



## Documents & Reports

Home > Documents & Reports > Report Details

### Lebanon - Environment and Solid Waste Management Project : etude d ' impact sur l ' environnement

Document Type: Environmental Assessment

The main objectives of the project are to: 1) eliminate hazardous and unsightly dumping of solid-waste; 2) improve methods of waste collection and disposal; 3) improve cost recovery and modernize municipal accounting systems; 4) improve the quality and marketability of compost, through the introduction of sorting of the waste at the entrance to the compost plant; and 5) increase the involvement of the private sector in solid waste management. The project has four components: 1) collection equipment; 2) landfill civil works; 3) waste disposal facilities; and 4) technical assistance including a coastal zone management plan. This study analyzes the environmental impacts of compost plants at Saida and Zahle and the Ammrousiyeh complex. The study finds that, despite its advantages, the composting plant may have negative impacts including: 1) the change in land use at the selected site from agricultural to a waste disposal site; and 2) the nuisance to the local population, including noise, and air pollution due to increased traffic and plant operations. In the study, it is recommended that the Amrousiyeh complex not be expanded and study results are presented on hospital and industrial wastes.

**Keywords:** Air pollution; Capital investments; Coastal zone management; Composts; Environmental impact assessment; Hazardous waste disposal; Hospitals; Industrial wastes; Land use; Landfills; Noise pollution; Nongovernmental organizations; Private sector; Solid waste management; Technical assistance; Traffic; Waste disposal; Waste recovery; Wastes

**Document Date:** 1995/02/28  
**Author or Sender:** LIBANCONSULT  
 Ingenieurs Conseils  
**Document Type:** Environmental Assessment  
**Report No:** E72  
**Collection Title:** World Development Sources, WDS 1997-2  
**Volume Title:** Final report : etude d ' impact sur l ' environnement de l ' usine de compostage de Saida  
**Volume No:** 4  
**Country, Region or Area:** Lebanon  
**Region:** Middle East and North Africa  
**Sector:** Environment  
**Sub-Sector:** Pollution Control / Waste Management  
**Project Name/ID:** LB-Solid Waste/Environment -- P005345  
**Credit No:** n/a  
**Loan No:** 3899  
**Trust Fund No/Name:** n/a  
**Date Stored:** 2000/02/24

#### Document Download

Use the free [Adobe Acrobat Reader](#) to view pdf files.

PDF 148 pages - 10.36 MB (approx.)  
 Text

#### How to Order?

► See documents related to this project

République Libanaise  
 Bureau du Ministre d'Etat pour la Réforme Administrative  
 Centre des Projets et des Etudes sur le Secteur Public  
 (C.P.E.S.P.)

[Documents Home](#) | [Advanced Search](#) | [Browse](#) | [Help](#)



[Contact Us](#) | [Help/FAQ](#) | [Index](#) | [Search](#) | [Home](#)

© 2001 The World Bank Group, All Rights Reserved. [Terms and Conditions](#). [Privacy Policy](#)





- Public meetings.  
[twentyr ol' industridl ,n< r%.  
- livenior,y ni hsilil'.p:rm '5s'is.

The geo-political situation  
Lebanon has a unique environment; dramatic changes occur in topography, climate, temperature, rainfall and surface water runoff. The country has a complex geology, hydrogeology and soil structure. These environmental conditions create both opportunities for innovative solid waste management solutions as well as obstacles to improvement. Man-made conditions such as the existing road and rail systems, utilities, existing and proposed land use, historical and archeological sites were also investigated in that these factors play a significant role in the evaluation of alternatives.  
The government of Lebanon, since its independence in 1943, has been subject to several political instabilities.

The loss of effective public services, unrestricted access to transportation networks, and political stability have contributed to serious deficiencies in solid waste collection and disposal practices. The country is littered with solid waste, and disposal practices have a tremendous environmental impact and a presumed public health impact. Vector contact with standing refuse at both the collection points and the disposal sites, air pollution from open burning, surface and groundwater pollution from dirt refuse contact and refuse leachates, and feeding of animals with raw sewage, are among the most significant adverse practices. These result from serious deficiencies in equipment, financial support, personnel and organizational arrangements. These conditions are allowed to continue. They will be a major obstacle to implementation of the solid waste management program.  
Both central and local officials have an acute awareness of environmental problems; municipal administration means for solution. However, the trend not to believe in the environmental can sustain the effort to implement a long-range plan.

It is then assumed that the most important role of the national government is to review and strengthen the spirit of Lebanon as a nation, and that the National Emergency Revert Program (Yverin= the Environmental Impact Assessment study, which responds to the current vital conditions.  
In this context, the critical priorities (as listed in the report) are: environmental, economic, social, health and safety, and the development of the national infrastructure. The main reasons for this choice are:  
- The existence of close-by agricultural lands, which makes it economically and technically beneficial for the compost to be utilized in agriculture (the compost produced increases the retention capacity and diminishes the need for irrigation).  
- The high proportion of organic matter and high moisture content found in the municipal wastes, which enhance the advantages of composting over incineration.  
- The reduction of the land requirements necessary for waste disposal, and the elimination of uncontrolled dumping.  
- The safeguard of the environment through the avoidance of such nuisance as odors, aesthetic aspect, water table pollution, insect propagation, and epidemic risks.  
- The sorting of recuperable material, namely plastic, metal, aluminum cans, and glass, that is susceptible of encouraging recycling activities.  
- The sorting of non-recuperable material, which is intended to include a composting plant, a maximum capacity of 200 tons daily. It is intended to include a shredder, a refuse reception facility, a mechanical feeder of the processing plant, a physical treatment consisting mainly of a primary, shredder and a primary screening, a

#### Major findings

Composting plants at Zahle and Saïda  
The composting plant was deemed to be the best technology to remedy for the solid waste disposal problem of Zahle, since it answers an overall regional problem. The main reasons for this choice are:

- The existence of close-by agricultural lands, which makes it economically and technically beneficial for the compost to be utilized in agriculture (the compost produced increases the retention capacity and diminishes the need for irrigation).
- The high proportion of organic matter and high moisture content found in the municipal wastes, which enhance the advantages of composting over incineration.
- The reduction of the land requirements necessary for waste disposal, and the elimination of uncontrolled dumping.
- The safeguard of the environment through the avoidance of such nuisance as odors, aesthetic aspect, water table pollution, insect propagation, and epidemic risks.
- The sorting of recuperable material, namely plastic, metal, aluminum cans, and glass, that is susceptible of encouraging recycling activities.
- The sorting of non-recuperable material, which is intended to include a composting plant, a maximum capacity of 200 tons daily. It is intended to include a shredder, a refuse reception facility, a mechanical feeder of the processing plant, a physical treatment consisting mainly of a primary, shredder and a primary screening, a

biological treatment consisting of accelerated fermentation and maturation, and a composting relying utility.

Despite its several advantages, the establishment of a composting plant has a few relative impacts on its surroundings. Those, though unbalanced in overall advantages, are worth noting.

- The significant impact is the land requirement due to the fact that the agricultural lands for the plant are implemented in the Pico de las Nubes area.
- The potential nuisance to the local population: this includes essentially:
  - 1) Fertilizer pollution: this is due to the fact that the fertilizer used in the plant is of the chemical type.
  - 2) Noise: this is due to the fact that the trucks used to transport the waste to the plant generate noise.

- (2) odor resulting from the arrival of the waste on site and from the fermentation of the product waste;
- (3) dust resulting from the circulation of the trucks on non-paved roads within the boundaries of the plant;
- (4) the scattering of the refuse upon arrival in the truck;
- (5) increase in circulation and deterioration of the roads.

It is important to mention that the effect of the composting plant on the surface water, the groundwater, the site morphology, the fauna and flora, the climate, the tourist attractions, the archaeological sites, and the presence of utilities, is negligible. This is mainly due to the appropriateness of the site location.

Mitigation measures relative to the above mentioned negative impacts were identified and a management plan for the development and application of these measures was well established. These measures are based on past experience both in Lebanon and abroad.

Accordingly, all non constructed areas will be covered with lawn, and the whole plant surrounded by trees to preserve the natural aspect of the region. All circulation areas will have a high quality grade and sub-grade capable of withstanding a frequent traffic of heavy trucks and will be paved with washable anti-sliding material. The storage, fermentation and maturation areas are covered. These areas should be equipped with fire extinguishers, fire hydrants and a basin for water storage. The noise pollution will be minimized by implementing strong regulations for noise control and the equipment. The speed limitation of the trucks arriving and departing from the plant, and the establishment of fixed schedules for the operation of the plant. The odor and scattering of wastes problems will be reduced by placing a reception facility below ground level. As for the wastewater generated from the daily use of water, it will be treated in a septic tank of appropriate capacity.

