superficie requise pour le site de l'élimination finale des déchets

La superficie nécessaire pour le site de l'élimination finale des déchets devra être déterminée compte tenu du volume de calcul d'enfouissement pendant la période cible. La méthode d'estimation de la superficie requise du site est décrite en chapitre 2, section 2.2.1.



CHAPITRE 2 SELECTION D'UN NOUVEAU SITE DE DECHARGE

2.1 Généralités

Les conditions de sites de décharges dans les grandes villes du Maroc sont plutôt médiocres, à savoir: les sites sont situés sur les escarpements, près de rivières, au voisinage de quartiers résidentiels, etc., et ces sites de décharges créent inévitablement des dégâts nuisibles sur l'environnement pour les habitants d'alentours tels que dispersion de déchets, dégagement d'odeurs nauséabondes, inflammation de déchets, reproduction de vecteurs et insectes, dégagement de lixiviat, etc., et créent aussi des conditions de vie difficiles. Eu égard à ces conditions, il est extrêmement important de sélectionner un site convenable pour la décharge finale.

En principe, le site de décharge finale devra être situé à des endroits où les conditions de vie des habitants d'alentours ne sont pas affectées, les sources de l'eau courante potable ne sont pas contaminées et qui n'interfèrent pas avec les planifications d'utilisation de terrain existants/futurs.

Comme critères de sélection de sites appropriés pour l'élimination des déchets, les points suivants sont recommandés :

- Emplacements préférables
- Les sites pouvant entraîner une amélioration de l'environnement par une restauration de la négligence et/ou une amélioration du paysage naturel pour l'utilisation finale de terrain
- Sites impéneables

- Emplacements à éviter
- Les sites se trouvant près des sources de l'eau publique telles que lacs, rivières, etc., Les sites près de la mer devront être évités.
- Les sites où il y a un risque d'infiltration directe du lixiviat dans les nappes phréatiques ou les puits qui sont la source de l'alimentation en eau publique.

En outre, les conditions ci-dessous mentionnées, étant les exigences minimales pour la sélection de sites de décharge finale, doivent être considérées:

- La distance minimale à partir du quartier résidentiel le plus proche doit être égale ou supérieure à 200 m.
- Les puits ou forages pour l'eau potable ne doivent pas être situés à une distance de moins de 1,0 km en aval (excepté le cas où le traitement adéquat pour le lixiviat est prévu).
- Des installations de prise de l'eau potable à partir de rivières et de forages de grande taille ne doivent pas exister dans un rayon de 1,0 km.
- Les zones de réserve du nature, l'habitat de la faune et de la flore précieuses qui doivent être protégées, etc., doivent être évitées.

- Les zones concernées du planification d'utilisation de terrain pour les installations publiques stratégiques doivent être évitées.
- La distance depuis l'aéroport international doit être égale ou supérieure à 3.000 m.

En plus, durant le processus de la sélection du site, quelques compromis entre les différentes utilisations de terrain, la sécurité de l'environnement et l'efficacité du coût doivent être faits. C'est à dire, si le site est situé près du centre ville, et dans l'aire du planification d'utilisation de terrain de la ville, l'acquisition du terrain serait relativement difficile et le coût en serait plus élevé et un coût élevé sera requis pour les mesures de la protection de l'environnement. Par contre, si le site est situé loin du centre ville, le rendement de collecte s'abaissera et son coût sera élevé. Dans cet optique, dans les grandes villes du Maroc, les sites de décharges des déchets seront choisis en général dans un rayon supérieur à 10 km et inférieur à 20 km du centre ville.

2.2 Méthode et procédure de la sélection du site

Il est recommandé de diviser la procédure de sélection de nouveaux sites de décharge en deux phases (Phase 1 et Phase 2). Le processus est illustré dans la Fig. B.2.2-1. Le détail du processus de chacune des phases est décrit dans les sections 2.2.1 et 2.2.2 ci-dessous.

- Phase -1: Sélection des sites potentiels
- Phase -1: Sélection finale du site

Les activités de la phase 1 seront exécutées par le personnel technique des autorités concernées, dirigé par le président de la Communauté/Commune urbaine ou par le maire de la Municipalité. D'autre part, les activités de la phase 2 seront exécutées par le comité officiel pour la sélection du site composé de la Communauté/Commune urbaine ou de la Municipalité, du Ka-dal (autorité locale dépendant du Ministère de l'Intérieur) et du Ministère des Travaux Publics. Au cas où les sites potentiels seraient situés en dehors de la zone urbaine, à savoir, dans le territoire de la Commune rurale, la province (le Gouverneur) assumera le rôle du chef du Comité, et la Commune rurale ciblée formera le membre du comité.

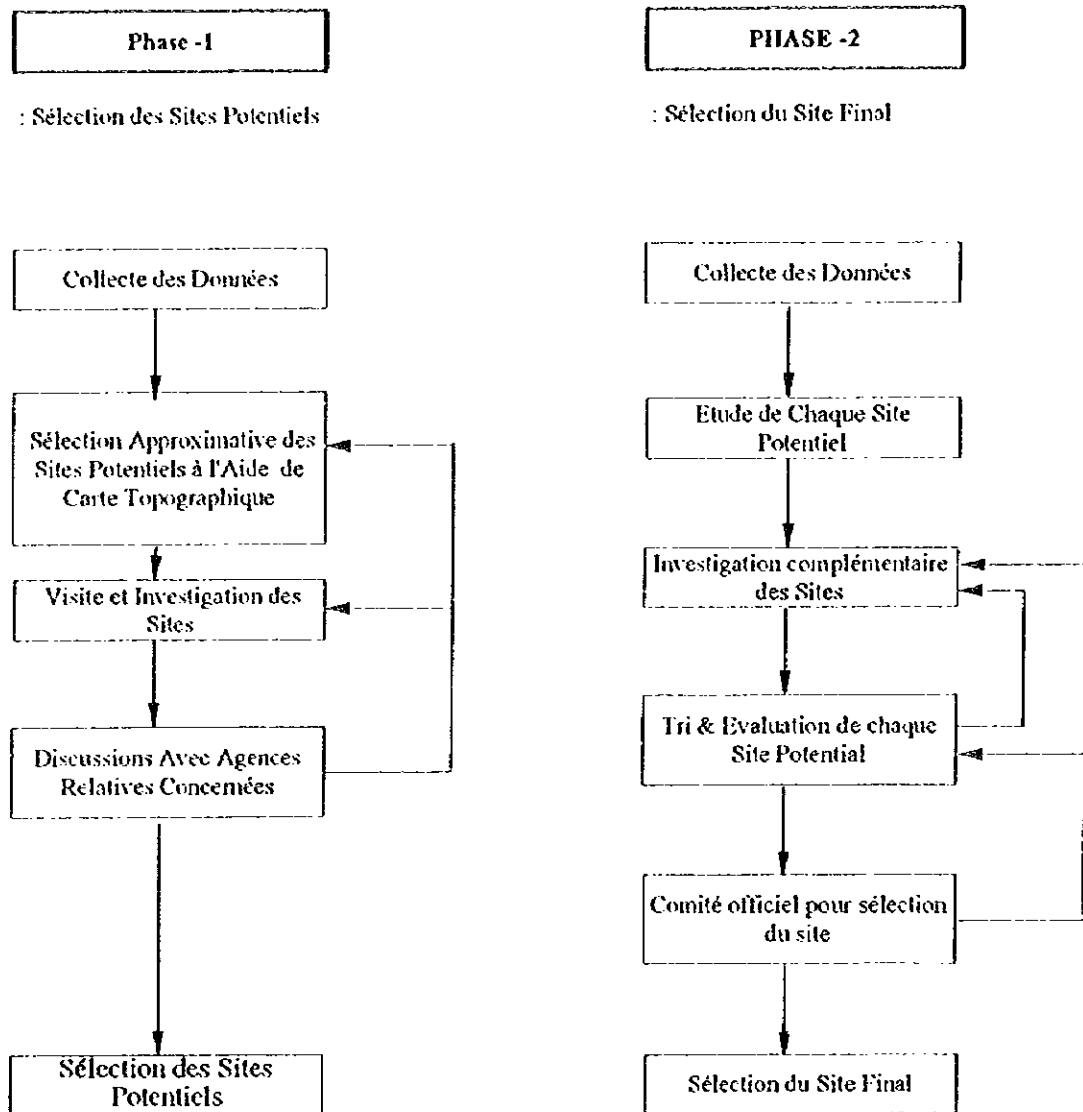


FIG. B.2.2-1

Schéma de circulation de la procédure de sélection du site final de décharge

2.2.1 Phase - 1

Dans la phase-1, les sites potentiels doivent être choisis en prenant en considération deux conditions majeures, c'est-à-dire, la disponibilité de terrain (les terrains pouvant être acquis seront choisis) et la superficie de terrain nécessaire (prenant en considération le volume de calcul d'enfouissement). Dans cette phase, la collecte des données, la sélection de sites à l'aide des cartes topographiques (échelle 1:25.000, sinon, 1:50.000), la prospection par interview, l'investigation de sites, etc., doivent être effectués.

La superficie nécessaire pour le site de décharge finale sera calculée au moyen de l'équation ci-dessous indiquée. Il est à noter que l'équation suivante est la méthode simplifiée pour l'estimation.

- Superficie nécessaire du site d'élimination des déchets : A (ha)

$$A = (W + w) \text{ divisé par } (h \times 10.000 \times e)$$

- W : Volume d'enfouissement de calcul (m³)
- w : Volume du matériau couvrant (m³) (= W x 0,2)
- h : hauteur de calcul des déchets accumulés (=10 - 20 m)
- e : Facteur de sécurité
=(superficie d'enfouissement)/(superficie totale de site) =
0.7 - 0.9}

- Volume de calcul d'enfouissement : V(m³)

$$W = P \times r1 \times r2 \times k1 \times 365 \times T \text{ divisé par } (k2 \times 1000)$$

- P : Population actuelle de la Communauté et/ou de la Commune Urbaine
- r1 : Taux de croissance démographique (considération de l'année horizon qui dépassera plus de 10 ans)
- r2 : taux de collecte des déchets de calcul (= 0,9 - 1,0 (:90 - 100 %))
- k1 : Génération des déchets unitaire (=0,6 - 0,7 kg/personne/jour)
- k2 : Poids unitaire des déchets au site de décharge (=0,7 - 0,8 ton/ m³)
- T : Durée de calcul (ans)

2.2.2 Phase - 2

Dans la phase - 2, les endroits pour le nouveau site de décharge des déchets doivent être sélectionnés et évalués parmi plusieurs sites potentiels qui ont été choisis dans la première Phase en considérant quatre (4) conditions listées dans les articles 2.3.1, 2.3.2, 2.3.3 et

2.3.4. ci-après. Après la sélection et l'évaluation de chacun des sites potentiels, une évaluation globale des variantes sélectionnées doit être faite et l'endroit le mieux adapté au nouveau site de décharge des déchets devra être choisi par le Comité officiel chargé de la sélection du site.

Avant de procéder à la sélection et à l'évaluation des sites potentiels, les données suivantes doivent être collectées tant qu'elles sont disponibles et/ou examinées pour une évaluation appropriée. Aussi, des investigations par interview pour obtenir le consensus des communautés avoisinantes et des autorités concernées doivent être réalisées. Au cas où l'une quelconque des données énumérées ci-dessous ne serait pas disponible ou serait difficile à obtenir, il est recommandé de coopérer avec des experts de différents domaines ou des consultants locaux spécifiques, comme support pour les aspects techniques.

- Carte topographique (échelle 1/2.500 à 1/5.000)
- Carte géologique (échelle 1/2.500 à 1/5.000; la couche de surface et la structure souterraine)
- La carte de distribution des arbres et broussailles. (échelle 1/5.000)
- Carte de distribution de l'intensité de précipitation
- Données hydrologiques (aire du bassin de rivière, marais, écoulement, eau d'hiver, évaporation etc.,)
- Diagramme de la nappe phréatique
- Situation de l'utilisation et la qualité de l'eau de puits
- Diagramme de l'intensité et de la direction du vent
- Diagramme du profile du sol (propriétés physiques, coefficient de perméabilité et Valeur-N pour la portance du sol qui est obtenu par les essais standard de pénétration, etc.,)
- Donnée de l'étude sur le trafic

2.3 Critères de sélection du site

Pour sélectionner le nouveau site de décharge, il est nécessaire de déterminer le volume de calcul et la superficie requise d'enfouissement et d'examiner de la manière intégrée les quatre (4) conditions suivantes.

- La disponibilité d'enfouissement.
- Acceptabilité du consensus des voisins et des autorités concernées.
- Impacts sur l'environnement et les mesures de prévention des désastres.
- Facteurs économiques.

Les éléments détaillés de criblage et d'évaluation de chacune des conditions ci-dessus mentionnées sont présentés dans les Sections suivantes et le Tableau B.2.3-1. Les éléments qui doivent être pris en considération pour la sélection du nouveau site de décharge des déchets dépendent du concept et des conditions de chaque communauté et/ou commune urbaine, ainsi les autorités concernées peuvent choisir les éléments

nécessaires parmi ceux-ci. Aussi, "la valeur d'importance" et "les points" décrits dans le Tableau B.2.3-1 peuvent être déterminés par chaque autorité basé sur la signification desdits articles à l'autorité particulière. Les points montrés dans le tableau seront considérés comme références générales. Le Tableau B.2.3-2 montre, à titre indicatif, la feuille d'évaluation pour la sélection du nouveau site de décharge.

D'autre part, pour faciliter la compréhension des éléments d'évaluation/criblage listés dans le Tableau B.2.3-1, un cas d'exemple pour l'évaluation des sites potentiels et la décision définitive du site qui est effectué à El Jajida par la province d'El Jajida, la Municipalité et l'équipe de l'étude de la JICA en novembre 1996 est joint aux Tableaux B.2.3-3 et B.2.3-4. Deux sites potentiels situés dans la Commune Rurale de Moulay Abdellah, et appelés respectivement Oulad Regragui et Bettioua, ont été sélectionnés au préalable, et ont fait l'objet de l'évaluation à l'aide du tableau B.2.3-1. Suite à cette évaluation il s'est avéré que le site de Bettioua sera le site de décharge finale des déchets d'El Jadida.

2.3.1 Disponibilité du terrain

Le criblage et l'évaluation des sites potentiels ainsi que la sélection définitive du site doivent tenir compte des points ci-dessous énumérés. La description détaillée de chacun des points est présentée dans le Tableau B.2.3.-1.

- Propriété du terrain
- Limitation d'utilisation du terrain
- Périmètres administratifs
- Capacité du terrain (durée de vie du site)

2.3.2 Acceptabilité pour les habitants d'alentours et les autorités concernées

Les aspects suivants doivent être pris en compte lors du criblage et l'évaluation des sites potentiels et de la sélection définitive du site.

- Proximité aux quartiers résidentiels les plus proches
- Consensus des habitants d'alentours
- Proximité aux installations publiques stratégiques (aéroport, etc.)

2.3.3 Impacts sur l'environnement et les mesures de prévention des nuisances

Les points suivants doivent être considérés durant le criblage et l'évaluation des sites potentiels et la sélection définitive du site.

- Proximité aux sources de l'eau potable publique (liée à la pollution d'eau)
- Risques et dangers des poussières, bruits et odeurs (liés à la zone tampon)
- Niveau de la nappe phréatique (Conditions hydro-géologiques)
- Perméabilité du sol du site (conditions géologiques)
- Impacts sur le système écologique (faune et flore)

- Impacts sur les biens de valeurs historiques/religieuse.
- Impact sur le paysage naturel
- Impacts en aval du vent prédominant (direction)
- Impacts sur les mesures de prévention des désastres

2.3.4 Facteurs économiques

Les points suivants doivent être considérés durant le criblage et l'évaluation des sites potentiels et la sélection définitive du site.