It should be noted that important measures should be undertaken to ensure that the operation of the composting plant meets the standards and objectives, it was originally designed for. Essentially, the transformation of the waste into a useful product that can be marketed is used in agriculture. This can be achieved by ensuring that the quality of the compost is suitable for use in the agricultural lands. It is undertaken a successful marketing campaign to increase the awareness of the product and to encourage their retention using a product certified by the Ministry of Agriculture and the Ministry of Environment. The latter is concerned with the

project, namely the Ministry of the Environment, the Ministry of Agriculture, the Green Plan, the municipalities involved, and other non-governmental organizations. It is essential to point out that the composting plant should be complemented by a close-by sanitary landfill capable of handling all the refuse from the plant. The implementation of such a landfill is also desirable to handle the waste generated from the sorting and shredding facilities.

As for the overall cost of implementing and exploiting a composting plant in either Zahle or Saïda, it will be subdivided into its main two components, namely (1) the construction cost varying between \$0.5-1.2 to 14 million, and (2) the operation cost amounting to around \$0.5-1.2 per ton.

Extension of the incineration plant at Amrousih

Although the incineration seems to answer a regional need arising from the increased

amounts of waste generated, the extension of the Amrousih incinerator, in its actual condition - cannot be viewed as an environmentally sustained and sound solution. Indeed, the major cause of the present unsuccessful exploitation of the plant resides in the decrease of the "PCI" resulting mainly from the physical composition of the waste. The latter consists essentially of putrescible materials (5% to 16% of the weight) having a high water content (62 to 70%). Other important factors affect the plant: incineration of the waste, namely:

- The oven, originally designed for the incineration of wastes with high PCI (17% to 90%) and 2100 m<sup>3</sup>/kg, cannot operate efficiently under the present conditions. It is causing the generation of polluting plumes with high concentration of CO (greater than 0.45%) and organic material;
- Incomplete combustion;
- The necessity to live an increase in the PCI of the waste; the Commission will be able to meet this need.

In order to compensate for the decrease in the PCI, which is considered an important factor affecting combustion, mitigation measures have been undertaken to ensure adequate incineration; namely, increasing the waste fraction with high PCI, feeding the furnace after proper homogenization of the waste, and encouraging the population to avoid disposing of liquid waste in the waste bags. A selective sorting will ultimately be the key to controlling the PCI.

In conclusion,

- The Lebanese authorities should recognize, before any consideration towards the extension of the Amrousih incinerator or the installation of other incinerators, the major role played by such important factors as recycling, valorisation, reutilisation, and air-source reduction.
- \* Given the high water content of urban waste and the correspondingly small value of the PCI, it is highly recommended to:
- (1) remediate to the problem of inefficient incineration at Amrousih by increasing the PCI of the waste with the addition of highly calorific material, or by creating a composting plant in parallel with the incinerator to treat the highly putrescible materials.
- (2) discuss the incineration as a best means of waste disposal and run in parallel with the incinerator a strongly supported high PCI population with the help of the Ministry of the Environment and the Ministry of the Interior.

Etude d'Impact sur l'environnement de  
l'usine de compostage de Zahlé  
R,  
1

Avant-propos

Le gouvernement du Liban, par l'intermédiaire du Conseil du Développement et de la Reconstruction (CDR), a mis en place un programme multi-sectoriel pour la reconstruction et la réhabilitation de l'infrastructure du pays qui a été détruite par 17 ans de guerre. Afin de remédier à la dégradation des services publics et des zones côtières, le Liban est aujourd'hui engagé dans un "National Emergency Recovery Programme" (NERP) pour un montant de U.S.\$2.24 milliards. La Banque Mondiale, qui a contribué U.S.\$175 millions, vise principalement l'infrastructure, l'énergie, l'eau, les eaux usées, les déchets solides, et les télécommunications.

Pour aider le gouvernement à combler la faille existant dans le financement du NERP et encourager ses efforts à protéger l'environnement, nettoyer les zones côtières et fournir les méthodes convenables pour les services de collecte et traitement des déchets, la

Banque a augmenté sa contribution en finançant un nouveau projet pour la valorisation des déchets solides au Liban, et ce, au moyen d'usines de compostage, d'usines d'incinération et de déchets contrôlés. Le choix de type a considérer dépend de plusieurs facteurs techniques et financiers tels que la nature des déchets, la disponibilité et le prix du terrain dans la région, l'occupation du sol des régions environnantes, etc.

Ce nouveau projet de traitement des déchets au Liban, préparé pour le CDR par LibanConsult, s'étend sur trois volets principaux:

1) L'extension de l'usine d'incinération de Amroussieh.

2) La construction d'une usine de compostage à Saïda.

3) La construction d'une usine de compostage à Zahle.

Les objectifs de l'Etude d'impact sont d'assurer que les projets pris en considération sont environnementalement acceptables et applicables, que les effets potentiellement négatifs sont identifiés, et que des mesures d'atténuation sont incorporées dans l'étude du projet. Au cours de cette étude, différentes alternatives répondant aux objectifs du projet seront évaluées, et leurs risques environnementaux identifiés.

Les objectifs de développement contenus ou induits par les terngs de référence incluent:

- La prévention de la dégradation de l'environnement et la préservation des conditions naturelles;
- L'amélioration des conditions sanitaires du pays;

- Il -

La prise d'action pour la prévention et l'élimination de tous les facteurs qui pourraient directement ou indirectement affecter le développement socio-économique.

Ces objectifs ont été détaillés pour inclure:

- L'identification des structures actuelles, législative, administrative et politique;
- La description du projet et l'évaluation de sa convenance technique et économique;
- L'identification des conditions physiques, biologiques et socio-culturelles;
- L'évaluation des impacts du projet sur l'environnement;

\* L'analyse des alternatives;

- L'établissement des mesures d'atténuation, et si possible, la compensation des impacts négatifs sur l'environnement.

La méthodologie suivie dans cette étude est basée sur les directives opérationnelles de la Banque Mondiale (OD 4.01) datant de 1991. Elle consiste à:

- Entreprendre une révision exhaustive des études déjà faites concernant les déchets solides au Liban, telles que le "Master Plan for Solid Waste Management (1982)", le "Damage Assessment Report (1992)", et le "Inception Report and Preliminary Report of Sanitary Landfills (1994)".

- Observer l'état actuel des conditions des systèmes de collecte et de traitement (décharges sauvages) des déchets solides et identifier les impacts actuels sur l'environnement.

- Inspecter les sites actuels servant de décharges non contrôlées.

- Inspecter le site proposé pour l'implantation du projet en considération, avec la reconnaissance des facteurs relatifs au site (physiques, biologiques, et socio-culturels).

- Analyser les ordures des différentes régions concernées pour la détermination de leurs caractéristiques (composition, pourcentage d'humidité, PCI).

Tenter d'analyser les caractéristiques des fumées de l'usine d'incinération de Amroussieh ainsi que le pourcentage d'impuretés des machefers. Cependant, ces

???

analyses n'ont pu être entreprises malgré deux visites fixées auparavant avec le responsable de l'usine, et ce, à cause d'accidents ayant survenu au seul four opérationnel, le second étant en période d'entretien annuel.

- Entreprendre une enquête auprès des établissements hospitaliers dans les régions

concernées afin d'identifier la nature et la quantité des déchets hospitaliers, ainsi que les méthodes actuelles de rejet, et de présenter des recommandations pour trouver des solutions acceptables sur le plan de l'environnement. Il est à noter que cette enquête nécessite une coordination avec les organismes concernés tels que le Ministère de la Santé Publique et le Syndicat des Hôpitaux du Liban.

- Entreprendre une enquête auprès des petites, moyennes et grandes entreprises industrielles et commerciales, afin de recenser les déchets industriels et la méthode actuelle d'en disposer. Cette enquête nécessite une coordination avec les organismes concernés notamment la Chambre d'Industrie et du Commerce.
- Réaliser des entrevues avec les représentants locaux et gouvernementaux de la région concernée (tel que le président de la Municipalité de Saïda et du groupement des municipalités de Chouclifat M. Robert HANNA, le président de la Municipalité de Zahlé M. Joseph GHORRA et le vice - président M. Samir HRAOUI.
- Entreprendre des entrevues et réunions publiques avec les représentants des populations de la région concernée. En effet, une réunion publique a été entreprise avec la population concernée par l'usine de compostage de Saïda. Pour les autres régions, aucune réunion publique n'a pu être entreprise, suite à la demande du CDR désirant éviter les retombées politiques qui en résulteraient.
- Entreprendre un recensement de l'opinion publique de la population concernée, au moyen de questionnaires.

Cette étude pourrait être considérée comme un facteur essentiel en vue d'effectuer un choix judicieux de la nature, du système et des technologies relatifs aux projets proposés de valorisation des déchets solides. Elle porte sur l'accomplissement d'un objectif à long terme, celui de résoudre le problème majeur des déchets solides au Liban, tout en améliorant les conditions de l'environnement et celles de santé publique.

Cette étude peut être également considérée comme un premier pas et une base solides dans le domaine des déchets hospitaliers et industriels. Elle servira aussi à mettre en relief les études requises pour résoudre un problème qui devient de plus en plus critique, en tenant compte des législations concernant les pays de la méditerranée qui vont être imposées en 1996.

SOMMAIRE

Pages	
CHAPITRE PRELIMINAIRE .....	3
CHAPITRE I STRUCTURES LEGISLATIVES, ADMINISTRATIVES E POLITIQUES .....	3
CHAPITRE III DESCRIPTION DU PROJET .....	3
3.1. Oeuvres DU PROJET .....	3
32. Description r Procède DB Technologie RECOMMENDEE	
3.2.1. Pont-bascule .....	4
3.22. Fosse de réception .....	6
3.2.3. Alimentier mc .....	6
3.2.4. Mode de irakement physique .....	6
32-4.1. Réduction du volume par b g .....	7
3242. Triage primaire .....	7
3.2.5. Mode de irakement biologique .....	7
3-2.1. Fermentation .....	8
32.52 Maturation .....	8
3.2.6. Affinage dhi compos .....	8
3.3. CARACTERISTIQUES DU UEU DE LA REFFENTION .....	9
33.1. Dtlmination des paramètres .....	10
3.3. Considération sur l'écoulement dit compost .....	10
3-3.2. C/ nidkation .....	10
3.3.2.1 Co nsidmtSon .....	10
3.32.3. Considération ag..o.mique .....	11
332.4. Considération ag .....	11



Pages	T	ES
CHAPITRE VI ANALYSE DES ALTERNAT		47
6.1. CHOIX DELATECHNOLOGIED'ELIMINATIONOU DETR <sup>o</sup> IME<RIDS DECHETS	7	
63. CHI=IDF-AAARF--uAa. .... 4		
6-5. CROIX DE L'EXPLOXATION. .... 4		
6.6. DICHERS IDUSRELSERHOSPRAIERS ..		
CHAPITRE VU MESURES PREUES POUR PREVENIR,		
S-UPPRIMER, REDUIRE ET SI POSSIBLE COMPENSER		
LES CONSEQUENCES DOMMAGEABLE DU PROJET		
SUR L'ENVIRONNEMENT		
7.1. NATXZDmmeusPREVUE		
71.1. Proection de la valerr économique der espa.s		0
7.1. Inserion paysagere- objectifs de remuagement		51
7.1.3. Aménagement des aires de circdation, deterioration, de maturación et de sioclage.		51
7.1.3. Al		
7.1.32. Aihns dstoatagc. dc fcrmentacion ct de		52
7.1.4.1. Intcoeultre Ir bruit .		
7.1.42. Dòbourbagg. d E poe		3
7.1.43. Ddg cmcmt rd'o d crnusbada		53
7.1.4.4. Eppiflcmlen deis		
7.1.5. Protection des esaper elle		
7.1.6. Protection des eaux souterranes		
7.1.7. Meares concernant la stabilité des terra s.		55
7.1.8. Protection de lafane et delajlore.		5
7.1.9. Mesursrweapoer respecter les servitudes liées à laprésence des ortwages techniques		56
7.1.9.1. Camlution d'cam		
7.1.92 Instalaton de circuits dquc s		
7.1.93. Instalbdon dc cibles P.T.T.		
7.2. Roz.sandAonorsongcionra		
7.3. ESIMAMON DES COUS DES MESRI COMPEIILIRESO R .		
Pages		
CHAPITRE VIII GESTION ET FORMATION ENVIRONNEMENTALES		59
8.1. FORMAMON DL PEOPNNEL		61
8.2. INFORM'ncn DE LA POPULATION		
CHAPITRE IX CONTROLE ET SURVEILLANCE		63
9.1. Cc uscie u D.U.E.el S		
92. SURVEILLANCE ER PROTECION DE LACCES A LUSINE		
93. CONTROLE DES DECHETS - GESNON DUPONT-BASCULE		664
9.4. EXPLOITAIION DE L'USINE		64
9-5- ICDE		73
9.6. ENTETENEN DES CAMI ONS-3ENNES		
9.7- ENTRENEN DE L.USINE		74
9.8. ENTRENEN DES JARDINS ET PROPRIETE ODS VOIRIES		
CHAPITRE X PARTICIPATION DU PUBLIC ET DES ORGANISATIONS		74
GOVERNEMENTALES ET NON GOVERNEMENTALES		75
10.1. PREPITSJON DELA REUNION		75
102. LIEU DELAREUNION		
103. TENDEDE LA REUNION		76
10.4. IMPACTDELA REUNION		77
CHAPITRE XI LES DECIETS INDUSTRIELS		78
11.1. Demhmon		75

Pages

11.2. CLASSEMENT DES DECHETS INDUSTRIELS ..... 79

11.2.1. Catégories ..... 79

11.2.2. Origines ..... 79

11.3. ENQUÊTES SUR LES ÉTABLISSEMENTS INDUSTRIELS ..... 80

11.4. UN CAS PARTICULIER: LE TRAITEMENT DES PNEUS ..... 81

11.4.1. Décharge à l'air libre ..... 82

11.4.2. Fond de décharge ..... 82

11.4.3. Incinération ..... 83

11.4.4. Cryogénie et broyage ..... 83

11.4.5. Fonte ..... 83

11.4.6. Déchargeage ..... 83

11.4.7. Réchifs artificiels ..... 84

11.5. LE RECYCLAGE ..... 84

CHAPITRE X LES DECHETS HOSPITALIERS ..... 86

12.1. DÉFINITION DES DECHETS HOSPITALIERS ..... 86

12.1.1 - Déchets domestiques ..... 86

12.1.2 - Déchets spécifiques hospitaliers ..... 86

12.1.3 - Déchets à risques ..... 87

12.2. ENQUÊTES SUR LES DECHETS HOSPITALIERS ..... 87

12.3. ÉVALUATION DES DECHETS HOSPITALIERS ..... 89

12.4. NOUVELLES TECHNIQUES DE SÉLECTION ..... 90

12.5. ÉVALUATION DES CONTENEURS ..... 90

12.6. COMPTON I DES CIRCOM DELIMITATION ..... 91

CHAPITRE XIII CONCLUSIONS ..... 91

\* BIBLIOGRAPHIE ..... 91

Pages

11.2. CLASSEMENT DES DECHETS INDUSTRIELS ..... 79

11.2.1. Catégories ..... 79

11.2.2. Origines ..... 79

11.3. ENQUÊTES SUR LES ÉTABLISSEMENTS INDUSTRIELS ..... 80

11.4. UN CAS PARTICULIER: LE TRAITEMENT DES PNEUS ..... 81

11.4.1. Décharge à l'air libre ..... 82

11.4.2. Fond de décharge ..... 82

11.4.3. Incinération ..... 83

11.4.4. Cryogénie et broyage ..... 83

11.4.5. Fonte ..... 83

11.4.6. Déchargeage ..... 83

11.4.7. Réchifs artificiels ..... 84

11.5. LE RECYCLAGE ..... 84

CHAPITRE XII LES DECHETS HOSPITALIERS ..... 86

12.1. DÉFINITION DES DECHETS HOSPITALIERS ..... 86

12.1.1 - Déchets domestiques ..... 86

12.1.2 - Déchets spécifiques hospitaliers ..... 86

12.1.3 - Déchets à risques ..... 87

12.2. ENQUÊTES SUR LES DECHETS HOSPITALIERS ..... 87

12.3. ÉVALUATION DES DECHETS HOSPITALIERS ..... 88

12.4. NOUVELLES TECHNIQUES DE SÉLECTION ..... 90

12.5. ÉVALUATION DES CONTENEURS ..... 91

12.6. COMPTON I DES CIRCOM DELIMITATION ..... 91

CHAPITRE XIII CONCLUSIONS ..... 91

\* BIBLIOGRAPHIE ..... 91

Pages

ANNEXE A QUESTIONNAIRES POUR LES ENQUETES . . . . . PS. . . . . 99

ANNEXE B ANNONCE DANS LES JOURNAUX . . . . . 100

ANNEXE C RESULTATS DES ENQUETES SUR LES DECHETS INDUSTRIELS . . . . . 100

ANNEXE D RECAPITULATION DES MESURES COMPENSATOIRES ET  
DU PLAN DE GESTION ENVIRONNEMENTAL . . . . . 1

CHAPITRE I  
PRELIMINAIRE

Les déchets portent atteinte au sol, à la flore et la faune, dégradent les sites et les paysages, polluent l'air et les eaux, engendrent des bruits et des odeurs et, d'une façon générale, nuisent à la santé de l'homme et à l'environnement. Ils peuvent se présenter sous la forme d'effluents liquides, gazeux ou sous des formes solides, et proviennent tous de l'activité humaine. Ce projet ne prend en compte que les déchets solides qui peuvent être classés en trois catégories:

- t les ordures ménagères
- \* les déchets industriels
- les déchets hospitaliers

Actuellement, il n'existe auprès des organismes gouvernementaux ou locaux aucun renseignement chiffré s'étalant sur une ou plusieurs années, sur la composition des déchets ni sur leur nature, tant en quantité que degré de nuisance. En effet, hormis quelques circuits de ramassage des ordures ménagères organisés par les grandes villes du Liban, la tendance est orientée vers une évacuation, de préférence chez le voisin, de ses propres déchets, quels qu'ils soient, sans se préoccuper des atteintes à l'environnement. Des données, mesures et analyses doivent être effectuées et établies afin de renseigner les autorités sur la pollution solide engendrée par l'activité humaine. La législation existante sur les déchets sera examinée et les grandes lignes directrices de lois nouvelles pour la protection de l'environnement devraient être envisagées. Dans ce même esprit, une politique de sensibilisation devra être pensée, préparée et développée ciblant toute la population, et ce par divers moyens: presse, affiches, audiovisuel, et apprentissage à l'école.

CHAPITRE II  
STRUCTURES LEGISLATIVES, ADMINISTRATIVES ET  
POIMOUES

Dans le cadre de l'environnement, le Liban dispose d'un ministère de l'environnement créé en 1988 par le décret-loi No. 216. Mis en veilleuse durant quelques années, ce ministère a pu réparer en 1992. De structure embryonnaire au début, il tend à se développer pour prendre ses responsabilités, en particulier dans le domaine du traitement des déchets solides.

En parallèle, le Ministère de l'Intérieur et le Ministère des Municipalités tentent de s'imposer, quoique sporadiquement, en disposant de quelques législations telles que celle émise par le Ministère de l'Intérieur et portant sur l'usage de sacs en plastique pour la collecte des déchets (législation No. 425/1 datée au 8 Septembre 1971). En général cependant, les législations libanaises touchant le domaine des déchets solides sont très rares, et celles existantes ne sont pas fréquemment appliquées ou strictement imposées. Il est évident que cette absence de véritable pouvoir politique va à l'encontre d'une confiance réelle de la population et d'une prise de conscience responsable à l'égard des problèmes de l'environnement. En effet, une campagne de sensibilisation auprès des habitants et des responsables des municipalités concernées par les projets de traitement des ordures ménagères a soulevé maintes difficultés concernant l'expropriation des terrains, les nuisances ressortant du choix du site, ainsi que les aspects politiques. Ceci ne fait que mettre l'accent sur le syndrome "Not In My Backyard" (ou NIMBY) qui reste un problème

international.

-2-

### CHAPITRE III

#### DESCRIPTION DU PROJET

Les déchets solides ménagers collectés dans le caza de Zahlé devront être traités dans les conditions qui sont les plus favorables aux conditions géographiques, agricoles, industrielles et environnementales de la ville de Zahlé et de son Caza.

Il est clair que la décharge contrôlée constitue un des premiers modes de traitement conformes aux normes exigées pour une solution répondant aux critères sanitaires de l'environnement. Cette solution a été au départ retenue et le terrain correspondant devait être affecté à cet objet.

Le 2ème mode de traitement à envisager pour l'agglomération de Zahlé et son Caza est le compostage. En effet, la création d'une telle usine réduit d'une façon importante les surfaces allouées au traitement des ordures, contribue par le compost produit à l'amélioration de la qualité des terrains existants par l'adjonction de l'amendement de terres préférentiel, et permet un investissement et un coût de gestion de l'usine à des niveaux compatibles avec les moyens dont dispose la municipalité dans le futur.

Quant à l'usine d'incinération qui constitue la 3ème solution, elle a été écartée, d'une part à cause des coûts élevés d'investissement et d'exploitation, et d'autre part à cause de la qualité des ordures, de leur taux d'humidité et de leur pouvoir calorifique inférieur qui ne se prêtent pas à ce mode de traitement.

Il est évident que l'emplacement du site devrait répondre à des critères d'environnement eu égard à l'une quelconque des solutions envisageables.

La présente étude portera sur la création d'une usine de compostage dans la région de Zahlé et traite essentiellement une étude d'impact relative à un tel projet.

-3-

#### 3.1 Objectifs du projet

Dans la perspective prédominante portant sur la nécessité de traiter l'ensemble des déchets solides collectés, notre mission actuelle couvre le traitement des déchets solides ménagers, la caractérisation et la quantification des autres déchets, ainsi que les propositions de recommandations générales concernant leur traitement.

Dans ce contexte, une usine de compostage a été sélectionnée comme meilleure technique pour le traitement des déchets ménagers desservant la région de la Békaa.

L'établissement d'une telle usine de compostage à Zahlé permettrait:

- \* La valorisation des déchets organiques putrescibles sous une forme d'engrais de haute qualité utilisée en agriculture -
- \* La sauvegarde de l'environnement en veillant à la réduction des nuisances telles que les odeurs, l'aspect, les risques épidémiques, la pollution de la nappe phréatique et la prolifération des insectes.
- \* La réduction de la superficie allouée au traitement des déchets et l'élimination des déchets sauvages.

En outre, une telle usine permettrait de bénéficier du triage des matières récupérables, notamment le plastique, le métal et le verre.

#### 3.2. Description du procédé et de la technologie recommandée

La filière de traitement de l'usine de compostage, conçue pour une capacité de 200 tonnes de refus municipaux par jour comprend la réception avec un pont-bascule et une fosse de réception, le traitement physique, le traitement biologique et l'affinage de compost.

##### 3.2.1. Pont-bascule

Cet élément est essentiel pour la gestion de l'usine. Il assure le passage des bennes de collecte acheminant les ordures ménagères à l'usine, ainsi que le compost, les ferrailles et les divers produits valorisés et récupérables. La forme du pont-bascule sera de l'ordre de 40 tonnes.

Le pont-bascule, avec appareil de lecture, doit être placé à l'entrée des installations, dans un bâtiment bien abrité. Les conducteurs de bennes seront munis de cartes magnétiques indiquant le numéro d'identification du camion-benne, la date et l'heure d'arrivée, la provenance des ordures, le poids du camion à l'arrivée et la tare. Ainsi, le pont-bascule, qui doit délivrer des tickets imprimés portant toutes les indications sus-mentionnées, permettra d'optimiser le plan de gestion de toute l'usine de compostage et, partant de là, répartir les frais de gestion et d'exploitation, au prorata du tonnage traité, entre les différentes municipalités y acheminant leurs déchets. Le pesage de tout ce qui entre dans l'usine ou en sort pènera également un concrète efficace de l'exploitation.

3.2.2 Fosse de réception  
Destinée à recevoir les ordures brutes lors du déchargement des bennes, la fosse de réception doit permettre un accès aisé aux véhicules et tenir compte de la fréquence de passage des camions de collecte. La fosse sera construite en dépression et couverte. Pour faire face aux à-coups de l'exploitation, le volume de la fosse doit être tel qu'il doive pouvoir stocker 1 à 1.5 fois le tonnage du jour le plus chargé. Une fosse de stockage d'une hauteur de 6m et d'un volume de 750 m<sup>3</sup> serait suffisante pour assurer cet objectif. Pour extraire les ordures ménagères de la fosse, un pont roulant se vidant dans un alimentateur mécanique sera employé.

3.2.3. Alimenteur mécanique  
Cette unité de traitement consiste en une fosse en acier de section trapézoïdale équipée d'un fond à palettes d'acier à débit réglable fonctionnant automatiquement. Le dimensionnement de cet élément est déterminé par:  
 \* le tonnage horaire nécessaire à l'alimentation de la filière de traitement  
 \* les dimensions de la fosse de stockage permettant à un grappin spécifique de fonctionner adéquatement dans les limites de vitesses requises  
 \* la durée moyenne du cycle de chargement  
 Nous préférons un tri manuel pourrait être envisagé à l'amont des équipements de broyage dans le cas d'une faisabilité économique positive d'une telle option.