- Prix de l'acquisition du terrain
- Nécessité de la compensation
- Distance à partir de zones de génération des déchets (en relation avec le coût de transport des déchets)
- Conditions topographiques (en relation avec le coût de construction du site)
- Accessibilité au site (avec les conditions de voies d'accès)
- Disponibilité de matériaux de couverture
- Disponibilité des utilités/services publics

Tableau B.2.3-1 Evaluation/score des critères de sélection du site final (avant projets)(1/2)

No	Evaluation/examen des critères	valeurs	points	Total
I	Disponibilité du terrain			
1	Propriété de terrain <ul style="list-style-type: none"> - Autorité locale/gouvernement central - Propriété privée (un propriétaire) - Propriété privée (plus de deux propriétaires) - Organisation sociale/religieuse 	3	5 3 2 1	
2	Limitation d'utilisation du terrain <ul style="list-style-type: none"> - Faible impact sur l'usage des terrains avoisinants - Impact moyen sur l'usage des terrains avoisinants - Impact important sur l'usage des terrains avoisinants 	5	5 3 1	
3	Limite administrative <ul style="list-style-type: none"> - A l'intérieur des limites administratives - A l'extérieur des limites administratives avec un concept intégré de la GDS - A l'extérieur des limites administratives 	3	5 3 1	
4	Capacité du terrain (durée de vie de vie du nouveau site de décharge) <ul style="list-style-type: none"> - Plus de 10 ans - Entre 5 - 10 ans - Entre 3 - 5 ans - Moins de 3 ans 	5	5 3 2 1	
II	Acceptabilité de l'unanimité voisine et des autorités liées			
1	Proximité aux quartiers résidentiels les plus proches <ul style="list-style-type: none"> - Plus de 500 m - Entre 300 - 500 m - Entre 200 - 300 m - Moins de 200 m 	5	5 4 2 1	
2	Responsable de la décision du choix du site <ul style="list-style-type: none"> - Acceptation - Motivation - Négociation 	3	5 3 1	
3	Proximité aux installations publiques stratégiques <ul style="list-style-type: none"> - Plus de 2,0 km - Entre 1,0 - 2,0 km - Moins de 1,0 km - L'Aéroport international doit être situé à une distance supérieure à 3,0km 	4	5 3 1 x	
III	Impacts sur l'environnement et les mesures de prévention contre des désastres			
1	Proximité aux source publiques d'approvisionnement en eau (relié à la pollution des eaux) <ul style="list-style-type: none"> - Plus de 1,000 m - Entre 500 - 1,000 m - Entre 300 - 500 m - Entre 200 - 300 m 	5	5 3 2 1	
2	Risques des poussières, bruits et odeurs nauséabondes (relié à la zone tampon) <ul style="list-style-type: none"> - Faible risque - Risque moyen - Risque important 	4	5 3 1	
3	Niveau de la nappe phréatique (conditions hydrogéologiques) <ul style="list-style-type: none"> - Plus de 10 m - Entre 5 - 10 m - Entre 3 - 5 m 	5	5 3 1	
4	Pennéabilité des couches du sol du site (conditions géologiques) <ul style="list-style-type: none"> - Coefficient de Perméabilité : Moins de 10⁻⁷ cm/sec - Entre 10⁻⁸ - 10⁻⁷ cm/sec - Entre 10⁻⁹ - 10⁻⁸ cm/sec - Entre 10⁻¹⁰ - 10⁻⁹ cm/sec - Supérieur à 10⁻⁹ cm/sec 	5	5 4 3 2 1	

Tableau B.2.3-1 Evaluation/score des critères de sélection du site final (avant projets)(2/2)

No	Evaluation/examen des critères	valeurs	points	Total
5	Impacts sur le système écologique (faune et flore) - Faible impact sur le système écologique avoisinant - Impact Moyen sur le système écologique avoisinant - Impact important sur le système écologique avoisinant	4	5 3 1	
6	Impacts sur les patrimoines de valeurs historiques et/ou religieuses - Faible impact - Impact moyen - Impact important	4	5 3 1	
7	Impacts sur le paysage naturel - Faible impact - Impact moyen - Impact important	3	5 3 1	
8	Impact du vent dominant en aval (direction) - Faible impact du vent dominant - Impact moyen du vent dominant - Impact important du vent dominant	4	5 3 1	
9	Impacts sur les mesures de prévention contre des désastres (inondation, stabilité des versants de la vallée, bassin versant du site, etc.) - Faible impact - Impact moyen - Impact important	3	5 3 1	
IV	Facteurs économiques			
1	Prix d'acquisition du terrain (lié à la productivité du terrain) - Bas - Moyen - Elevé	4	5 3 1	
2	Nécessité de compensation - Bas - Moyen - Elevé	3	5 3 1	
3	Distance à partir des zones de génération des déchets (liée au coût de transport des déchets) - Inférieur à 5 km - Entre 5 - 10 km - Entre 10 - 20 km - Plus de 20 km	5	5 4 3 1	
4	Conditions topographiques (liées au coût de construction de la décharge) - Versant d'une montagne - Terrain plat - Vallée - Sol humide - Forte pente - Existence de ravins - Autres	4	5 4 3 1 1 1	
5	Accès au site (y compris les conditions de la voie d'accès) - Bon - Moyen - Mauvais	5	5 3 1	
6	Disponibilité des matériaux de couverture - A l'intérieur du site de la décharge - Moins de 5 km du site - Plus de 5 km du site	4	5 3 1	
7	Disponibilité des utilités / services publics (Alimentation en eau, électricité, etc.) - Moins de 200 m - Entre 200 - 500 m - Plus de 500 m	4	5 3 1	
TOTAL				

Table B.2.3-2 Feuille de notation de la sélection du site de la décharge finale (exemple)

Critères d'Evaluation	Sites Potentiels/Candidats	Score				
		Site-1	Site-2	Site-3	Site-4	Site-5
I Disponibilité du terrain						
1 Propriétés du terrain						
2 Limitation de l'utilisation du terrain						
3 Limite administrative						
4 Capacité du terrain (durée de vie du nouveau site de décharge)						
- Autres considérations						
II Acceptabilité de l'unanimité voisine et les autorités concernées						
1 Proximité aux quartiers résidentiels les plus proches						
2 Obtention du consensus						
3 Proximité aux installations publiques stratégiques						
- Autres considérations						
III Impacts sur l'environnement et les mesures de prévention contre des désastres						
1 Proximité aux sources publiques d'approvisionnement en eau						
2 Risque des poussières, bruits et odeurs nauséabondes						
3 Niveau de la nappe phréatique (conditions hydrologiques)						
4 Perméabilité de la base du sol du site						
5 Impacts sur le système écologique						
6 Impacts sur les patrimoines de valeurs historiques et religieuses						
7 Impacts sur le paysage naturel						
8 Impact du vent dominant en aval						
9 Impacts sur les mesures de prévention contre des désastres						
- Autres considérations						
IV Facteurs économiques						
1 Prix d'acquisition du terrain						
2 Nécessité de compensation						
3 Distance à partir de la zone de génération des déchets						
4 Conditions topographiques						
5 Accès au site (condition de la voie d'accès)						
6 Accessibilité aux matériaux de couverture						
7 Disponibilité des utilités/services publics (Alimentation en eau, électricité, etc.)						
- Autres considérations						
Evaluation synthétique						

Note: La méthode de notation du tableau ci-dessus peut être choisie à partir des deux méthodes suivantes

Méthode -1 : suivre la méthode de notation présentée au Tableau B.2.3-1.

Méthode -2 : "A" : Avantage pour la sélection, "B" : facteur assez bon,

"C" : Inconvénient pour la sélection.

"X" : Critère non considéré (mettre ces lettres dans le tableau ci-dessus).

Tableau B.2.3-3 Evaluation des sites candidats de la future décharge

(El Jadida / site No. 1 et 2)

Critère d'évaluation	Les sites candidats			
	Site No. 1 Oulad Rezagui		Site No. 2 Bettioua	
	Description	Score	Description	Score
I. Disponibilité du terrain				
1. Propriété du terrain	Privé	6	Privé	6
2. Limitation d'utilisation du terrain	Pas de limitation	25	Pas de limitation	25
3. Limite administrative	A l'extérieur d'El Jadida	9	A l'extérieur d'El Jadida	9
4. Capacité du terrain (Durée de vie du nouveau site de la décharge)	36 ha (30 ha extension)	25	44 ha (30 ha extension)	25
- Autres considérations				
II Acceptabilité de l'unanimité voisine et les autorités concernées				
1. Proximité aux quartiers résidentiels les plus proches	200-300m	10	500m	20
2. Obtention du consensus	(Décision provinciale)	9	(Décision provinciale)	9
3. Proximité aux installations publiques stratégiques	Ecole / petite (1,5km)	12	Ecole / petite (800m)	4
- Autres considérations				
III. Impacts sur l'environnement et les mesures de prévention des désastres				
1. Proximité aux sources publiques d'approvisionnement en eau	200m(puits public)	5	800m(puits public)	15
2. Risque de poussières, bruits et odeurs nauséabondes	Risqué (proche d'habitations)	12	Faible risque	20
3. Niveau de la nappe phréatique	Approx 8m(Nov.1 996)	15	Approx.15m (Nov.1996)	25
4. Perméabilité des couches du sol du site (Mamo-calcaire / gypse)	Inconnu	..	Inconnu	...
5. Impacts sur le système écologique	Faible impact	20	Faible impact	20
6. Impacts sur les monuments et les structures de valeurs historiques et/ou religieuses	Faible impact	20	Faible impact	20
7. Impacts sur le paysage naturel	Visible des chemins de fers	9	Invisible de la route secondaire	15
8. Impacts du vent dominant en aval	Nord-est (faible impact)	20	Nord-est (faible impact)	20
9. Impact sur les structures de prévention des catastrophes	Faible impact	15	Faible impact	15
- Autres considérations				
IV Facteurs économiques				
1. Prix d'acquisition du terrain	100.000 DH/ha	12	100.000 DH/ha	12
2. Nécessité de compensation	Plusieurs maisons	9	Non nécessaire	15
3. Distance à partir de la zone de génération des déchets (d'El Jadida)	13.2km (26 minutes)	15	14.0km (28 minutes)	15
4. Conditions topographiques	Faible pente avec dépression	16	Dépression des collines	20
5. Accès au site (y compris les conditions de la route d'accès)	2.5km (mauvaises conditions)	5	1.0km (mauvaises conditions)	15
6. Disponibilité des matériaux de couverture	Disponible au site	20	Disponible au site	20
7. Disponibilité des utilités services publics (eau, électricité, etc..)	Eau doit être approvisionnée	4	Disponible	12
8. Utilisation actuelles des terrains	Agriculture (blé, etc.)	...	Agriculture (blé, etc.)	...
- Autres considérations				
Evaluation synthétique (score total)		293		357

Tableau B.2.3-4 Feuille de score pour l'évaluation des sites candidats de la future décharge (site No.1 et 2)(1/2)

No	Evaluation/examen des critères	Importance/ valeurs	points	SCORE	
				NO.1	NO.2
I	Disponibilité du terrain				
1	Propriété de terrain - Autorité locale/gouvernement central - Propriété privée (un propriétaire) - Propriété privée (plus de deux propriétaires) - Organisation sociale religieuse	3	5 3 2 1	6	6
2	Limitation d'utilisation du terrain - Faible impact sur l'usage des terrains avoisinants - Impact moyen sur l'usage des terrains avoisinants - Impact important sur l'usage des terrains avoisinants	5	5 3 1	25	25
3	Limite administrative - A l'intérieur des limites administratives - A l'extérieur des limites administratives avec un concept intégré de la GDS - A l'extérieur des limites administratives	3	5 3 1	9	9
4	Capacité du terrain (durée de vie du nouveau site de décharge) - Plus de 10 ans - Entre 5 - 10 ans - Entre 3 - 5 ans - Moins de 3 ans	5	5 3 2 1	25	25
II	Acceptabilité de l'immunité voisine et des autorités liées				
1	Proximité aux quartiers résidentiels les plus proches - Plus de 500 m - Entre 300 - 500 m - Entre 200 - 300 m - Moins de 200 m	5	5 4 2 1	10	20
2	Responsable de la décision du choix du site - Acceptation - Motivation - Négociation	3	5 3 1	9	9
3	Proximité aux installations publiques stratégiques - Plus de 2,0 km - Entre 1,0 - 2,0 km - Moins de 1,0 km - L'Aéroport international doit être situé à une distance supérieure à 3,0km	4	5 3 1 x	12	4
III	Impacts sur l'environnement et les mesures de prévention contre des désastres				
1	Proximité aux sources publiques d'approvisionnement en eau (reliée à la pollution des eaux) - Plus de 1,000 m - Entre 500 - 1,000 m - Entre 300 - 500 m - Entre 200 - 300 m		5 5 3 2 1	5	15
2	Risques des poussières, bruits et odeurs nauséabondes (lié à la zone tampon) - Faible risque - Risque moyen - Risque important	4	5 3 1	12	20
3	Niveau de la nappe phréatique (conditions hydrogéologiques) - Plus de 10 m - Entre 5 - 10 m - Entre 3 - 5 m	5	5 3 1	15	25
4	Pernéabilité des couches du sol du site (conditions géologiques) - Coefficient de Pernéabilité : Moins de 10^{-7} cm/sec - Entre 10^{-6} - 10^{-7} cm/sec - Entre 10^{-5} - 10^{-6} cm/sec - Entre 10^{-4} - 10^{-5} cm/sec - Supérieur à 10^{-4} cm/sec	5	5 4 3 2 1		

Tableau B.2.3-4 Feuille de score pour l'évaluation des sites candidats de la future décharge (site No.1 et 2)(2/2)

No	Evaluation/examen des entières	Importance/ valeurs	points	SCORE	
				NO.1	NO.2
5	Impacts sur le système écologique (faune et flore) - Faible impact sur le système écologique avoisinant - Impact Moyen sur le système écologique avoisinant - Impact important sur le système écologique avoisinant	4	5 3 1	20	20
6	Impacts sur les patrimoines de valeurs historiques et/ou religieuses - Faible impact - Impact moyen - Impact important	4	5 3 1	20	20
7	Impacts sur le paysage naturel - Faible impact - Impact moyen - Impact important	3	5 3 1	9	15
8	Impact du vent dominant en aval (direction) - Faible impact du vent dominant - Impact moyen du vent dominant - Impact important du vent dominant	4	5 3 1	20	20
9	Impacts sur les mesures de prévention contre des désastres (inondation, stabilité des versants de la vallée, bassin versant du site, etc.) - Faible impact - Impact moyen - Impact important	3	5 3 1	15	15
IV	Facteurs économiques				
1	Prix d'acquisition du terrain (lié à la productivité du terrain) - Bas - Moyen - Elevé	4	5 3 1	12	12
2	Nécessité de compensation - Bas - Moyen - Elevé	3	5 3 1	9	15
3	Distance à partir des zones de génération des déchets (liée au coût de transport des déchets) - Inférieur à 5 km - Entre 5 - 10 km - Entre 10 - 20 km - Plus de 20 km	5	5 4 3 1	15	15
4	Conditions topographiques (liées au coût de construction de la décharge) - Versant d'une montagne - Terrain plat - Vallée - Sol humide - Forte pente - Existence de ravins - Autres	4	5 4 3 1 1 1	16	20
5	Accès au site (y compris les conditions de la voie d'accès) - Bon - Moyen - Mauvais	5	5 3 1	5	15
6	Disponibilité des matériaux de couverture - A l'intérieur du site de la décharge - Moins de 5 km du site - Plus de 5 km du site	4	5 3 1	20	20
7	Disponibilité des utilités / services publics (Alimentation en eau, électricité, etc.) - Moins de 200 m - Entre 200 - 500 m - Plus de 500 m	4	5 3 1	4	12
			TOTAL	293	357



CHAPITRE 3 SYSTEMES D'ELIMINATION DES DECHETS

3.1 Généralités

Comme il est décrit au chapitre 1 de ce rapport, la décharge à ciel ouvert est devenue une des nuisances publiques urbaines dans les grandes villes du Maroc. Au fur et à mesure de l'urbanisation de villes, la décharge à ciel ouvert provoque des impacts sur l'environnement tels que:

- Dispersion des déchets
- Dégagement des odeurs nauséabondes
- Reproduction des insectes nuisibles
- Inflammation des déchets
- Eboulement des déchets
- Contamination de l'eau de la nappe phréatique et de l'eau de surface
- Danger d'inflammation ou d'explosion
- Destruction du système écologique

Afin de réduire et minimiser les impacts sur l'environnement sur les sites de décharge, il est impératif d'introduire " l'enfouissement contrôlé" comme système d'élimination des déchets équipé des installations pertinentes pour les mesures de protection de l'environnement et les opérations d'enfouissement appropriées.