3.2.4. Bmode de traitement physique  
Le mode de traitement décrit ci-dessus représente une filière simple bien reconnue. D'autres variantes à cette filière peuvent être envisagées. Ce particulier des criblages successifs, un tri, etc.  
 L'équipement proposé consiste en un broyage, réalisé soit par un broyeur à vitesse lente soit par un tambour, précédé éventuellement par un triage manuel et suivi d'un triage mécanique. Les caractéristiques du criblé dépendent du résultat recherché.  
 La conception de l'usine proposée est basée sur le critère sus-mentionné et doit prendre en considération la possibilité de développements futurs, comme:  
 \* adapter laproduction et la qualité du compost en fonction du tonnage traité et des marches potentiels, en modifiant les dimensions du tamis.  
 \* recevoir une quantité de déchets municipaux correspondant à la capacité nominale mais toujours dans la limite économique d'opération.  
 Le traitement physique constitue la phase préliminaire précédant le traitement biologique ou fermentation. Les étapes considérées dans la filière de traitement physiques sont  
 3.2.4.1 Réduction du volume par broyage:  
 Il doit être signalé que dû à la forte humidité des ordures du Liban (supérieure à 60%). il est déconseillé d'utiliser, pour cette opération, des machines tournant à vitesses élevées.

L'élément de broyage peut être constitué de:  
 \* Un ou plusieurs broyeurs ou déchiqueteurs, tournant à faible vitesse, ou tambours assurant la réduction des ordures.  
 \* Le convoyeur de recueil permettant la décharge des déchets broyés. Les déchets pulvérisés sont éjectés vers le convoyeur d'évacuation qui est muni d'une hotte

menant à une cheminée, et sont évacués avec les matières concassées. La partie supérieure de la cheminée est couverte d'une grille étroite équipée d'un dispositif de pulvérisation d'eau servant à faire retomber la poussière et les éléments I ICLIS. Il est important de noter que le capotage des broyeurs est nécessaire en tout temps. Pour les ordures brutes, ce capotage doit être largement dimensionné; pour les ordures broyées et le compost, la hauteur libre au-dessus de la bande chargée ne doit jamais

-6-

être inférieure à 0.20m. Les éléments constituant le du capotage doivent permettre un démontage rapide et facile, ce qui nécessite l'installation d'une passerelle latérale de visserie sur toute sa longueur.

Un séparateur magnétique situé au-dessus du convoyeur alimentant le compost tamisé.

\* Une presse hydraulique dont la fonction consiste à réduire le volume des métaux triés.

### 3.2.4.2 Triage primaire

Cette opération vise à séparer les déchets pulvérisés en deux produits distincts:

\* Le produit passant à travers le tamis défini par son diamètre d'ouverture. Ces produits tiés sont riches en matières organiques et en cellulose, constituant ainsi la partie fermentescible utilisée pour la fabrication du compost.

\* Les produits n'ayant pas été séparés par le tamis. Ces produits sont riches en matières légères, telles que papier, plastique, etc. Ces matières peuvent présenter quelque intérêt sur le plan énergétique quand elles sont utilisées pour alimenter les incinérateurs. Sinon, elles seront envoyées vers une aire de décharge.

### 3.2.5. Mode de traitement biologique

Le compostage est un procédé de transformation effectué par des microorganismes qui se multiplient dans un environnement aéré- en transformant les matières organiques. Cette activité microbiologique provoque une augmentation spontanée de la température qui tue les microbes pathogènes au bout d'un contact d'au moins 4 jours à 60°C.

La fermentation aérobie pourrait être considérée comme une respiration. En effet, il y a:

\* Absorption d'oxygène avec rejet de gaz carbonique.

\* Métabolisation de carbone et d'azote avec élimination de déchets

\* Production intense de chaleur

-7-

Durant l'augmentation de chaleur, les espèces mesophiles disparaissent presque complètement pour réapparaître durant la phase de croissance thermique.

Les produits résultant de la fermentation, appelés compost, contiennent des matières carboniques, de l'azote, du phosphore, du potassium et divers oligo-éléments favorisant la croissance des plantes.

### 3.2.5.1 Fermentation

Le mode de fermentation le plus efficace est celui de la fermentation accélérée. Elle pourra se dérouler dans des tours verticales à étages, à compartiments, ou dans des silos abrités. Le nombre et la disposition des étages et/ou des-silos dépendent de l'importance et de la qualité du produit à traiter ainsi que de la qualité du compost désiré.

Lors de l'achèvement de la fermentation accélérée, la perte totale de poids (due à l'évaporation de l'eau de constitution et l'oxygénation des matières organiques) est d'environ 20 % en fonction de la quantité d'humidité et de matières organiques présentes dans les déchets arrivant à l'usine.

Il est à signaler que le dégagement d'odeurs nauséabondes qui n'est pas à exclure durant la fermentation des déchets n'aurait un impact négatif que dans le cas où la fermentation aurait lieu sous des conditions anaérobies de longue durée. Dans ce cas toutefois, étant donné que la fermentation doit se dérouler dans des conditions bien contrôlées, la dissipation d'odeurs nauséabondes ne devrait qu'être accidentelle.

En tout état de cause, il est souhaitable qu'un système de traitement des odeurs (ex. filtre



1/ I.-  
 I t.t. I  
 I I  
 1 - - - - - «Y  
 I t, z  
 O  
 C 0  
 9  
 O  
 e  
 oe  
 r  
 \*

3.2.6. Affinage du compost

Les produits ayant passé les cycles de fermentation contiennent en plus du compost, des matières inertes de petites dimensions telles que gravier, verre, bois, plastique et de rares éléments métalliques.

Afin de satisfaire aux exigences de qualité du compost, ces matières inertes doivent être séparées du compost offrant ainsi un produit propre, plus fin (diamètre d'environ 12mm).

Bien que l'affinage du produit se fasse, d'une façon classique, par criblage, celui-ci est devenu aujourd'hui insuffisant et une phase complémentaire d'épuration destinée à enlever le verre et les plastiques légers ainsi que d'autres impuretés est à envisager.

La chaîne de raffinage pourra comprendre donc  
 \* Un crible tournant ou trommel à la maille de 20mm qui trie tous les matériaux au-dessous de cette dimension afin de produire un compost homogène. D est à noter qu'un criblage à la maille de 20mm nécessite environ 1h2 de surface criblante pour un débit d'une tonne par heure. Il est souhaitable d'équiper les trommels de systèmes mécaniques permettant le nettoyage et le décolmatage en continu.

\* Un séparateur gravitaire à sec qui sert à éliminer les matières lourdes et inorganiques telles que les débris de plastiques (souvent vivement colorés, les morceaux de verre, les céramiques et les autres particules coupantes et/ou piquantes, ainsi que les particules métalliques). Cette unité de séparation gravitaire permet la production d'un compost de haute qualité facile à vendre et moins nocif à l'usage. Sa capacité est de l'ordre de 10 tonnes par heure.

En ce qui concerne les refus non récupérables, ils devront être déchargés dans un site choisi par la municipalité, tandis que les matières récupérables (métaux, etc.) pourront être vendues.

3.3. Caractéristiques du lieu de la réalisation  
 Tel qu'initialement prévu, usine de compostage sera construite dans la circonscription foncière de Hoch el Omar, Cam de Zahlé, Mohafzat de la Bekaa. Le site initialement sélectionné est indiqué sur les plans annexes.

-9-  
 Cependant, à l'heure actuelles de nombreux obstacles ont entravé le processus d'appropriation du terrain initialement choisi, ce qui a nécessité la sélection d'un autre site pour l'usine de compostage et la décharge qui y sera éventuellement adjointe. Comme ce site n'est pas encore définitif, la présente étude basée sur le site initialement choisi restera inchangée. Ceci est d'autant plus justifié que le nouveau site, situé à proximité de l'ancien, possède les mêmes caractéristiques sur tous les plans.

Ainsi, le site retenu pour rétablissement de usine de compostage est localisé dans une zone à caractère essentiellement rural, malgré la proximité de l'agglomération de Zablé qui a connu un véritable essor économique et industriel. De même, cette région a été le centre d'une poussée démographique due notamment au déplacement de la population vers Zablé et ses alentours, lors de la guerre qui a sévi au Liban jusqu'en 1990.

3.3.1. Délimitation des périmètres  
Géographiquement les aires de l'écoulement du compost produit à l'usine de compostage de Zablé se limiteraient comme suit  
Limites des agglomérations urbaines commençant à Zablé et suivant l'itinéraire.  
des circonscriptions foncières de Chtaura, Kab Elias, Maj Bar Elias, Aanjar, Farboul Rayack - Ferzol.

Ces périmètres représentent 15.000 ha environ.

3.3.2. Considération sur l'écoulement du compost ou à sa vulgarisation d'emploi dans l'environnement de Zablé se focalisent surtout sur les considérations suivantes.

3.3.2.1 Considération économique

Les coûts sont relativement modiques par rapport à la bonification espérée de la qualité physique des sols avec l'usage des composts.

Pour la Bekaa, l'usine est située au maximum à 15 km à la limite extrême du périmètre déterminé.

-10-

3.3.2.2 Considération socio-agraire

La zone de la Bekaa centrale étant très urbanisée et exploitée intensivement par l'élevage en stabulation, le cheptel animal est relativement peu important. Il est constitué par de Les exploitants agricoles soucieux d'apporter des amendements organiques à leur terre

doivent se les procurer dans la région de la Bekaa Nord, à une distance allant de 60 à 80 km là où l'élevage de troupeaux d'ovins est développé.

Le prix d'achat du fumier de bovin ou de caprin est de 5.000 L1. pour le sac de 70 kg, avec un taux d'humidité variant de 30 à 35%.

3.3.2.3. Considération agroéconomique

Le périmètre de Zablé est exploité intensivement dans la zone de la Bekaa à cause de l'urbanisation, où les exploitants sont poussés à valoriser au mieux leur sol compte tenu de leur forte valeur locative.

L'usage des engrais organiques étant un élément important de l'intensification culturale, l'emploi du compost rentrerait donc assez vite dans les habitudes des fermiers exploitants.

3.3.2.4. Considération agronomique

L'intensification culturale sans usage d'amendement organique à moyen et long terme dégrade le sol, surtout avec les reconductions périodiques et systématiques des cultures irriguées épuisantes et dégradantes sur la même parcelle. Un apport de fumier organique ou de compost tous les deux ans au moins sur toutes les cultures sarclées ou arboricoles restructurerait l'état physique des sols et apporterait des éléments nutritifs non négligeables.

3.3.2.5. Considération sur le système d'exploitation

Le système du faire valoir direct domine à 85% à la Bekaa.

Cette majorité d'exploitants étant aussi propriétaires des terres, elle aura tout intérêt à apporter des bonifications à ses propriétés par des apports périodiques d'amendements organiques.

- 11 -

3.4. Activités de pré-construction

Les activités précédant la construction comprennent principalement l'expropriation du terrain, sans toutefois nécessiter une relocation des habitants, puisque la région du site

potentiel est une région isolée vouée exclusivement à l'agriculture. Il est également important d'assurer la capacité de la route d'accès au site et de la consolider si besoin est. Tenant compte de la période requise pour faire les études préliminaires et finales de l'usine, le programme d'implantation de l'usine sera élaboré comme suit:

Phase	
Semaines	
- Etude préliminaire	4-6
- Revision	24
- Etude finale	6-9
- Revision et approbation	24
- Adjudication	2-4
- Construction	60-72
- Essais et Mise en service	6-12
Total	82 - 111

### 3.5. Activités de construction

Les travaux de génie civil engendrés par la construction de l'usine de compostage de Zahlé peuvent durer de 18 à 21 mois à partir de la date de prise en charge du contrat.

### 3.6. Validité du type de traitement choisi

#### 3.6.1. Qu'est-ce qu'une usine de compostage?

En Europe, les premiers essais de fermentation industrielle des ordures ménagères remontent à 1912. Dès lors, l'urbanisation galopante, le développement industriel et

-12-

l'amélioration du niveau de vie ont conduit à une production de déchets et immondices de plus en plus considérable. Les méthodes de compostage ont ainsi été perfectionnées et de nombreux procédés mis au point. Tous comportent deux phases principales: un traitement mécanique et la fermentation proprement dite, complétés par un affinage.

Les diverses techniques mises au point pour ce procédé (broyage, tri, fermentation, etc.) ont servi de point de départ pour un bon nombre de procédés modernes de valorisation.

#### 3.6.2. Rôles du compost dans le sol

##### 3.6.2.1 Rôle chimique

Avec les quantités convenues, des apports non négligeables d'éléments nutritifs majeurs (N, P, Kg Mg et des oligo-éléments) sont fournis aux sols lors de la décomposition du compost. Cette désagrégation est progressive et étalée sur des campagnes agricoles. La vitesse de restitution au sol des éléments fertilisants dépend de la chaleur, de l'humidité et de l'aération des terres recevant l'amendement organique.

De toute façon les risques de perles par lessivage avec les eaux de pluie ou d'irrigation des éléments facilement migrateurs, tel l'azote, sous forme de nitrate, sont nettement plus faibles que dans le cas de l'azote minéral contenu dans les fertilisants chimiques.

##### 3.6.2.2 Rôle biochimique

L'usage prolongé des engrais minéraux sans apports de matières organiques n'assure plus les rendements économiques espérés; ceux-ci se trouvent notablement améliorés par un apport de compost ou de fumier.

a) L'enrichissement de la flore microbienne favorise la nitrification des sels ammoniacaux et de l'urée disponibles dans le sol.

b) La réaction acide des composts aide dans une certaine mesure à la stabilité des phosphates monocalciques (assimilables par les plantes). Dans les sols calcaires et pauvres en matières organiques, ces phosphates se transforment vite en phosphates tricalciques non solubles dans l'eau et donc inaptes à jouer un rôle nutritif

-13S-

Il a été observé qu'un apport modéré de 20t/ha de compost tous les deux ans, et ceci à moyen terme, réduit de moitié les besoins réels des phosphates et de tiers les besoins des engrais potassiques dans le sol.

### 3.6.2.3 Rôle physique

a) Augmente le pouvoir de rétention des sols à l'eau. Le compost, en se désagréant, se transforme en des colloïdes humiques, qui sont fortement hydrophiles. Le gel humique dans la terre peut retenir environ quinze fois son poids d'eau.

b) Diminue le pouvoir de migration des éléments fertilisants en profondeur. Les colloïdes humiques issus de la décomposition du compost sont électro-négatifs. La plupart des éléments minéraux nutritifs, étant électro-positifs, se lient donc à l'humus, et sont freinés dans leur migration en profondeur avec les eaux des pluies ou d'irrigation.

c) Stabilise l'argile du sol, en l'empêchant de flocculer. L'état dispersé de l'argile est attribué, pour une grande part, au complexe organo-humique dans le sol. La forme dispersée du colloïde argileux le rend plus perméable à l'eau, et augmente donc sa vitesse d'infiltration sans porter préjudice à la capacité de rétention des terres.

Il est important de signaler, à ce stade, que l'application du compost ne doit pas être faite d'une façon non contrôlée ou non scientifique, et ce, pour éviter tout risque potentiel de contamination de la terre qui serait due à l'application de concentrations excessives de compost. Ainsi, la quantité, la concentration et la fréquence d'application du compost doivent être sérieusement étudiées en fonction de la nature de la terre et de l'agriculture. Il est généralement recommandé d'utiliser un mélange de compost et d'engrais.

### 3.6.3. Raisons sociales et environnementales

Le projet répond à un besoin régional En effet, la région de Zehlé produit une quantité croissante d'ordures ménagères.

A titre d'exemple, on a constaté que:

\* la région du caza de Zehlé affectée par l'usine de compostage compte 266 000 habitants

- 14-

\* la production moyenne d'ordures ménagères est estimée pour 1995 à 0.6 kg/habitant par jour, avec une tendance d'augmentation avec le niveau de vie.

\* la production totale d'ordures ménagères est de 266 000 \* 0.6 = 160 t/j en moyenne.

Actuellement, ces ordures sont disposées dans la décharge sauvage de Zehlé ainsi que dans des terrains vagues dans le caza. En effet, la ville de Zehlé et ses alentours se débarrassent de leurs ordures dans une zone située à proximité de la rivière Berdaouna, à environ 3 km au Sud-Ouest de la ville. D'autres décharges tout aussi sauvages sont localisées à Kab Elias et Chtaura. Il doit être signalé que la Municipalité dispose d'un Bulldozer pour ajuster les tas d'ordures et les compacter, mais aucune tentative n'a encore été envisagée pour couvrir régulièrement la décharge de terre.