" L'enfouissement contrôlé" est une méthode d'élimination des déchets solides permettant de minimiser les impacts sur l'environnement et de maintenir la santé publique aux alentours, au moyen des installations, équipements et des opérations d'enfouissement. Les déchets à déposer seront compactés et couverts d'une couche de la terre, et une fois que toutes les opérations de rejet auront été achevées, le site sera utilisé efficacement à un usage définitif. En outre, au cas où la génération du lixiviat et la contamination des alentours sont susceptibles, les installations de collecte et de traitement du lixiviat seront également considérées.

3.2 Niveaux d'élimination des déchets

Les 5 niveaux du systèmes d'enfouissement des déchets ci-dessous énumérés doivent être établis pour l'amélioration et/ou la construction de sites de décharge finale des déchets au Maroc :

- Niveau - 0: Décharge à ciel ouvert
- Niveau - 1: Décharge contrôlée - 1
- Niveau - 2: Décharge contrôlée - 2
- Niveau - 3: Décharge contrôlée - 3
- Niveau - 4: Décharge contrôlée - 4

Les mesures de protection de l'environnement qui devront être prises pour chacun des niveaux sont présentées dans le Tableau B-3.2-1 ci-après et décrites dans l'Article 3.2.1. Le plan des installations ainsi que la définition détaillée de chacun des niveaux sont présentés dans le Tableau B.3.2-2 et décrits dans l'Article 3.2.2.

Tableau B.3.2-1 Contre-mesures environnementales pour chaque niveau

No	Impacts sur l'environnement	Contre-mesures	Système d'élimination des déchets			
			Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4
1	Dispersion des déchets	Clôture fermée	xx	xxx	xxx	xxx
2	Odeur, insecte nuisibles, inflammation dispersion	Terre de couverture	xx	xxx	xxx	xxx
3	Écoulement des déchets	Endiguement		xx	xxx	xxx
4	Contamination de l'eau souterraine et de l'eau de surface	Lit imperméable, installation de collecte du lixiviat, système de recyclage/traitement du lixiviat		x	xx	xxx
5	Inflammation ou explosion, Destruction du système écologique	Installations de dégazage/traitement			xx	xxx

Notes :

- x : Equipement et exploitation minimums
- xx : Equipement et exploitation adéquats
- xxx : Equipement et exploitation complets

Tableau B.3.2-2 Niveaux des systèmes d'élimination des déchets

Description	Niveau de Décharge Publique				Remarques
	Niveau -1	Niveau -2	Niveau -3	Niveau -4	
	Enfouissement contrôle -A	Enfouissement contrôle -B	Enfouissement sanitaire -A	Enfouissement sanitaire -B	
1 Installations					
1-1 Installations principales					
a. Voie d'accès	XX	XX	XXX	XXX	
b. Voie dans le site (zone clôturée)		XX	XXX	XXX	
c. Digue de séparation (Séparateur)		X	XX	XX	si nécessaire
d. Voie de service	XX	XX	XXX	XXX	
e. Drainage périphérique		XX	XXX	XXX	
f. Egout sur site (eau de surface)		X	XXX	XXX	
g. Egout sur site (source sous-terrine)			XX	XX	si nécessaire
h. Drains pour l'assimilation des terres		X	XX	XXX	
1-2 Installation de la protection de l'environnement					
a. Zone tampon		X	XXX	XXX	
b. Installations de contrôle de détritux	XX	XX	XXX	XXX	clotûre
c. Lit imperméable (pénétration/contrôle des fuites)		X	XX	XXX	
d. Installation de collecte du lixiviat			XX	XXX	
e. Traitement / recyclage du lixiviat			XXX		
f. traitement du lixiviat sophistiqué				XXX	
g. Installations de dés-gasage			XX	XXX	
h. Installations de traitement de gaz				XX	Si techniquement possible
1-3 Autre installation concerné					
a. Bureau de la décharge	X	XX	XXX	XXX	
b. Pont bascule (avec salle de contrôle)		XX	XXX	XXX	
c. Aire de stationnement	X	XX	XXX	XXX	
d. Station de nettoyage			XX	XXX	
e. Installation de sécurité	X	XX	XXX	XXX	clotûre, barrière, éclairage etc.
f. Installation de prévention contre l'incendie			XX	XX	
g. Installations de contrôle			XX	XXX	puits de contrôle etc.
2 Equipement					
a. Equipement d'enfouissement	X	XX	XXX	XXX	
b. Equipement de couverture de terre	X	XX	XXX	XXX	
b. Autres		X	XX	XXX	Véhicule d'inspection
3 Opération et maintenance					
3-1 Fonctionnement					
a. Personnel	X	XX	XXX	XXX	
b. Terre de couverture	X	XXX	XXX	XXX	
3-2 Utilités					
a. Carburant		X	XX	XXX	
b. Eau		X	XX	XXX	
c. Electricité		X	XX	XXX	
3-3 Produits chimiques					
a. Insecticide			XX	XX	si nécessaire
b. Contrôle chimiques			XX	XX	si nécessaire

Légende : X : EQUIPE / MIS EN OEUVRE AU MINIMUM

XX : EQUIPE / MIS EN OEUVRE CORRECTEMENT

XXX : EQUIPE / MIS EN OEUVRE COMPLETEMENT

3.2.1 Contre-mesures pour la protection de l'environnement

- Clôture

Afin de prévenir la dispersion des déchets et l'accès des chiffonniers, des personnes non autorisées et des animaux, des clôtures seront installées autour du site d'élimination des déchets. En même temps il est nécessaire de définir l'aire du site d'élimination des déchets.

- Terre de couverture

La couverture de terre est la méthode élémentaire et en même temps la plus efficace comme contre-mesures pour les impacts sur l'environnement qui se produisent sur les sites d'élimination des déchets. La couverture de terre, que ce soit les couvertures journalières ou la couverture finale, sera effectué en temps opportuns durant les opérations d'enfouissement, afin de prévenir la dispersion des déchets, le dégagement d'odeurs nauséabondes, la reproduction des insectes nuisibles, l'inflammation des déchets, la réduction de la quantité du lixiviat, etc. La classification de la terre de couverture et ses buts sont présentés dans le Tableau B.4.2-1 dans le chapitre 4 du présent Rapport.

- Endiguement

Afin de prévenir l'écoulement des déchets à partir du site de décharge, et d'assurer le tassement des déchets à une hauteur déterminée pendant les opérations d'enfouissement, les digues seront construites autour du site d'élimination des déchets.

- Installations de collecte du lixiviat

Afin de collecter le lixiviat et de le diriger vers les installations de recyclage et/ou de traitement du lixiviat situées en dehors de l'aire d'enfouissement, les installations de collecte du lixiviat par gravité seront mises en place, si besoin est, dans l'aire d'enfouissement. Par ailleurs, afin de prévenir les conditions boueuses et de faciliter les opérations d'enfouissement, le lixiviat devra être évacué de l'aire d'enfouissement.

Les installations de collecte du lixiviat comprendront les installations de collectes horizontales et verticales. Les critères de planification de chacune des installations de collecte du lixiviat peuvent être résumés comme suit :

- i Les tubes de collecte horizontaux du lixiviat devront être réalisés de tubes perforés et/ou du gravier de rembourrage et seront composés de tubes principaux et de tubes auxiliaires/branchement. Ces tubes sont disposés au fond de l'aire d'enfouissement à un intervalle maximal de l'ordre de 50 m.
- ii Les installations de collecte du lixiviat verticales devront être mises en place au lieu des installations de dégagement verticales et elles devront être raccordées aux

tubes de collecte du lixiviat horizontaux.

- Niveau imperméable

Afin de prévenir la contamination de l'eau souterraine et la pollution des sources publiques d'eau par le lixiviat, et afin d'atténuer les impacts défavorables tels que pollution de zones avoisinantes, un niveau imperméable constitué d'un film plastique et/ou de la terre argile sera mis en place au fond de toute l'aire d'enfouissement et sur la surface intérieure du talus de l'endiguement qui l'entourent, si besoin est.

- Installations de recyclage du lixiviat

Etant donné que le lixiviat, produit dans l'aire d'enfouissement, peut être la cause de la contamination de sources d'eau d'alentours, il est nécessaire de prévoir les installations permettant d'empêcher le lixiviat de s'écouler/décharger en dehors du site d'élimination des déchets, à savoir, éliminer ou maintenir le lixiviat uniquement dans l'aire d'élimination des déchets comme mesures de prévention de pollutions. Les installations de recyclage du lixiviat, pourvues des moyens de collecte du lixiviat, du réservoir de rétention et de la pompe de recyclage sont recommandées en particulier dans les régions qui connaissent les fortes pluies saisonnières.

- Installations de traitement du lixiviat

Du fait que le lixiviat ou des eaux polluées produits dans l'aire d'enfouissement pourraient contaminer l'eau souterraine et/ou les sources d'eau d'alentours, il est nécessaire de prévoir les installations de traitement du lixiviat avant de le décharger à l'extérieur du site, comme mesures de prévention de pollution, et ce, en particulier dans les régions très pluvieuses.

Comme méthode de traitement du lixiviat, en général quatre méthodes sont utilisées couramment dans le monde, de manière isolée ou par la combinaison de plusieurs méthodes. Il s'agit du procédé d'étang d'aération et celui de boue activée comme traitement biologique, et de la filtration par sable et du traitement par charbon activé comme traitement biochimique. Parmi ces méthodes, le procédé d'étang d'aération est préféré dans le présent rapport.

L'aération est le procédé biologique permettant d'enlever/éliminer la demande biochimique en oxygène, la demande chimique en oxygène et les matières en suspension. Le mécanisme d'aération peut être résumé comme suit :

- i Pour fournir l'oxygène/l'air dans le lixiviat, les micro-organismes aérobies contenus dans le lixiviat seront activés.
- ii Les micro-organismes aérobies mangeront les matières organiques contenues dans le lixiviat, autrement dit, la décomposition biologique des matières organiques est effectuée par les micro-organismes aérobies.
- iii Les micro-organismes aérobies se déposeront au fond de l'étang d'aération.

- Installations de dégazage

En règle générale, plusieurs sortes de gaz seront générées par les substances organiques contenues dans les déchets ramassés durant les processus de putréfaction et de décomposition par les micro-organismes et d'autres substances existant dans les couches de déchets ramassés. Les gaz produits dans l'aire d'enfouissement sont composés principalement du gaz de méthane, du gaz carbonique et de l'azote qui sont sans couleur ni odeur. En outre, bien que ce soit en faible quantité, l'ammoniaque, l'acide hydrosulfurique, le mercaptan de méthyle, le sulfide de méthyle, etc., qui sont les gaz malodorants sont également produits.

Afin de prévenir le danger d'incendie et/ou d'explosion, la destruction du système écologique, et les odeurs nauséabondes dans les alentours causés par les gaz dégagés, les installations de dégazage seront mises en place dans l'aire d'enfouissement, en particulier au cas où les maisons sont situées au voisinage du site, ou l'habitat de la flore précieuse se trouve près du site.

En outre, si les couches de déchets sont maintenues en état semi-aérobie au moyen des installations de dégazage, les déchets peuvent être stabilisés tout de suite par la fonction de microbes de décomposer les matières organiques dans les déchets. Par conséquent, lorsque le site sera affecté à une utilisation définitif tout de suite après la fermeture du site, les installations de dégazage seront prévues.

D'autre part, eu égard à la récupération/le recyclage de l'énergie, la génération de puissance et/ou la récupération de chaleur au moyen du gaz de méthane produit dans le site d'élimination des déchets devraient être adoptées dans le futur. Il n'existe que quelques sites qui utilisent un tel système de par le monde, et ils sont au stade de l'exploitation à titre d'essai.

3.2.2 Niveaux d'élimination des déchets

Dans les pages qui suivent, les contre-mesures environnementales et les installations à réaliser qui sont précisées pour un niveau au-dessous du niveau concerné sont considérées comme étant contenues/incluses et/ou améliorées pour le niveau plus élevé.

1) Niveau - 1 : Décharge contrôlée - 1

(1) Impacts sur l'environnement contre lesquels il faut prendre les contre-mesures

- Dispersion des déchets
- Odeurs nauséabondes, reproduction des insectes nuisibles, inflammation des déchets

(2) Installations à réaliser

- Construction d'un accès approprié au site d'élimination des déchets
- Construction de routes de circulation pour maintenir les conditions de opération et de déchargement en bon état.
- Introduction de la couverture périodique de terre pour minimiser les effets nuisibles sur l'environnement. La fréquence de mises en place de couches de terre ne doit pas être moins de deux fois par semaine à ce niveau - 1.
- Introduction d'installations de sécurités, telles que clôtures, portes, et bureaux du site.
- Introduction d'équipements lourds pour l'enfouissement et la couverture de terre tels que des bulldozer, excavateurs, camions à benne, etc.

2) Niveau -2 : Décharge contrôlée - 2

(1) Impacts sur l'environnement contre lesquels il faut prendre les contre-mesures

- Dispersion des déchets
- Odeurs nauséabondes, reproduction des insectes nuisibles, inflammation des déchets
- Contamination de l'eau souterraine et de l'eau de surface (niveau minimum)

(2) Installations à réaliser

- Exécution de couverture de terre suffisante (couverture quotidienne)
- Introduction des systèmes d'inspection, de contrôle et d'enregistrement des déchets entrants à la décharge au moyen d'un pont-bascule à camion.
- Construction de bandes périmétriques et/ou de voies à l'intérieur du site (endiguement)
- Construction d'une digue de séparation (séparateur) entre l'aire de décharge actuelle et celle future site afin de réduire la quantité de lixiviat.
- Construction des installations de contrôle de déchets, telle que clôture, etc.
- Mise en place des installations de sécurité, telles que clôtures, portes, bureaux de site, des installations d'éclairages, etc.
- Décapage de la couche supérieure et le tassement afin d'améliorer la perméabilité du sol du site d'élimination des déchets
- Construction du réseau d'évacuation des eaux pluviales pour éviter l'infiltration des eaux pluviales dans le site de décharge pour réduire la quantité de lixiviat.

La Figure B.3.2-1 montre le schéma conceptuel du système d'élimination des déchets du Niveau - 2.

3) Niveau -3 : Décharge contrôlée - 3

(1) Impacts sur l'environnement contre lesquels il faut prendre les contre-mesures

- Dispersion des déchets
- Odeurs nauséabondes, reproduction des insectes nuisibles, inflammation des déchets
- Contamination de l'eau souterraine et de l'eau de surface (niveau minimum)
- Danger d'inflammation ou d'exploitation, destruction du système écologique

(2) Installations à réaliser

- Exécution de couverture de terre suffisante (couverture quotidienne)
- Introduction des systèmes d'inspection, de contrôle et d'enregistrement des déchets entrants à la décharge au moyen d'un pont-bascule à camion.
- Construction d'un réseau de drainage afin de détourner les eaux pluviales et de fuite pour réduire la quantité du lixiviat.
- Mise en place d'un lit imperméable (terre argile et/ou feuille en caoutchouc)
- Introduction d'un système de contrôle du lixiviat par la mise en place du lit imperméable, et des installations de collecte et de recyclage/traitement du lixiviat etc. Le traitement du lixiviat devra être du type à recyclage (avec le système d'étang d'aération, si besoin est) dans ce Niveau - 3.
- Mise en place des installations de dégazage (si besoin est)
- Introduction des installations d'aménités pour le personnel

La Figure B.3.2.2 montre le schéma conceptuel du système d'élimination des déchets du Niveau - 3. Le schéma conceptuel du système de recyclage du lixiviat avec étang d'aération est montré en Figure. B.3.2-4.

4) Niveau - 4 : Décharge contrôlée - 4

(1) Impacts sur l'environnement contre lesquels il faut prendre les contre-mesures

- Dispersion des déchets
- Odeurs nauséabondes, reproduction des insectes nuisibles, inflammation des déchets
- Contamination de l'eau souterraine et de l'eau de surface (niveau minimum)
- Danger d'inflammation ou d'explosion, destruction du système écologique

(2) Installations à réaliser

- Introduction d'un système de contrôle du lixiviat par la mise en place d'un lit imperméable, des installations de collecte et de traitement du lixiviat, des installations de surveillance, etc.
- Introduction d'un système de traitement du lixiviat sophistiqué composé des moyens de traitement biologique et de traitement biochimique, afin de satisfaire les normes

- d'effluent qui devrait être constituées dans un proche futur au Maroc.
- Mise en place des installations de traitement de gaz (si besoin est)

Le schéma conceptuel des composantes de la décharge contrôlée du Niveau - 4 est présenté à la Figure. B.3.2-3.