Ces pratiques environnementalement inacceptables imposent des pressions intenses orientées-vers la recherche d'une nouvelle méthode de traitement adaptée tant à la nature et la composition des ordures qu'aux conditions régionales. Le traitement des ordures s'impose donc, pour une capacité d'au moins 2001/j, afin de tenir compte de l'augmentation de la quantité d'ordures due d'une part à une croissance démographique et d'autre part à une nette amélioration prévue du niveau de vie.

### 3.6.3.1 Distance des zones de collecte

Ce site est bien localisé par rapport aux zones de collecte et représente pratiquement le barycentre des différentes agglomérations desservies, permettant ainsi une collecte économique et effective des ordures ménagères.

### 3.6.3.2 Propriété du terrain

Bien que l'expropriation de ce terrain soit nécessaire à cause de l'absence de domaines publics offrant les mêmes avantages techniques pour la construction de l'usine, ceci ne pose pas de problème considérable, étant donné que le prix potentiel d'expropriation ne semble pas être particulièrement élevé (environ 5 \$/m<sup>2</sup>).

La surface requise pour le projet est de 54,000 m<sup>2</sup>, dont 20,000 m<sup>2</sup> pour l'usine de compostage et 34,000 m<sup>2</sup> pour la décharge contrôlée ayant une capacité telle qu'elle pourrait recevoir les refus de l'usine de compostage sur une durée de 10 ans. Il revient toutefois de signaler que les autorités municipales envisagent d'exproprier un terrain d'une

superficie totale de 100,000 m<sup>2</sup> afin de répondre à l'éventualité pouvant nécessiter une décharge immédiate sans recours au compostage. Dans le cadre d'une telle éventualité, et en se basant sur un coût unitaire moyen de 5 \$/M<sup>2</sup>, le coût total d'expropriation s'élèverait à 500,000 US\$.

### 3.6A. Raisons techniques

3.6.4.1. Choix du mode de traitement des ordures  
Les déchets urbains peuvent être traités suivant l'une des 4 méthodes suivantes:

- \* Compostage
- \* décharge contrôlée
- \* incinération
- \* traitement mixte

L'usine de compostage présente la solution convenable pour la région de Zahlé, et ce, pour les raisons suivantes:

1- Etant donné que les zones agricoles existantes dans la région à proximité du site en particulier et dans le mohafazat de la Békaa en général sont constituées principalement de cultures maraîchères, d'arbres fruitiers et de vignes, le compost serait utilisé dans l'agriculture et permettrait ainsi d'augmenter les rendements des récoltes. En effet, l'humus augmente la capacité de rétention en eau et diminue les besoins en irrigation. Cet usage du compost sera économiquement effectué et bénéficierait de la proximité des zones et de l'économie de transport.

2- Le compostage est une meilleure solution que l'incinération et de loin préférable à cette dernière, compte tenu de la grande proportion de matières organiques dans les ordures ménagères de la région (au moins 60%) du taux d'humidité assez élevé qui dépasse 55%, et du faible pouvoir calorifique inférieur (PCI) de l'ordre de 900cal/kg.

3- Pour la région de Zahlé, la décharge contrôlée doit être complémentaire à l'usine de compostage et non s'y substituer, et ce, afin de pouvoir absorber les refus de l'usine de compostage, les apports excédentaires en période de pointe, ou encore la totalité des apports lors des arrêts pour révision ou réparation de l'usine.

Ceci résulte du fait que, si la décharge contrôlée était envisagée comme seul moyen de traitement des ordures (sans l'usine de compostage), une surface assez grande pour une durée de vie relativement courte serait nécessaire. En effet, à l'expiration de la capacité du site de la décharge, un nouveau terrain serait requis pour la construction d'une nouvelle décharge, ce qui pourrait s'avérer difficile étant donné la rareté de terrain valable tant en qualité qu'en superficie. Ceci est d'autant plus notable si l'on considère l'expansion immobilière et industrielle dans la région.

-16-

### 3.6.4.2. Choix de la méthode d'exploitation

Le choix de la méthode d'exploitation a été réalisé de façon à minimiser les impacts sur l'environnement et à assurer une bonne gestion de l'usine de compostage.

Un tri serait envisagé afin d'éliminer tout produit non putrescible (verre, plastique, métal, etc.) qui serait valorisé ou envoyé sur une décharge contrôlée exploitée en parallèle avec l'usine de compostage.

Les différentes zones de l'usine (broyage, fermentation, stockage du compost) sont couvertes pour empêcher les eaux pluviales de s'infiltrer à travers les ordures et par conséquent engendrer une pollution liquide considérable.

### 3.6.5. Raisons économiques

Au-delà de ses avantages sur les plans techniques et socio-économiques, le projet considéré présente des avantages économiques certains, comparativement aux autres modes de traitement des déchets. Ceci est principalement lié aux facteurs suivants:

- Les coûts d'investissement et d'exploitation de l'usine de compostage sont nettement inférieurs à ceux de l'usine d'incinération.
- L'augmentation du rendement agricole résultant de l'utilisation du compost va

induire une légère amélioration du Produit Domestique Brut (PDB), et par conséquent de la vie sociale et économique.

-17 -

#### CHAPITRE IV

##### DONNEES DE BASE

##### 4.1. Données physiques

##### 4.1.1. Analyse des ordures

Les ordures ménagères étant essentiellement hétérogènes, leur composition physique est définie en regroupant les constituants en catégories présentant une certaine homogénéité. Cette composition consiste principalement en:

- Matières putrescibles
- Papier et carton.
- Plastique et nylon
- Métaux, ferreux et non ferreux.
- Verre.
- Chiffons et textiles.

Divers et autres définis comme inertes. La composition physique des ordures est déterminée par le pourcentage (en poids) des différents composants mentionnés ci-dessus, sur la base du poids humide. L'analyse des ordures comprend également la détermination de la densité des ordures, le pourcentage d'humidité des différents composants, ainsi que le pouvoir calorifique inférieur (PCI) des matières putrescibles.

Le pourcentage d'humidité revêt une importance particulière dans les sens où il affecte le broyage et le bon déroulement de la fermentation aérobic, ainsi que le besoin de régler l'humidité pour assurer une bonne fermentation des ordures (le pourcentage d'humidité idéal est de 50%).

Dans la région de Zahlé, une analyse des ordures a été entreprise sur les lieux de la décharge actuelle, afin de déterminer la composition, la densité et le degré d'humidité des déchets, aux mois d'Août et Septembre 1994. Des échantillons de sources différentes ont été pris. La méthodologie de l'analyse est telle que suit:

- 18 -

##### Prise d'échantillon

L'analyse des ordures a été effectuée à la décharge non contrôlée de Zahlé Sur le lieu de la décharge, le contenu d'une benne a été déversé sur une longueur de 5 à 6 mètres et un échantillon d'environ 500 Kg prélevé au centre de ce tas (zone A). Il est à noter que cet échantillon a été considéré représentatif bien qu'une seule source ait été choisie.

##### Lil ZONE DE PRISE D'ECH-ASTILLOINS

A5 - :

Fig. 4.1 Illustration de la méthodologie d'analyse

Materiel utilise

1 bascule

6 à 8 demi-fûts de 800 litres équipés de poignées

Pelle - fourches - nappe en nylon - gants de travail

Personnel

Un ingénieur avec 6 ouvriers

Détermination de la densité

Les ordures de la zone A sont chargées dans un demi-fût (100 litres) sans passage, pour être ensuite pesées. La densité est ainsi déterminée en se basant sur le poids obtenu et sur le volume du contenant. Une densité moyenne approchée est ainsi obtenue, pour l'échantillon global, on additionnant les valeurs des densités individuelles de chaque échantillon.

Triage manuel des ordures

Cette opération consiste à séparer et à peser les différents constituants des ordures ménagères, selon les catégories mentionnées ci-haut. Chaque espèce est ainsi placée dans un sac réservé à cet usage, avant d'être pesée. Le pourcentage de chaque espèce est obtenu on faisant le rapport entre son poids individuel et le poids total. Prélèvement d'échantillon pour analyse en laboratoire  
Les analyses, réalisées au laboratoire de l'université Américaine de Beyrouth, consistent en la détermination de la teneur en eau ainsi que du Pouvoir Calorifique

-19-

Supérieur (PCS) par la méthode de la Bombe Calorifique, et ce, pour les différents constituants séparément.

La méthode de la pyramide a été adoptée pour le prélèvement d'un échantillon représentatif à être analysé en laboratoire. Les sacs contenant les différentes catégories d'ordures ont été deversés en pyramide. Le quart de ceue pyramide a été prélevé des quatres coins de la base, alors que le reste a été mélangé de nouveau. Le même procédé a été répété pour reprendre le quart de la pyramide restante.