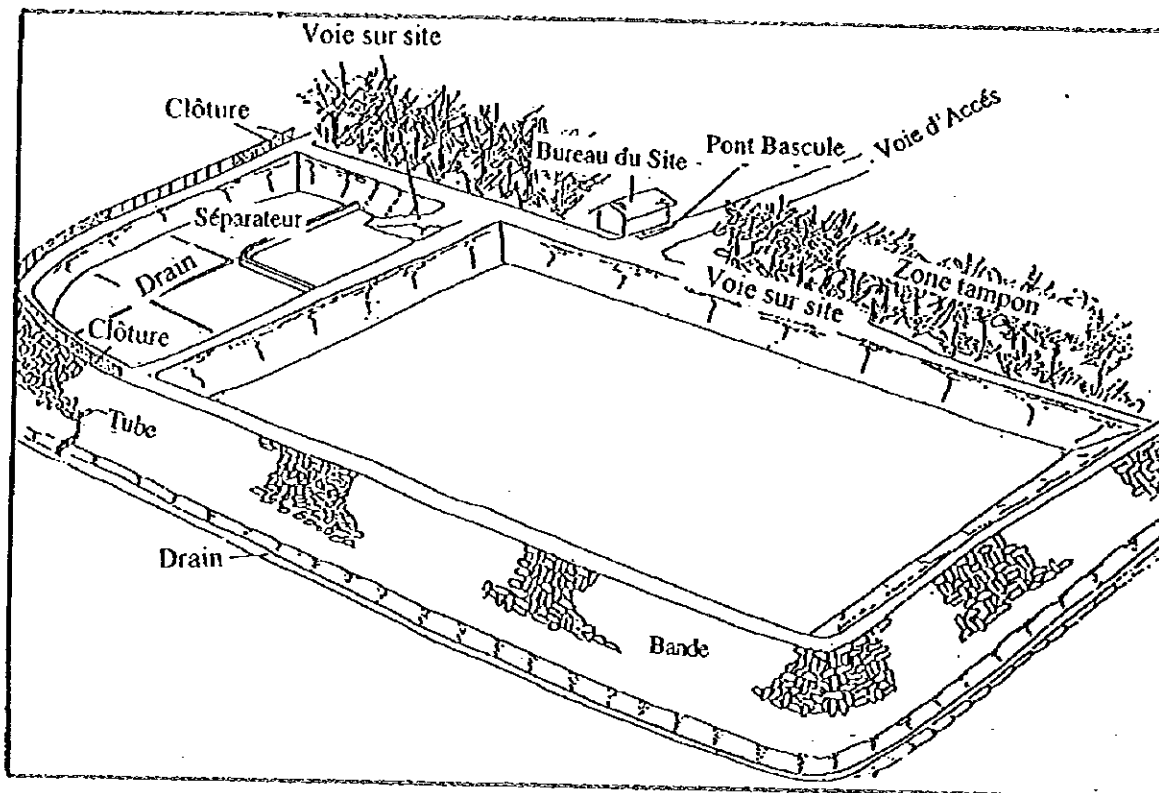


Fig. B.3.2-1 Schéma conceptuel de la décharge contrôlée - Niveau - 2 :

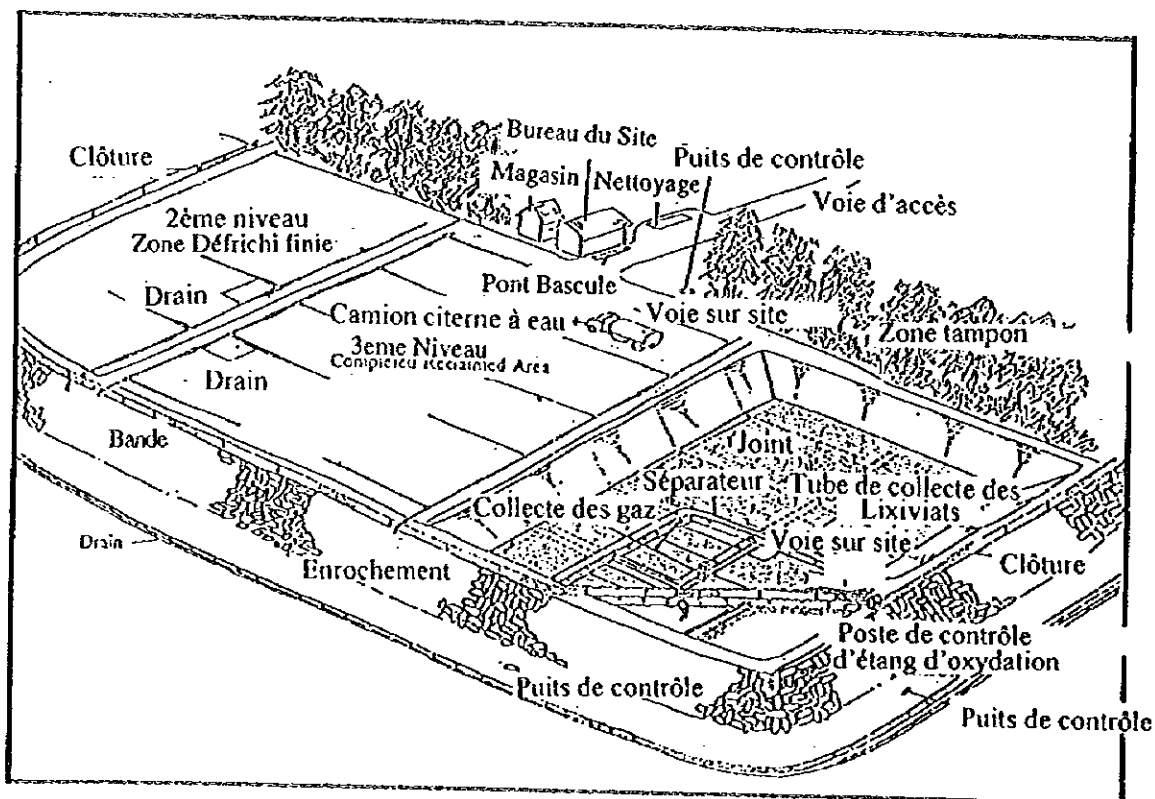


Fig. B.3.2-2 Schéma conceptuel de la décharge contrôlée - Niveau - 3 :

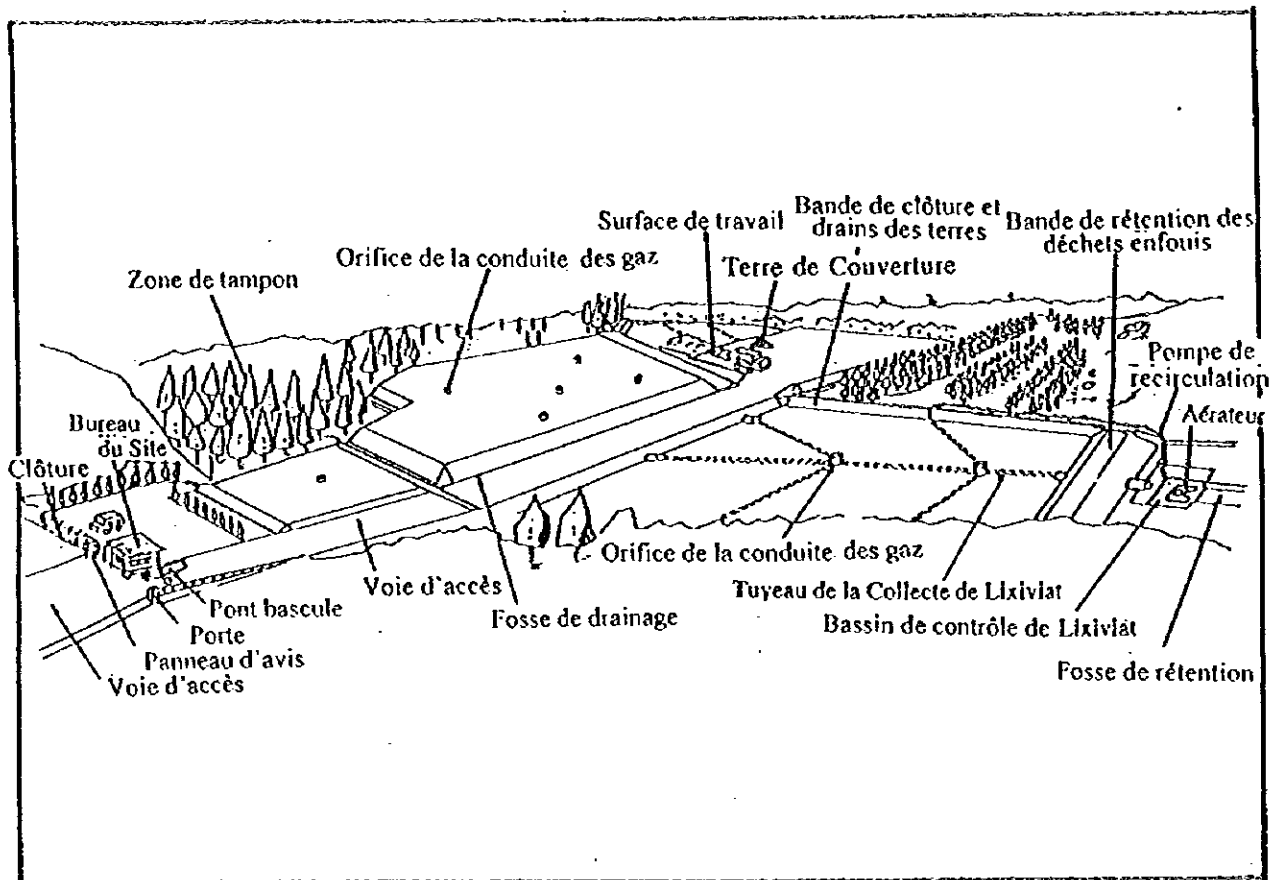


Fig. B.3.2-3 Schéma conceptuel de la décharge contrôlée (Niveau 4)

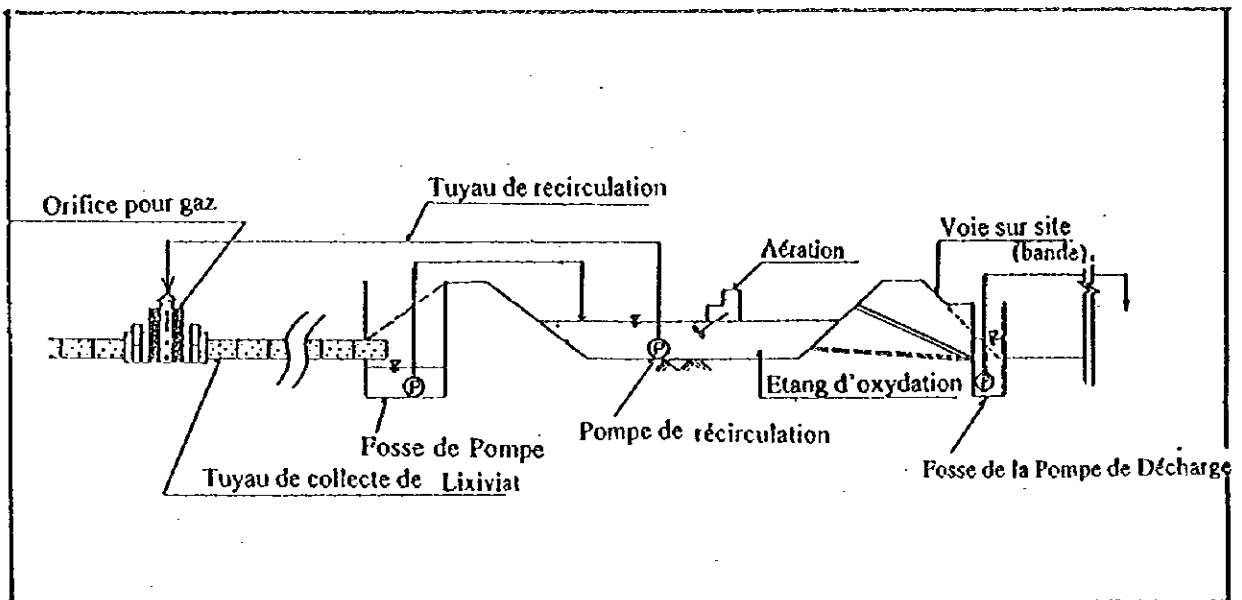


Fig. B.3.2-4 Système de recirculation du Lixiviats (avec étang d'aération)

3.2.3 Niveau cible de systèmes d'élimination des déchets

Compte tenu des conditions environnementales actuelles défavorables des sites de décharges dans les grandes villes du Maroc, en premier lieu les sites de décharge existants devront être améliorés immédiatement, et en second lieu, les sites de décharges nouvellement programmés seront construits sous forme de décharges contrôlées.

Pour ce qui concerne l'amélioration de sites de décharges à ciel ouvert existants, le niveau cible du système d'élimination des déchets est fixé à la décharge contrôlée du Niveau - 1 ou du Niveau - 2 (en fonction de l'affectation du budget de la collectivité locale) comme exigence fondamentale pour l'amélioration des conditions sanitaires défavorables des sites de décharge existants. Les détails de ce plan d'amélioration sont décrits dans la Section 3.4.

Par contre, le niveau de nouveaux sites d'élimination des déchets sera déterminé en considération des trois conditions principales ci-dessous mentionnées sur la base des résultats de l'évaluation/de la considération synthétiques de celles-ci.

- Taille (superficie et/ou capacité) du site d'élimination des déchets
- Précipitation et intensité de pluie
- capacité financière de la collectivité locale

Toutefois, eu égard aux impacts sur l'environnement créés sur les sites d'élimination des déchets et les mesures préventives contre ceux-ci, en principe la décharge contrôlée du Niveau - 3 est recommandée pour les nouveaux sites d'élimination des déchets à construire au Maroc.

D'autre part, actuellement le Ministère de l'Environnement est en train d'élaborer la norme d'élimination des déchets, la norme des installations de sites d'élimination des déchets, la norme d'exploitation de sites d'élimination des déchets et la norme de sélection de sites d'élimination des déchets, sur la base du concept de la décharge contrôlée : Niveau - 3. Dans ces normes les sites d'élimination des déchets sont classifiés en deux types, l'un " le Type Standard de Base" , et l'autre " le Type Standard Evolué" . Les détails en seront notifiés sous peu.

1) Taille du site d'élimination des déchets

En général, les déchets municipaux créent de sérieux problèmes environnementaux dans les villes de grande et/ou moyenne taille. Autrement dit, ceci dépend de la taille (superficie et/ou capacité du site) du site d'élimination des déchets. Par conséquent, pour les sites d'élimination des déchets de grande et/ou moyenne taille, la décharge contrôlée du Niveau - 3 ou du Niveau - 4 sera considérée/adoptée. Par contre pour les sites d'élimination des déchets de petite taille, (à savoir, la superficie inférieure à 10.000 m² ou la capacité inférieure à 50.000 m³ : définition japonaise), la décharge contrôlée du Niveau - 2 sera acceptable.

2) Précipitation et intensité de pluie

Les principaux facteurs qui déterminent les catégories de systèmes d'élimination des déchets sont la méthode traitement du lixiviat. La quantité du lixiviat est en fonction directe de la précipitation. Autrement dit, dans les régions où la précipitation est faible, le système de collecte et de traitement du lixiviat peut être omis et le grade du lit imperméable peut être abaissé (c'est-à-dire du Niveau - 3 à Niveau - 2). Cependant, pour déterminer le niveau, il y a lieu de prendre en considération non seulement la précipitation, mais également l'intensité de pluie et la tendance de pluie saisonnière. Le Tableau B.3.2-3 montre la relation entre la précipitation et le niveau de site d'élimination des déchets recommandé, et la Figure. B.3.2-5 montre la carte des précipitations au Maroc.

Tableau B.3.2-3 Niveaux d'élimination des déchets et précipitations

Précipitation annuelle	Niveau du système d'élimination des déchets
Inférieure à 200 mm	Niveau - 2
200 - 500 mm	Niveau - 3 ou Niveau - 2
500 - 800 mm	Niveau - 3
Supérieure à 800 mm	Niveau - 3 (Niveau - 4)

Ici, la quantité du lixiviat est calculée à l'aide de l'équation suivante, et le détail en est décrit dans le Volume 4-Partie 1 : Plan de Gestion des Déchets Solides pour Safi et/ou le Volume 4-Partie 2 : Plan d'Élimination des Déchets pour El Jajida du présent Rapport.

$$Q = 10 \times C (I - E)A$$

où

- Q : Quantité du lixiviat (m³/jour)
- C : Coefficient d'infiltration (défini à 0,7)
- I : Précipitation moyenne (mm/jour)
- E : Evaporation moyenne (mm/jour)
- A : Superficie d'enfouissement (ha)

En outre, le grade de la structure du lit imperméable sera déterminé compte tenu du profile géologique du site de décharge proposé. Au cas où la perméabilité du sol est supérieure à 10⁻⁴ cm/sec, le lit imperméable du grade supérieur sera considéré.

3) Capacité financière de la collectivité locale

Comme il en est décrit dans le Chapitre 7 du présent Rapport, le coût unitaire de manutention/élimination des déchets pour le Niveau - 3 est approximativement 1,5 fois celui du Niveau - 2. D'autre part, le coût de construction du Niveau - 3 est 2 à 3 fois supérieur à celui du Niveau - 2. Par conséquent, la capacité financière de la collectivité locale devra être prise en compte lors de la prise de décision du niveau de décharge.

Les coûts approximatifs de la construction , de l'approvisionnement des équipements et du fonctionnement de sites de décharge de différentes tailles (superficie de site) et de différents Niveaux (Niveau - 2 et Niveau - 3) sont présentés dans le Chapitre 7, les Tableaux B.7.1-3 et B.7.1-4.

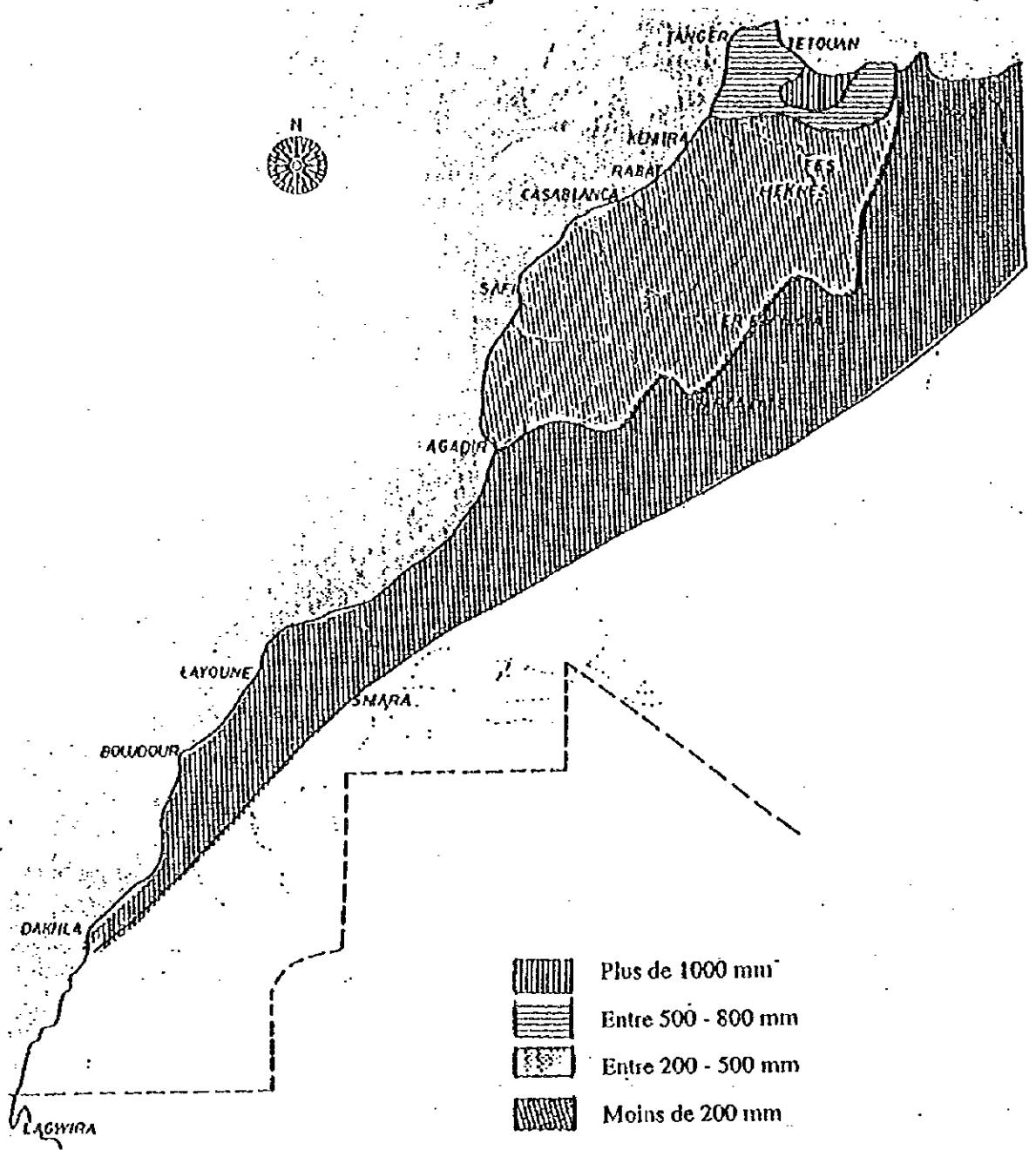


FIG. B.3.2-5

Carte des Précipitations au Maroc (1993 - 1994)

3.2.4 Site de décharge dans le désert

Pour les sites de décharge se trouvant dans le désert, il n'est pas nécessaire de prendre en considération le problème de la contamination des nappes phréatiques parce que les niveaux des nappes phréatiques y sont profonds. Ainsi, le Niveau-2 : Décharge contrôlée -2 est recommandé. Si la taille de la ville est petite et le site est loin de quartiers d'habitation, le Niveau-1: Décharge contrôlée -1 est aussi acceptable.

En ce qui concerne la structure de décharges, il est recommandé de creuser une grande fosse ou un grand trou sur l'aire d'enfouissement avant de procéder aux travaux afin d'assurer une grande capacité et une longue durée de vie de sites de décharge.

Quant au fonctionnement, il est recommandé de prévoir un camion citerne (véhicule de pulvérisation) afin de prévenir la poussière durant les heures d'opérations.

3.3 Grandes lignes de la conception du site de décharge

Pour la conception détaillée de sites de décharge, les points suivants devront être définis sur la base du concept de base désigné par les autorités concernées.

- Emplacement et superficie du site
- Normes de conception
- Système d'élimination des déchets
- Installations d'enfouissement
- Méthode d'opération
- Concept d'utilisation de terrain futur
- Estimation des Coûts

En outre, les études suivantes sur le site sont nécessaires pour la préparation des conditions de conception :

- Etudes Topographiques (échelle 1:1,000 - 1:5,000)
- Etudes Géologiques (sondage par machine, essai de pénétration standard, prise d'échantillons à l'aide de tubes à paroi mince et essai de perméabilité)
- Etudes Hydro-géologiques (niveau de la nappe phréatique, direction de l'écoulement et/ou quantité de l'eau de surface et de l'eau souterraine)
- Evaluation des impacts sur l'environnement

3.4 Plan d'amélioration des sites de décharge existants

3.4.1 Généralités

Les problèmes ci-dessous énumérés ont été identifiés dans la plupart des sites de décharge existants dans les grandes villes du Maroc.

- La méthode de décharge est du type décharge à ciel ouvert. (sans compactage des déchets, sans couverture de terre et sans contrôle du lixiviat)
- Aucun contrôle des déchets/véhicules entrants, de fonctionnement de site, etc.
- Conditions sanitaires du site très défavorables. (Incinération ouverte, odeurs nauséabondes, dispersion des déchets, beaucoup de mouches, etc.)
- Aucun équipement lourd en fonctionnement
- Le site n'a pas de clôture et l'accès est libre.
- Tous les types de déchets, y compris les déchets municipaux, industriels et hospitaliers (qui peuvent contenir des déchets toxiques/infectieux) sont transportés au site sans triage.
- Les chiffonniers sont actifs et les animaux pillent sur le site.
- Conditions de voies d'accès défavorables
- Conditions de la voie de service à l'intérieur du site défavorables
- Emplacement du site inadéquat

Afin de résoudre les problèmes ci-dessus mentionnés immédiatement, il est impératif d'élaborer un plan d'amélioration des sites de décharge existants qui ne demande pas un investissement important.

3.4.2 Plan d'amélioration de sites de décharge existants

Un plan d'amélioration doit être mis en oeuvre en se basant sur le concept de la décharge contrôlée Niveau -1 ou Niveau -2 (ceci dépend de l'affectation du budget de la collectivité locale) qui sont définis dans la Section 3.2.2 ci-dessus.

Il est recommandé d'intégrer les points suivants dans le plan d'amélioration.

1) Mesures de protection de l'environnement

- Construction de clôtures

Pour prévenir la dispersion des déchets et l'accès libre des chiffonniers et des animaux, des clôtures devront être installées tout au tour du site.

- Attribution des blocs sur le site de décharge pour chaque type de déchets

En principe, les déchets industriels (comprenant les déchets toxiques) devront être traités et déchargés sous la responsabilité du générateur de ces déchets. Toutefois, compte tenu des conditions actuelles au Maroc, ceci n'est pas réaliste pour le moment. De ce fait, à l'heure actuelle il faut décharger les déchets industriels sur le site de décharge municipal. Il faudra prendre les mêmes mesures pour les déchets hospitaliers,

Dans de telle situation, et compte tenu des mesures de protection de l'environnement, les déchets industriels, les déchets hospitaliers et les déchets municipaux devront être déchargés séparément sur les sites de décharge existants. Par conséquent, les blocs

devront être attribués respectivement sur le site pour les différents types de déchets.

2) Contrôles opérationnels

• Terre de couverture

Pour prévenir la dispersion des déchets, la diffusion d'odeurs nauséabondes, la reproduction de vecteurs & insectes et l'inflammation des déchets, les déchets solides doivent être couverts de terre. La fréquence minimale de couvertures avec de la terre est deux fois par semaine, alors qu'une couverture quotidienne est recommandée. Il est bien entendu que des équipements lourds doivent être fournis pour ces travaux.

• Etablissement de la méthode d'enfouissement

Pour stabiliser l'aire d'enfouissement et de prolonger la durée de vie du site de décharge, l'épandage et le compactage doivent être effectués à l'aide de la " méthode à casiers" et " méthode Push up (pousser vers le haut)" . Les définitions de ces méthodes sont présentées dans le Chapitre 4, la Section 4.2.1.

• Amélioration de voies accès et de voies de service

La voie d'accès, qui relie le site à la route principale, doit être suffisamment large pour permettre l'accès aux véhicules de collecte et doit être revêtue d'asphalte ou du béton. Les dimensions et les conditions de voies doivent être conformes au document intitulé " Règles pour les travaux routiers" préparé par le Ministère des Travaux Publics.

Les voies de service doivent être conçues de manière à permettre une opération efficace des travaux d'enfouissement. Il est recommandé que les voies soient revêtues du gravier pour faciliter les opérations de déchargement de déchets et d'enfouissement.

• Construction du réseau d'évacuation des eaux pluviales

Pour éviter l'écoulement des eaux pluviales dans l'aire d'enfouissement, ou en d'autre termes, pour réduire la quantité du lixiviat généré, un réseau d'évacuation des eaux pluviales devra être construit à un endroit convenable du site de décharge.

• Acquisition des équipements pour l'enfouissement des déchets

Afin de permettre les opérations d'enfouissement convenables, à savoir, la mise en place de la terre de couverture et l'enfouissement par la méthode à casiers, les différents types d'équipements pour l'enfouissement des déchets sont requis. Les détails en sont présentés dans le Chapitre 4, la Section 4.4. Toutefois, puisque les équipements d'enfouissement sont onéreux, il est recommandé de s'équiper progressivement selon l'affectation du budget de la collectivité locale concernée.

3) Autres

- **Exécution de l'étude topographique**

Pour s'assurer des conditions actuelles du site et élaborer un plan d'amélioration du site, il y a lieu de mener une étude topographique (échelle 1/1.000 - 1/5.000).

- **Installation d'un pont bascule**

Il est primordial et essentiel pour la GDS d'installer un pont bascule. Par conséquent, il est recommandé d'installer un pont bascule à l'entrée de sites de décharge existants aussitôt que possible. Les détails de cet équipement sont présentés dans le Chapitre 4, la Section 4.3.

- **Construction d'un poste de garde**

Pour commencer le contrôle du site, tels que le contrôle des déchets/véhicules entrants, du fonctionnement de site, des activités de chiffonniers, etc., un poste de garde devra être construit à l'entrée du site.



CHAPITRE 4 PLAN D'OPERATION ET DE CONTROLE

4.1 Concept fondamental d'opération de mise en décharge

Les effets sur l'environnement dans les alentours de sites de décharge, la stabilisation rapide des sites ainsi que le plan d'utilisation future de terrains devront être pris en considération pendant toute la durée des opérations d'enfouissement. Les concepts de base ci-dessous énumérés devront être pris en compte dans le plan d'opération d'enfouissement.

- Les déchets solides doivent être suffisamment épanchés et tassés pour qu'ils soient stabilisés rapidement.
- La dispersion des déchets solides n'est pas admise.
- La diffusion des odeurs nauséabonds n'est pas admise.
- La reproduction des vecteurs et insectes n'est pas admise.
- L'inflammation des déchets solides n'est pas admise.

Le tassement des déchets solides est nécessaire pour prolonger la durée de vie de sites de décharge, et il est aussi utile pour réduire la durée d'affaissement après l'achèvement de la mise en décharge. En outre, les effets sur l'environnement pour les habitants, tels que la dispersion des déchets solides, la diffusion des odeurs nauséabondes, la multiplication des vecteurs et insectes et la combustion des déchets ne sont pas admis.

D'autre part, les équipements d'enfouissement sont nécessaires pour les opérations de mise en décharge.

4.2 Méthode d'enfouissement et terre de couverture

Les déchets solides doivent être suffisamment épanchés et tassés pour stabiliser l'aire d'enfouissement et pour prolonger la durée de site de décharge. D'autre part, la terre de couverture doit être placée systématiquement et périodiquement après l'enfouissement de chaque couche et/ou casier des déchets.

4.2.1 Méthode d'enfouissement

Pour que les déchets soient épanchés et tassés suffisamment, la combinaison de la "méthode à casiers" et de "la méthode Push up (pousser vers le haut)" sera adoptée. En outre, les travaux d'épandage et de tassement devront être effectués en considération des points ci-dessous mentionnés :

- L'épandage des déchets ne doit pas être trop épais. L'épaisseur normale d'une couche d'épandage est de l'ordre de 30 à 50 cm, eu égard à l'épaisseur des déchets qui serait convenable pour les travaux de compactage à exécuter par les équipements d'enfouissement.

- La couche et/ou le casier d'enfouissement doit être aussi uniforme que possible par la méthode Push up, pour permettre un meilleur rendement du compactage des déchets. Le rapport d'inclinaison de la pente des déchets doit être 4:1, afin d'assurer un meilleur rendement des équipements d'enfouissement.
- L'épaisseur de couches et/ou de casiers des déchets doit être inférieure à 3 m, compte tenu des caractéristiques de déchets et du meilleur rendement des travaux d'enfouissement. Lorsqu'on prévoit l'utilisation du site aussitôt après l'achèvement d'enfouissement, ou lorsqu'un usage de technique avancée est considéré sur le site où l'enfouissement est achevé, l'épaisseur de couches des déchets recommandée est de l'ordre de 2 m.

1) Méthode à casiers

Cette méthode consiste à créer les casiers de déchets revêtus d'une couche de terre de couverture, et les dimensions de chacun des casiers correspondent en principe à la quantité de déchets d'un jour. Etant donné que chacun des casiers est mis en oeuvre indépendamment, la couverture de terre appliquée peut empêcher la plupart des effets environnementaux décrits dans la Section 4.1.

Pour le schéma conceptuel de la " méthode à casiers" , se reporter aux Fig. B. 4.2-1. et B.4.2-2.

2) Méthode Push up

Sur le site de décharge finale, les déchets amenés et entassés doivent être épandus et compactés convenablement par la " méthode Push up" au moyen des équipements tels que bulldozer ou chargeuse sur pneus. Cette méthode permettra de stabiliser plus rapidement l'enfouissement.

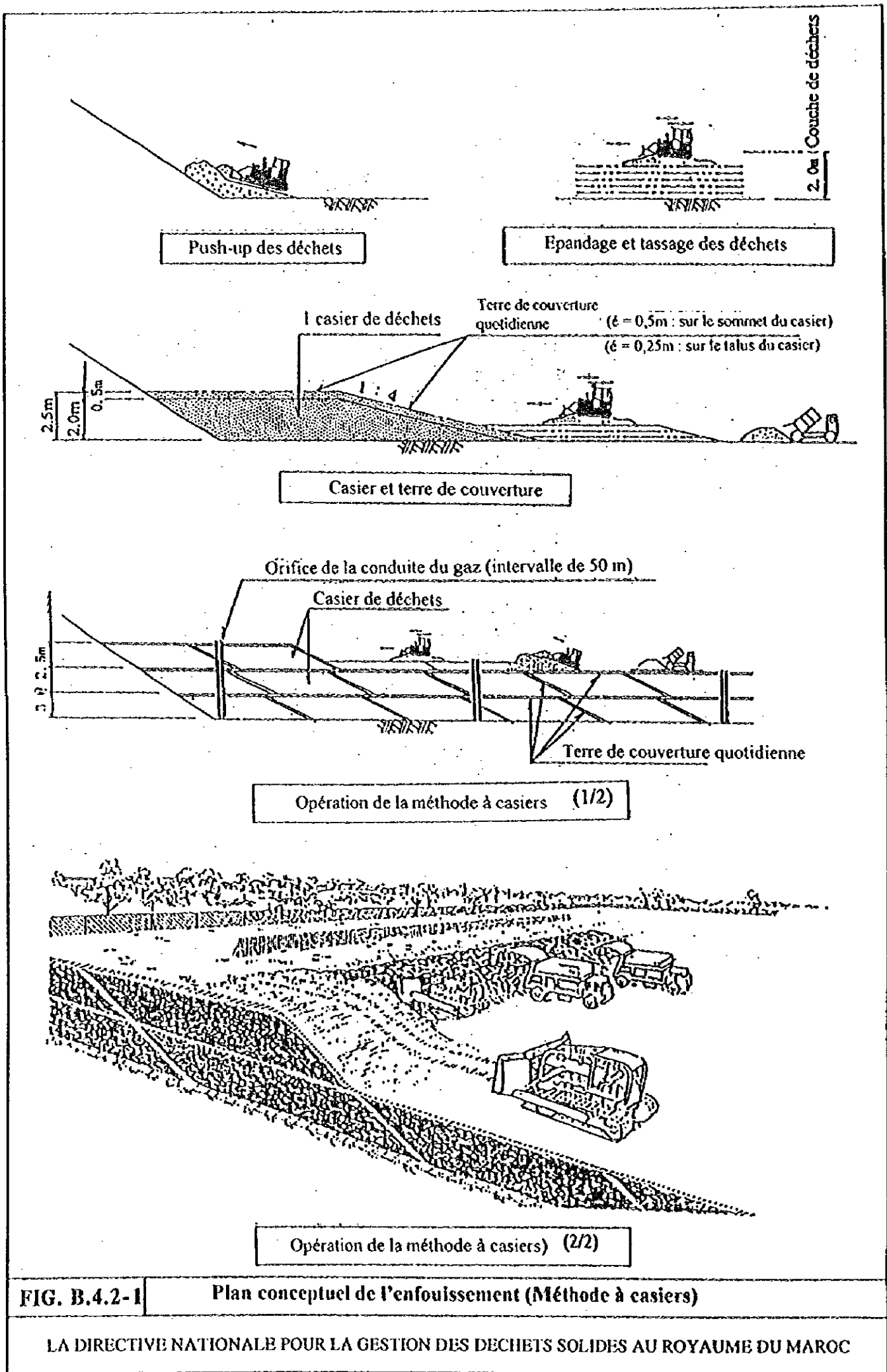
Pour le schéma conceptuel de la " méthode Push up" , se reporter aux Fig. B. 4.2-1 & B.4.2-2.

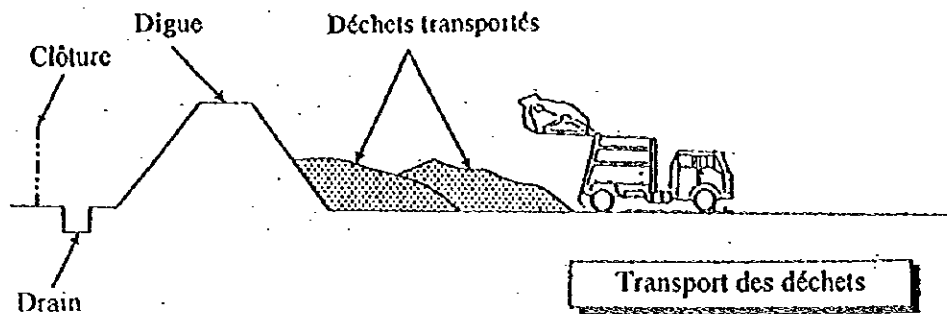
4.2.2 Terre de couverture

En même temps que les opérations d'enfouissement par la méthode à casiers et la méthode Push up, la couverture de terre, qui est composée de couvertures quotidiennes et de la couverture finale sera effectuée en temps voulu. L'objectif principal et l'épaisseur de chaque niveau de couverture de terre sont présentés dans le Tableau B. 4.2-1. Par ailleurs, la Fig. 4.2-1 présente le schéma conceptuel de chaque type de couverture de terre.

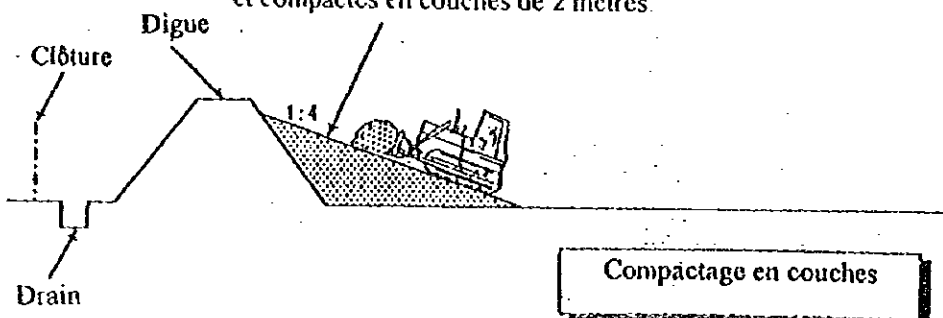
Tableau B.4.2-1 Classification des types de couvertures de terre

Type de couverture	Objectifs principaux	Epaisseur
Couverture quotidienne	Prévention de la dispersion des déchets Prévention de la diffusion des odeurs nauséabondes Prévention de la reproduction des vecteurs nuisibles Prévention de la combustion des déchets Réduction de la quantité du lixiviat Circulation aisée des engins d'enfouissement et des véhicules de collecte	50 cm (sommet du casier de déchets) 25 cm (talus du casier des déchets)
Couverture finale	Utilisation future du terrain Paysage Minimisation de la quantité du lixiviat Mesures de protection de l'environnement	50 cm (total 100 cm)

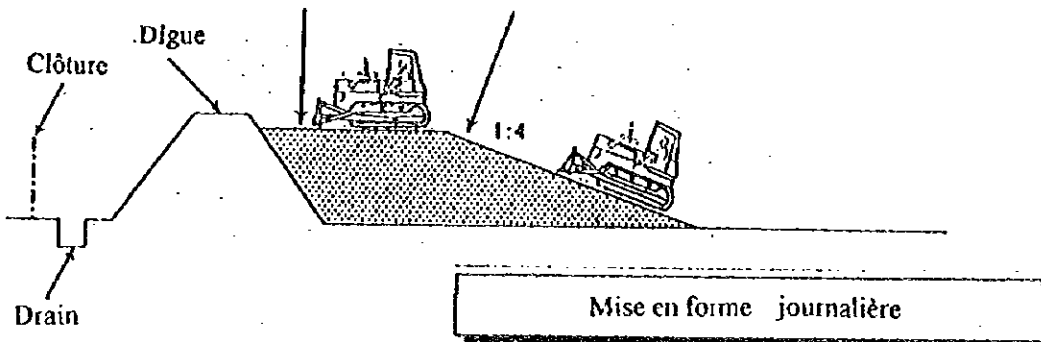




Après que les chiffonniers auront fini la récupération, les déchets sont épanchés et compactés en couches de 2 mètres.



Compactage du sommet et du talus du casier de déchets



Terre de couverture de casiers

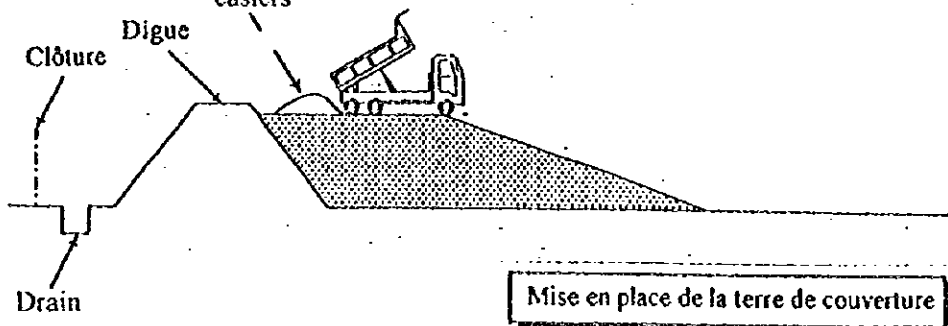


FIG. B.4.2-2

Procédures d'enfouissement (1/3)

A la fin d'opération de chaque jour, la terre de couverture d'une épaisseur de 0,5 m est posée sur le sommet épanchée et compactée.

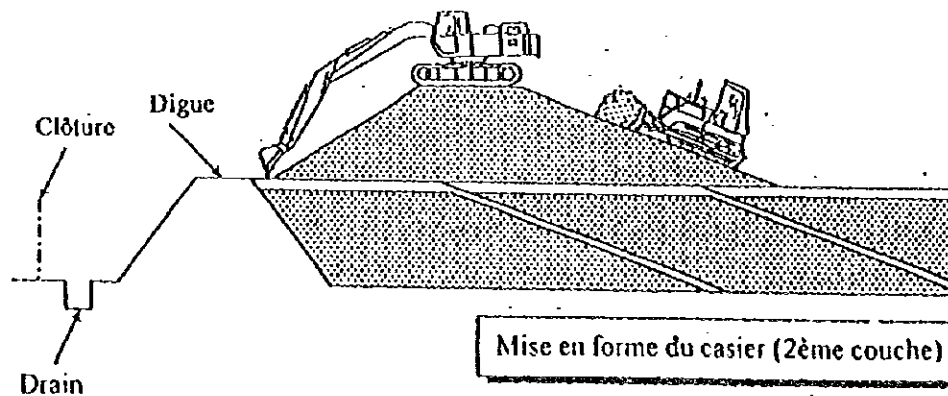
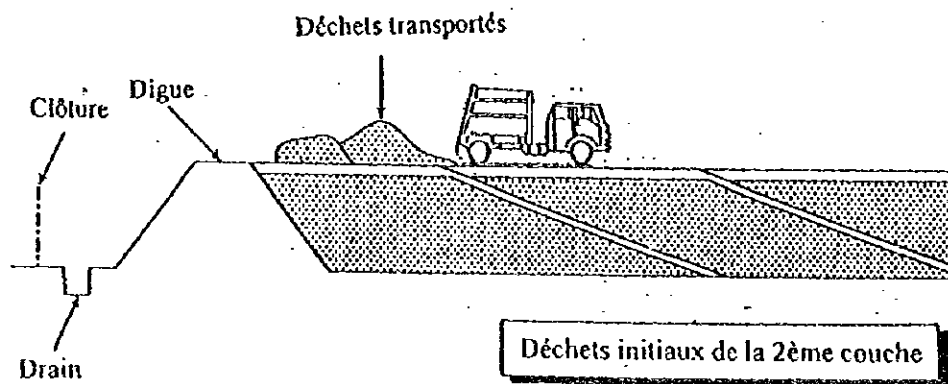
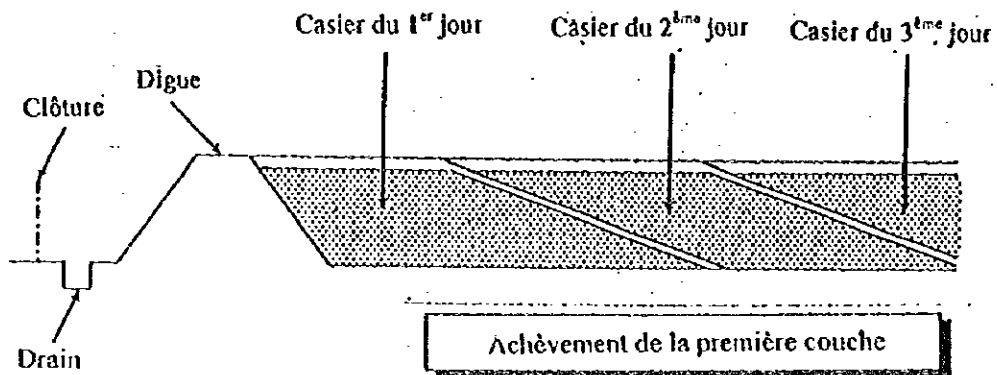
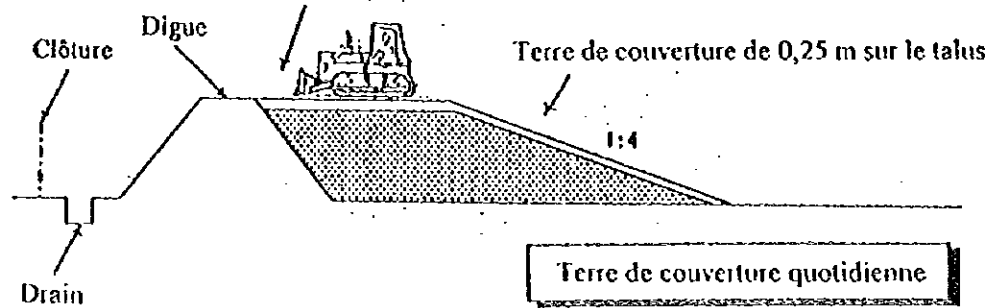


FIG. B.4.2-2

Procédures d'enfouissement (2/3)

LA DIRECTIVE NATIONALE POUR LA GESTION DES DECHETS SOLIDES AU ROYAUME DU MAROC

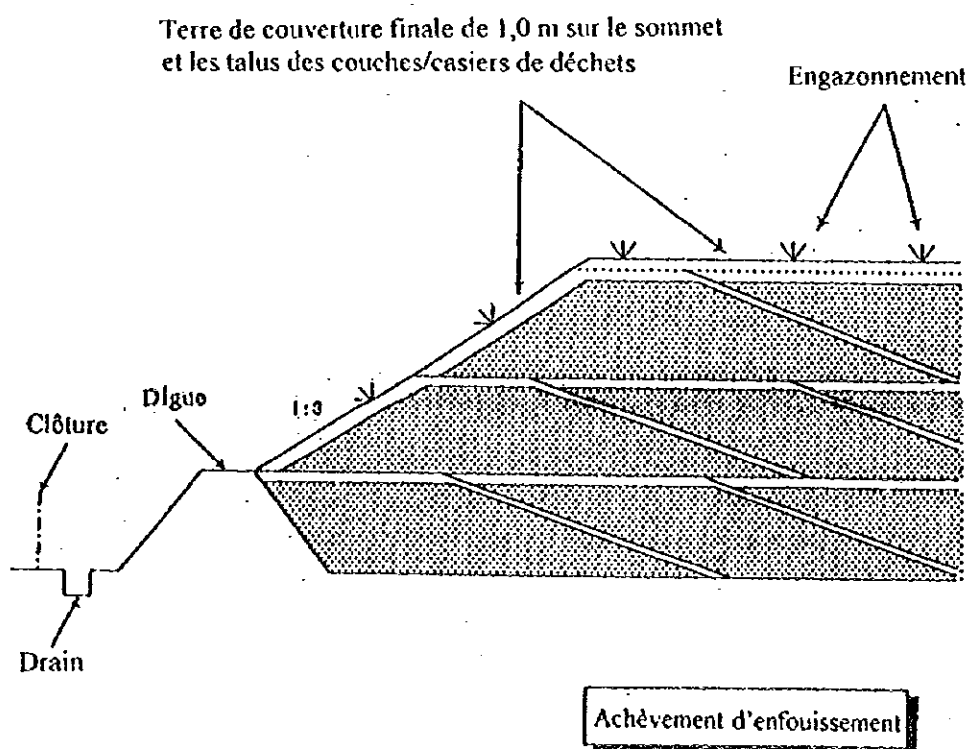
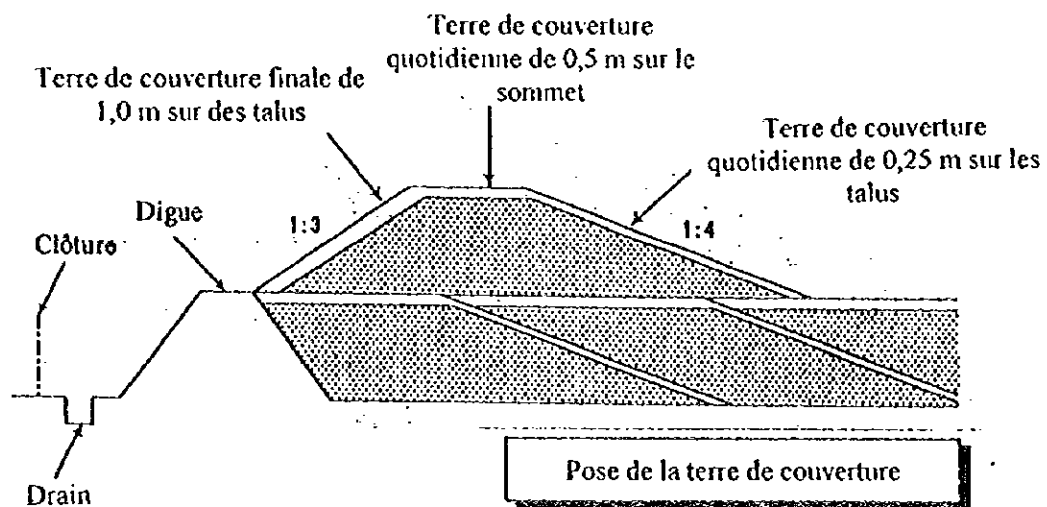


FIG. B.4.2-2

Procédures d'enfouissement (3/3)

4.3 Pont bascule

La mise en place d'un pont bascule constitue la première exigence fondamentale pour la planification de la GDS. Cet équipement permet de vérifier si les déchets à enfouir répondent ou non aux exigences stipulées. En même temps, la quantité des déchets évacués est mesurée et enregistrée. Ainsi, il est essentiel d'installer un pont bascule à l'entrée de chacun des sites de décharge.

4.3.1 Fonctionnement du pont bascule

Tous les déchets amenés seront pesés par le pont bascule pour obtenir les différentes données importantes pour la GDS. Le pont bascule sera installé à un endroit stratégique du site de décharge par où les véhicules de collecte passent chaque fois qu'ils entrent dans et sortent du site. Par conséquent, il est recommandé de l'installer à l'entrée du site de décharge. Toutefois, afin d'assurer l'accès des autres véhicules notamment ceux de construction de site, de patrouille de site, de visiteur, etc., une voie de déviation devra être prévue à côté ou le long du pont bascule.

Le type et la qualité de déchets seront également vérifiés périodiquement. En saisissant le type et la qualité des déchets à enfouir, l'on peut prévoir le type de gaz qui seront produits, la qualité du lixiviat, l'affaissement de déchets, etc., et ces données sont très importantes pour l'élaboration du plan d'utilisation définitive du terrain du site et des plans de sites de décharge à réaliser. En effet, si les substances toxiques sont contenues dans les déchets à enfouir, ceci aura pour conséquence la pollution environnementale. Par conséquent, les déchets transportés devront être vérifiés périodiquement. Le point de prélèvement d'échantillons de déchets sera situé à côté du pont bascule.

4.3.2 Collecte et analyse des données

Les données qui doivent être collectées et analysées régulièrement à l'aide d'un pont bascule sont présentées dans le Tableau B.4.3-1. Les données analysées doivent être consignées dans les rapports journaliers, hebdomadaires, mensuels et annuels, suivant les besoins. Ces données sont indispensables pour les éléments de contrôles de la GDS suivants :

- La quantité des déchets déchargés est un facteur fondamental pour le planification de site de décharge.
- Le type et la qualité des déchets sont les données fondamentales pour le plan d'utilisation définitive du terrain.
- La durée de travail et les déchets collectés par chacun des véhicules ou camions sont les facteurs de base pour un planification efficace des routes et méthodes de collecte.
- Le contrôle de la quantité des déchets transportés est fondamental pour la perception des frais de ramassage des déchets.

Le volume des déchets enfouis, le type et la qualité de déchets, le lieu et l'heure où les déchets sont amenés pour chaque type de déchets, etc., seront consignés dans les rapports

mensuels ci-dessus mentionnés. En outre, il est recommandé de conserver ces données au moyen des plans de vue en plan et de vue en coupe du site de décharge.

Tableau B.4.3-1 Données à saisir pour le pont bascule (exemple)

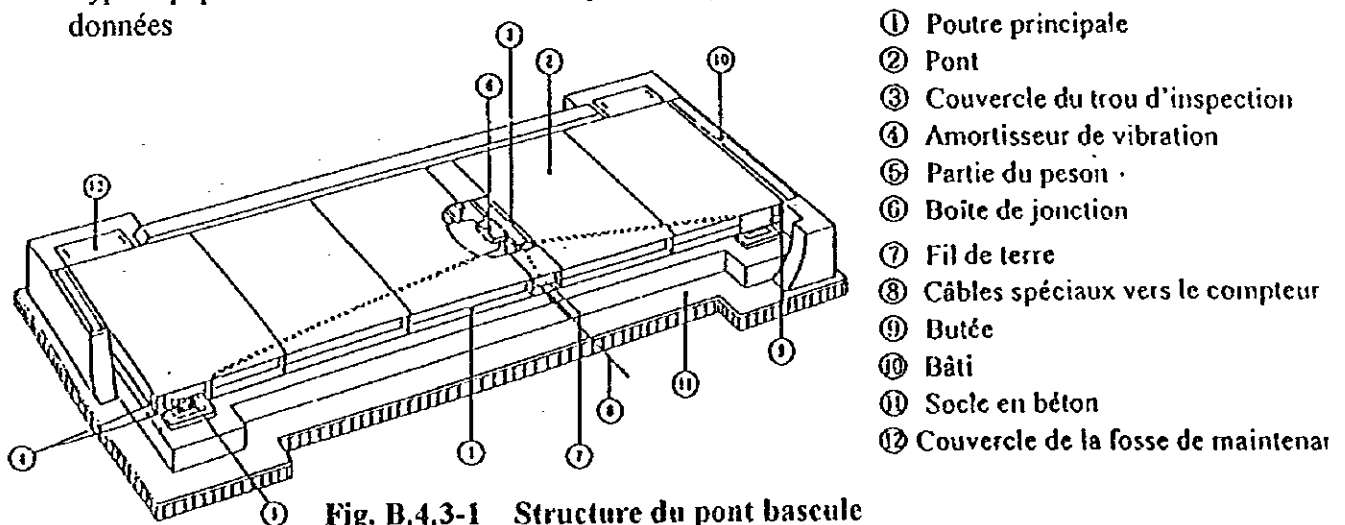
Véhicules sortants		Véhicules entrants	
(1)	Date	(1)	Nom de l'entreprise
(2)	Nom de l'entreprise	(2)	No d'immatriculation du véhicule
(3)	No. d'immatriculation du véhicule	(3)	Nom du conducteur
(4)	Nom du conducteur	(4)	Type de déchets
(5)	Type de déchets	(5)	Heure d'entrée
(6)	Route de collecte	(6)	Charge brute (kg)
(7)	Heure de départ	(7)	Poids déchargé (kg)
(8)	Charge brute (kg)	(8)	Charge nette (kg)
(9)	Poids déchargé (kg)		
(10)	Charge nette (kg)		

4.3.3 Spécifications du pont bascule

En général, le pont bascule du type à peson est couramment utilisé dans le monde étant donné son mécanisme simple et sa maintenance facile. Le système de pesée automatique équipé d'un ordinateur est également utilisé couramment.

Les composantes du pont bascule du type à peson sont présentées dans la Fig. B.4.3-1, et les spécifications en sont décrites dans les pages qui suivent :

- Capacité de pesée : 30 tonnes/unité
- Type à peson et système de support à quatre-points
- Compteur numérique automatique
- Poste de commande avec lecteur de carte
- Type équipé d'un ordinateur et une imprimante pour la saisie et le traitement des données



4.4 Equipements pour l'enfouissement des déchets

Le plan des équipements d'enfouissement, à savoir, l'examen de la nécessité d'équipements, leurs type et nombre, etc., seront élaboré au stade de planification du plan de décharge finale qui est décrits dans le Chapitre 1 du présent Rapport.

4.4.1 Sélection d'équipements pour l'enfouissement des déchets

Pour la selection d'équipements d'enfouissement adéquats, les conditions de conception suivantes doivent être considérées en premier lieu :

- Volume des déchets solides déchargés au site de décharge finale par jour
- Volume de la terre de couverture requi par jour
- Volume de la terre de couverture à excaver par jour
- Volume de la terre de couverture à transporter par jour.

En deuxième lieu, la relation entre les travaux d'enfouissement nécessaires et les fonctions de chaque équipement lourd doit être considérés. Le Tableau B.4.4-1 présente les équipements convenables recommandés pour chacun des différents types des travaux d'enfouissement.

Tableau B.4.4-1 Travaux d'enfouissement et équipements

Travaux d'enfouissement	Equipement pour l'enfouissement	Capacité
Push up et épandage des déchets	Bulldozer (avec rotelier déchets)	HP 150 - 300 Aube 8 - 15 m ³
Compactage des dechets	Compacteur d'enfouissement	HP 200 - 400
	Bulldozer	HP 150 - 300
Excavation de la terre de couverture.	Pelle rétrocaveuse (excavateur hydraulique)	Godet 0,5 - 1,5 m ³
Chargement de la terre de couverture sur les camions à benne	Chargeuse sur pneus	HP 100 - 200 Godet 1,0 - 3,0 m ³
Transport de la terre de couverture	Camion à benne	Volume 8 - 12 m ³
Épandage et tassement de la terre de couverture	Bulldozer	HP150 - 300 Aube 2,5 - 6,0 m ³

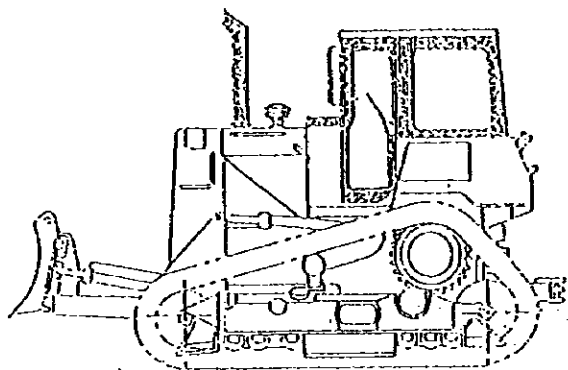
HP = Puissance aux chevaux

Les schémas typiques des équipements d'enfouissement sont montrés à la Fig. B.4.4-1. et leur prix unitaire approximatif est décrit dans les Tableaux B.7.1-3 et -4.

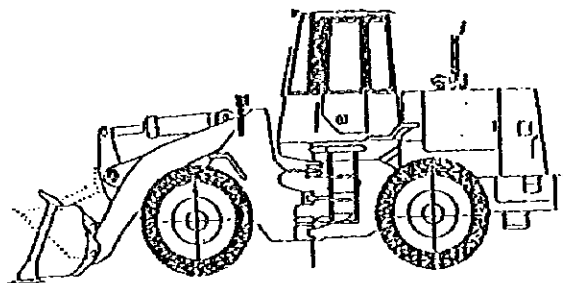
En dernier lieu, le nombre d'équipements requis, les spécifications d'équipemenets, à

savoir, leurs puissance en chevaux, capacité, etc., doivent être calculés et décidés au moyen de certaines équations fournies par les autorités concernées ou les constructeurs d'équipement. D'autre part, il est recommandé d'effectuer ces travaux de dernière étape en coopération avec les experts et/ou les consultants spécialisés locaux.

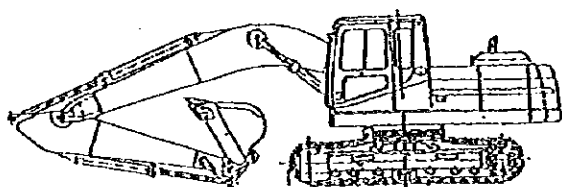
Du point de vue de la facilité d'entretien et de réparation, les types d'équipements devront être standardisés dans la mesure du possible. Il est bien entendu que la disponibilité financière est également un facteur important.



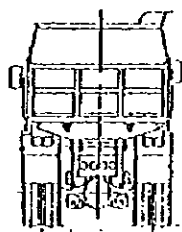
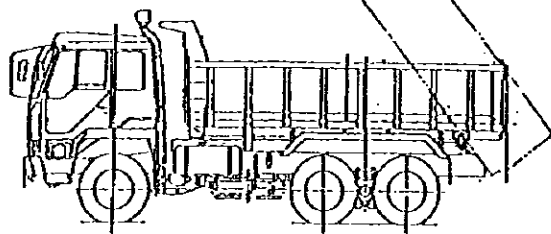
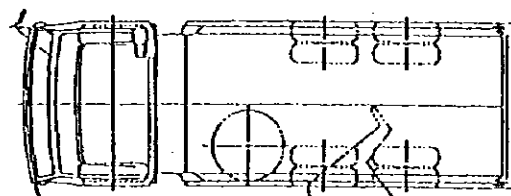
Bulldozer (200HP, 300HP)



Wheel Loader (1.5m³)
Chargeuse sur roues



Back Hoe (0.7m³)
Pelle rétrocaveuse



Camion à benne (15ton)

FIG. B.4.4-1

Dessins typiques des équipements d'enfouissement

4.4.2 Entretien des équipements pour l'enfouissement

Les coûts de l'approvisionnement en équipements d'enfouissement sont plutôt élevés au Maroc par rapport aux coûts de la main-d'oeuvre. Dans de telles situations, il est très important pour les autorités concernées qui contrôlent et exploitent les sites de décharge finale d'utiliser de la manière efficace et rentable tels équipements onéreux pour une long période tout en assurant l'entretien et la réparation adéquates. En d'autres termes, si l'entretien n'est pas assurée correctement, ceci peut se traduire facilement par l'abaissement du rendement de fonctionnement et la réduction de la durée de vie d'équipements.

Il est recommandé d'assurer ce qui suit afin d'établir un système d'entretien et de réparation approprié.

- Introduction de l'inspection quotidienne
- Introduction des services d'entretien réguliers, c'est-à-dire, toutes les 50 heures et 250 heures de fonctionnement
- Approvisionnement rapide des pièces de rechange et maintien du stock adéquat des pièces de rechange en coopération avec et/ou sous la responsabilité de fournisseurs/constructeurs d'équipements.
- Conclusion du contrat d'entretien pour les maintenances et réparations majeures

4.5 Contrôle de l'environnement

Pour un contrôle approprié du site de décharge finale, aussi bien pendant les opérations d'enfouissement qu'après la fermeture du site, il est nécessaire de surveiller l'affaissement d'enfouissement, la qualité de la nappe phréatique ainsi que la qualité des eaux évacuées.

Les éléments à surveiller, leurs objectifs, les cas où le contrôle est nécessaire et les méthodes de surveillance sont récapitulés dans le Tableau B.4.5-1, et expliqués dans les pages qui suivent.

Tableau B.4.5-1 La surveillance de l'environnement dans les sites de mise en décharge

No	Éléments à contrôler	Objectifs de contrôle	Cas nécessaire	Méthode de contrôle
1	Affaissement du site d'enfouissement	<ul style="list-style-type: none"> Utilisation définitive du terrain 	<ul style="list-style-type: none"> Une utilisation de niveaux haut et moyen est envisagée après la fermeture du site. 	<ul style="list-style-type: none"> Appareil de mesure d'affaissement
2	Qualité de la nappe phréatique	<ul style="list-style-type: none"> Contrôle de la contamination de la nappe phréatique Vérification de la fonction du lit imperméable 	<ul style="list-style-type: none"> Un puits public est situé en aval du site de décharge. Le niveau de la nappe phréatique est élevé. 	<ul style="list-style-type: none"> Analyseur d'eau Puits de contrôle Puits existant
3	Qualité des eaux évacuées	<ul style="list-style-type: none"> Contrôle de la contamination de l'eau publique Plan d'exploitation de l'usine de traitement du lixiviat après la fermeture du site 	<ul style="list-style-type: none"> Le lixiviat est déchargé dans les sources de l'eau publiques 	<ul style="list-style-type: none"> Analyseur d'eau

1) Affaissement du terrain sur le site de décharge

Dans le cas d'un plan d'utilisation de niveau élevé ou moyen des terrains après fermeture de la décharge, tels qu'ils sont décrits dans le chapitre 5 de ce rapport, l'affaissement du terrain devra être surveillé de manière périodique. L'affaissement peut être mesuré au moyen d'un appareil de mesure de l'affaissement. En général, l'affaissement du terrain se prolonge environ 5 années après fermeture du site.

2) Qualité de l'eau de la nappe phréatique

Dans les cas où la nappe phréatique est contaminée avec des effets possibles sur les populations environnantes, notamment lorsque les puits publics en eau potable et les sources d'eau pour l'irrigation se situent en aval du site de mise en décharge des déchets, ou bien quand le niveau phréatique est proche de la surface, il faut surveiller de près la qualité de l'eau.

Les objectifs d'une telle surveillance sont les suivants:

- vérifier l'efficacité de la couche imperméable d'isolation du site;

- si cette efficacité s'avère insuffisante, vérifier le taux de diffusion des substances du lixiviat vers la nappe phréatique, et les effets sur l'environnement quotidien des populations.

L'échantillon d'eau doit être prélevé dans un puits existant ou dans un puits de surveillance de la qualité de l'eau à proximité du site. La qualité de l'eau doit ensuite être vérifiée au moyen d'un analyseur d'eau au moins une fois l'an. Les éléments à vérifier sont:

- pH, demande biochimique en oxygène, demande chimique en oxygène, matières en suspension, groupe coliforme, extraits d'hexane, NH₄, T-N, T-P, etc.

Si la contamination de la nappe est constatée, avec des effets sur les populations voisines, des contre-mesures doivent être prises.

3) Qualités des effluents

Le contrôle des effluents, à savoir les substances du lixiviat, doit être effectué de manière périodique afin de prévenir la contamination possible des sources d'eau publiques. Les éléments de qualité à prendre en compte sont les mêmes que pour le contrôle de la qualité de l'eau, avec une fréquence de vérification d'une fois tous les 2 ou 3 mois.

4) Autres

En dehors de ces aspects, les facteurs qui peuvent affecter la qualité de l'environnement sont décrits au chapitre 6, dans le tableau B.6-1-1 du rapport.



CHAPITRE 5 FERMETURE ET USAGE FINAL DU SITE

5.1 Usage final des terrains du site

5.1.1 Le besoin d'un usage final des terrains

L'usage final du site sera planifié et mis en oeuvre afin d'assurer l'utilisation efficace des terrains après fermeture. Les usages possibles sont décrits dans la section 5.1.2.

Comme présenté dans la Fig. B.1.1-1 dans ce rapport, le plan d'utilisation finale doit être considéré au début du plan du site de décharge, du fait que l'usage des terrains est directement lié au concept de base du plan de la décharge publique, à savoir le système de traitement des déchets, les installations nécessaires, la méthode d'enfouissement, le système de contrôle de l'environnement, etc.

5.1.2 Utilisation du site

L'usage final du terrain peut être divisé en trois (3) niveaux: le niveau-1 agriculture; le niveau-2 parc; le niveau-3 ouvrages. Les installations à envisager, les mesures de protection de l'environnement et les conditions nécessaires sont présentés dans le tableau B.5.2-1.

Pour une planification appropriée de l'utilisation finale du sol, les conditions suivantes de la situation du site doivent être prises en compte:

- les conditions topographiques: l'utilisation du sol qui sera adoptée dépend des conditions topographiques du site comme par exemple le côté de la montagne, le champ ouvert, la région côtière, etc.
- les conditions de la circulation: l'accessibilité pour les usagers (distance à partir du centre de ville) et les conditions des réseaux routiers.
- les conditions d'urbanisation: si l'urbanisation de la région environnante continue, une utilisation efficace du sol ou le choix d'un niveau d'usage élevé doivent être considérés.
- Le prix du terrain: si le prix du terrain est peu élevé, l'utilisation du sol par vente de lots de terrain peut être difficile à adopter.

Tableau B.5.1-1 Niveaux d'usage final du site

Type d'utilisation	Exemples d'utilisation du terrain	Conditions du site nécessaires	Contre-mesures environnementales
Niveau-1 Agriculture	<ul style="list-style-type: none"> • Prairie • Bosquet • Terrain d'agriculture 	<ul style="list-style-type: none"> • Toxicité des gaz dégagés (CO₂ et CH₄) pour les racines • L'oxygène dans le sol, les substances nutritives et l'humidité du sol ne devront pas être faibles. 	<ul style="list-style-type: none"> • Les gaz dégagés devront être surveillés. • L'épaisseur effective de la couche de terre pour les plantes est requise. • La terre convenable pour la végétation sera mise en place comme couche de couverture finale. • Une sélection adéquate des espèces de plantes est nécessaire.
Niveau-2 Parc	<ul style="list-style-type: none"> • Parc de petite taille • Terrain de jeux • Terrain de sports • Terrain de golf 	<ul style="list-style-type: none"> • La toxicité et/ou la combustion de gaz dégagés devront être limitées ou nulles. • Le glissement de talus du site ne devra pas se produire. 	<ul style="list-style-type: none"> • La surveillance et les contre-mesures pour les gaz dégagés sont nécessaires pour maintenir un environnement de vie adéquat.
Niveau-3 Ouvrages	<ul style="list-style-type: none"> • Ecoles, bureaux • Magasin, etc. • Zone industrielle • Zone d'habitation 	<ul style="list-style-type: none"> • Le tassement du site devra être très faible. • Le terrain devra être en mesure de supporter les charges lourdes d'ouvrages envisagés. • La toxicité et/ou la combustion de gaz dégagés devront être nulles. • Le glissement de talus du site ne devra pas se produire. 	<ul style="list-style-type: none"> • Une surveillance attentive et des contre-mesures pour le tassement du site sont nécessaires. • Une surveillance attentive et des contre-mesures pour les gaz dégagés sont nécessaires pour maintenir un environnement de vie adéquat. • La qualité et la quantité du lixiviat produit devront être surveillées.

La superficie nécessaire pour chacune des utilisations mentionnées ci-dessus est présentée dans la Fig. B.5.1-1. La Fig. B.5.1-2 donne un exemple de plan d'usage final pour un terrain de sport.

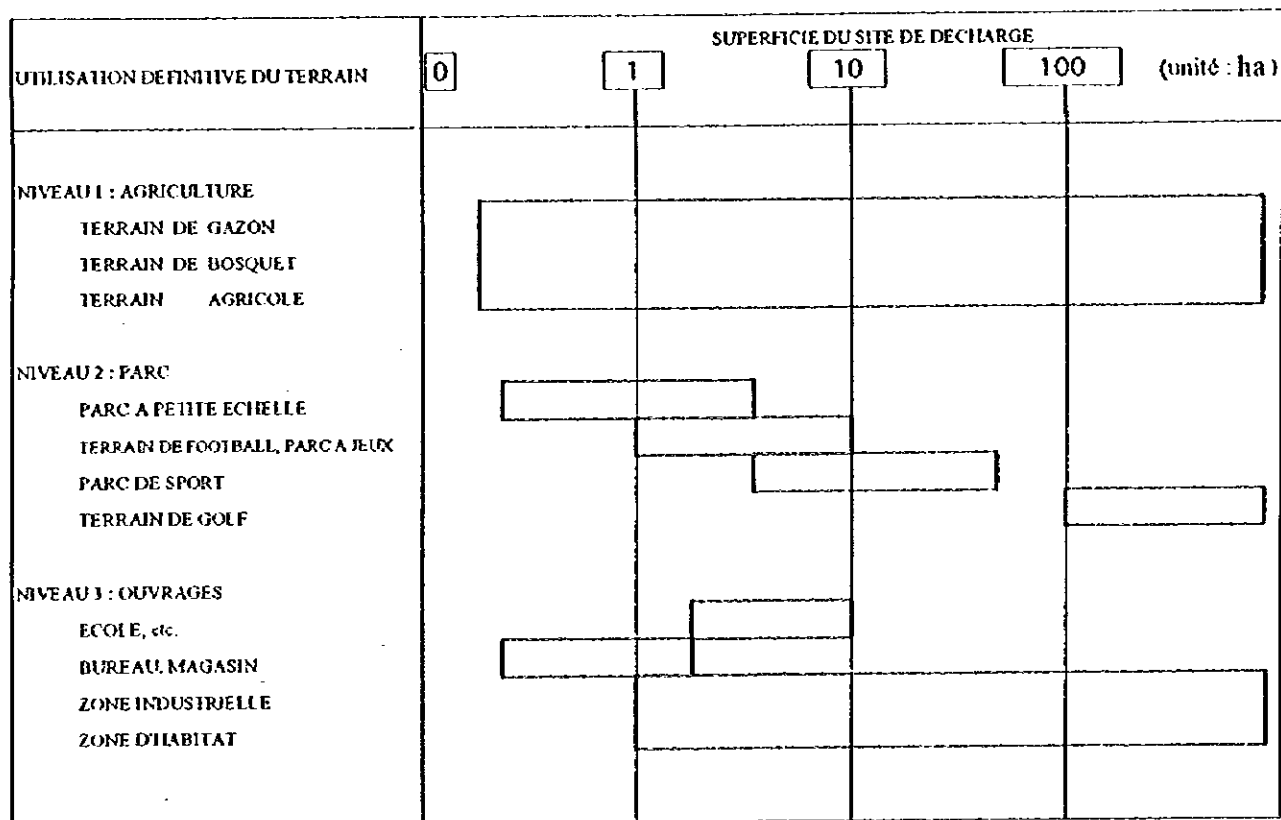
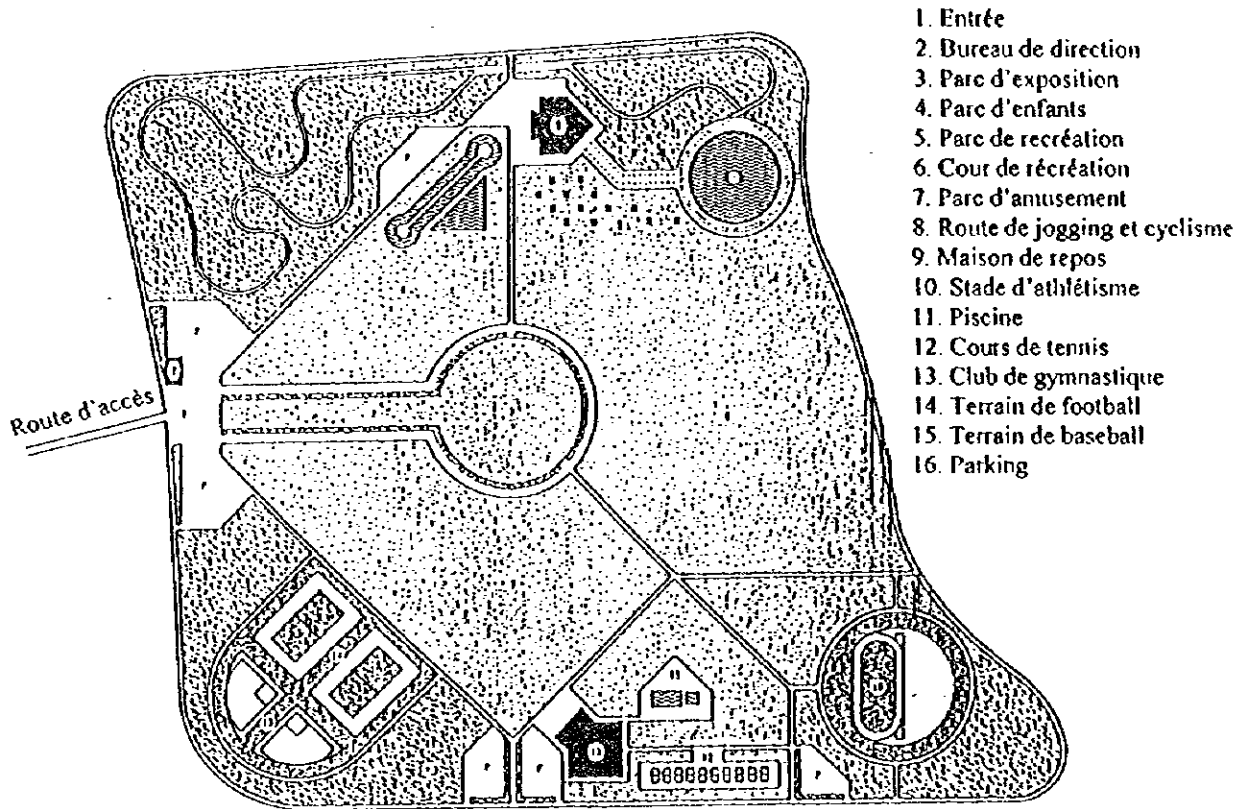


FIG. B.5.1-1

Superficie nécessaire pour les différentes utilisations définitives de terrains



1. Entrée
2. Bureau de direction
3. Parc d'exposition
4. Parc d'enfants
5. Parc de récréation
6. Cour de récréation
7. Parc d'amusement
8. Route de jogging et cyclisme
9. Maison de repos
10. Stade d'athlétisme
11. Piscine
12. Cours de tennis
13. Club de gymnastique
14. Terrain de football
15. Terrain de baseball
16. Parking

Echelle



FIG. B.5.1-2

Plan d'utilisation finale du terrain (exemple)

5.1.3 Mesures pour la stabilisation du site

En général, les phénomènes suivants sont constatés pendant une longue période après l'achèvement du travail d'enfouissement des déchets sur le site.

- le tassement du sol (environ 5 années après l'achèvement de la décharge en fouille)
- la production des gaz (15 années ou plus après l'achèvement de la décharge en fouille)
- la production des lixiviats

Les phénomènes susmentionnés peuvent parfois représenter un obstacle pour l'utilisation finale du terrain. Par conséquent, pour la stabilisation du site et afin d'obtenir une utilisation finale efficace, il est recommandé d'installer les équipements suivants, en fonction des niveaux d'utilisation choisis pour les terrains:

- les installations pour l'écoulement des eaux de pluie
- les installations pour la suppression des gaz
- les installations pour le traitement des lixiviats

La période de stabilisation de la décharge publique après l'achèvement de la décharge dépend de la hauteur des déchets accumulés, de la quantité et des types de déchets, de la quantité et de l'épaisseur du sol de couverture, ainsi que de la méthode d'enfouissement, des caractéristiques géologiques du site, etc. Il faut donc surveiller la stabilisation du site.

5.2 Fermeture du site

A titre de mesures préventives d'impact sur l'environnement et afin d'accélérer la stabilisation du site pour son usage final, les installations et mesures suivantes doivent être envisagées lors de la clôture du site.

- la terre de couverture finale (l'épaisseur est 1.0 m) doit être installée en haut et en bordure de pente des déchets enfouis
- une clôture sera installée autour du site pour contrôler les accès;
- une pente modérée doit être formée en surface au-dessus des déchets enfouis sous la terre de couverture afin de permettre l'évacuation régulière des eaux de pluie et de diminuer la quantité du lixiviat produit.
- l'écoulement des eaux d'écoulement doit être équipé (si ceci n'existe pas) et/ou réarrangé autour du site achevé pour empêcher les eaux de pluie de se verser dans le site (pour réduire la production du lixiviat).
- la végétation est recommandée sur la terre de couverture pour maintenir le sol.
- les installations préventives de l'environnement (s'il y a lieu) comme par exemple les conduites pour la collecte des lixiviats, les installations pour la suppression des gaz, et les installations de traitement du lixiviat, doivent être installées et/ou fonctionner sans interruption pour atteindre un bon niveau de stabilité.
- le contrôle de l'environnement doit être fait sans interruption pour vérifier des points

comme l'affaissement des terrains, les gaz générés, le qualité et la quantité des lixiviats. Si des gaz sont générés, la quantité de méthane généré après fermeture doit être insuffisante pour la combustion naturelle.

Avant la mise en oeuvre de la fermeture du site, il est recommandé d'assurer l'étude topographique (échelle 1/2,500 à 1/5,000) pour aider à la planification de fermeture du site.