L'échantillon ainsi constitué est envoyé au laboratoire pour analyse. Il doit être noté que le test calorifique a été effectué après l'analyse de la teneur en eau. Les résultats de l'analyse de composition physique apparaissent dans le tableau ci dessous.

Tableau 4.1. Composition physique des ordures de Zahlé			
Matières	Poids Kg	% Poids (reçu)	% Humidité
Matières Putrescibles	155.6	63.5	67.4
Papier et carton	37	15.1	11.9
Plastique	25.5	10.4	35
Verre	12.5	5.1	3.3
Métal	4.9	2.0	6.6
Textiles	6.6	2.7	52.83
Inertes	2.9	1.2	11.4
Total	245	36.5	50.1
Densité (kg/m3)		250	

-20-

Composition Physique des Ordures Ménagères de Zahlé

Voe	MUNW	Toile	Insu	1%
Plastique	5%	2%	3%	1%
1	0%	7		
15%				

M.O.

64%

Fig. 4.10 Composition physique des ordures ménagères de Zahlé  
Comme pour les analyses sur la composition des ordures ménagères, ces résultats ne donnent qu'une valeur ponctuelle. Pour obtenir des chiffres globaux plus représentatifs, il faudrait compiler les résultats d'analyses qui devront être entreprises à divers endroits et à différentes périodes de l'année.

Matières organiques

Les analyses entreprises sur les divers échantillons ont donné des résultats similaires, ce qui est parfaitement normal étant donné que les matières organiques sont composées essentiellement de restes végétaux.

Papier et carton

Le taux d'humidité est normalement élevé sauf si l'on constate le pourcentage élevé de couches pour bébé. Dans les quartiers à revenu faibles on retrouve un taux d'humidité normal de 10%, car il n'y a pas de couches pour bébés.

-21-

#### Plastique

La proportion est très importante et représente une caractéristique particulière des déchets au Liban. Ce "plastique" est constitué surtout de sacs et sachets couverts d'une couche très fine de produits organiques et d'eau.

#### Verre

La proportion est aussi importante que pour le plastique, et ce, pour les mêmes raisons que celles citées ci-haut.

Cette quantité importante ainsi générée mérite une certaine attention si l'on pense récupération. Néanmoins, dans la situation actuelle où le recyclage reste latent, ce produit est gênant tant pour le compostage que pour l'incinération (coupures et blocage de mécanisme de grilles).

#### Métaux

Bien qu'il n'y ait pas eu de séparation entre métaux ferreux et non ferreux, on peut estimer facilement une proportion minimale de 1/3 sur 2/3 en faveur de l'aluminium (boîtes de boissons).

Cette quantité assez faible n'offre qu'un intérêt relatif quant à sa récupération sauf si le marché de l'aluminium est porteur.

Peu gênant en compostage car éliminé facilement, il peut présenter des inconvénients en incinération, d'une part à cause de la ferraille dans les machefers, et d'autre part à cause des fontes d'aluminium qui risquent de bloquer les grilles.

#### Textiles

La proportion est normale si l'on considère la fourchette admise: 3 à 11%. Cette humidité provient de l'eau absorbée par les étiquettes ou encore, en parti, cuiller, des liquides restant dans les bouteilles de boisson.

#### Divers inertes

La proportion, peu élevée, est caractéristique de la qualité des ordures ménagères au Liban.

Ces premières analyses, si elles permettent d'avoir une idée générale de la composition des ordures ménagères, doivent être suivies d'analyses plus globales, réparties dans le temps et l'espace, afin d'avoir des valeurs plus représentatives.

La technique auxiliaire adoptée pour déterminer la composition physique des ordures consiste en l'observation des ordures à divers points de la collecte. Bien que cette

-22 -

méthode donne des résultats subjectifs, elle sert à confirmer les résultats obtenus par analyse. Il peut ainsi être remarqué que:

- (1) Les matières putrescibles (surtout végétaux et fruits) forment en été un pourcentage assez élevé des ordures.
- (2) Les papiers et cartons identifiés aux points de collectes sont trop humides.
- (3) Les sacs en nylon constituent une partie majeure des matières plastiques identifiées.
- (4) Les métaux consistent surtout en cannettes de boissons en aluminium et en boîtes de conserves.

Il convient de noter que le pourcentage de matières plastiques, verre, métaux, et cartons est plus élevé dans les lieux de collecte et de déposition des déchets qu'à la décharge. Ceci résulte du triage manuel effectué par les chiffonniers qui fouillent les ordures aux points de collecte pour cri ramasser le verre, le plastique, les métaux (surtout l'aluminium) et le carton, et les vendre ensuite aux usines de recyclage.

Il est également important de préciser que la nature et la composition des ordures varient avec la saison et la région. Par conséquent, une étude approfondie donnant des résultats représentatifs nécessite une continuité dans l'analyse qui devrait être effectuée chaque 3 mois et grouper des échantillons de sources différentes, représentant des niveaux de vie différents.

Dans le cadre de l'étude actuelle, l'analyse a été entreprise durant une seule journée, et divers échantillons d'ordure de sources différentes ont été regroupés pour obtenir un échantillon représentatif. Toutefois, même si cette composition représente un résultat

global et représentatif, des variations sont prévues pour les différentes saisons, les différentes régions et les différentes sources dans la même région. Une comparaison de la composition physique des ordures ménagères de certains pays du Moyen-Orient révèle des similitudes évidentes avec celles du Liban, notamment en ce qui a trait au pourcentage assez élevé de matières putrescibles. Cependant, les pourcentages de plastique/nylon et de papier/carton restent plus élevés au Liban.

-23-

Tableau 4.2. Composition des déchets solides au Moyen-Orient (Camp Dresser & McKee, 1982)

Constituants (Libyc)	% Poids						
	1978	1979	1971	1977	Aden	Tripoli	Oman
Fines (biodegradable)	21.0	12.0	11.8	48	4		
Matières putrescibles	37.0	61.0	42.6	16	31		
Papier/carton	19.0	1.0	1.6	2	38		
Déchets organiques spéciaux	30		4.6	2			
Sous Total	80.0	77.0	63.6	66	73		
Fines (non biodegradable)	---			15			
Verre et céramique	3.0	4.0	2.4	3	2		
Métal	3.0	7.0	12.8	7	9		
Tapis et textiles	5.0	5.0	3.2	3	2		
Plastique, caoutchouc et cuir	2.0	1.5	2.9	2	2		
Divers	7.0	5.5	1.6	4	12		
Sous Total	20.0	23.0	22.9	34	27		
TOTAL	100.0	100.0	100	100	100		
Teneur en eau	28.0	25.0	18.0	18			
Densité (kg/m <sup>3</sup> )	250.0	300	439	192	165		

Une comparaison avec certains pays en Europe et aux Etats-Unis indique que les pourcentages de matières putrescibles et d'humidité sont beaucoup plus élevés au Liban. Ces différences significatives affecteront le type de traitement à recommander, puisque la qualité et la nature des déchets ont une incidence directe sur le rendement et donc la convenance du traitement.

-24 -

Tableau 4.3 Composition physique des déchets solides en Europe de l'Ouest et aux Etats-Unis (Van Nostrand Reinhold, 1975)

Constituants	G.B.	France	Pays-Bas	Suisse	Italie	E.U.
Matières putrescibles	27	22	21	20	25	12
Papier	38	34	25	45	20	50
Fines	11	20	120	25	7	
Métal	9	8	3	5	3	9
Verre	9	8	10	5	7	9
Plastiques	2.5	4	4	3	5	5
Divers	3.5	4	17	2	15	8
Teneur en eau moyenne	25	35	25	35	30	25

4.1.2. Estimation du tonnage d'ordures à éliminer  
L'estimation du tonnage dans le cas de Zahlé est basée sur les résultats obtenus dans le "Damage Assessment Report" (1992).

Les hypothèses prises en compte sont:

- Une augmentation du niveau de vie au Liban qui se traduit par une augmentation de la quantité de déchets qui est estimée atteindre 0.60 kg/habitant par jour dans les zones rurales et 0.80 kg/habitant par jour dans les zones urbaines, en l'an 2004.
- Une croissance annuelle régulière de la population de 2.1 %.

L'évaluation des valeurs théoriques de tonnage de déchets par habitant telle qu'établie dans le "Damage Assessment Report" est présentée au Tableau ci-dessous.

-25-

Tableau 4.4. Evaluation du tonnage de déchets par habitant

Année	1992	1994	1996	1998	2000	2002	2004
Zones	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.625	0.65
Rurales							
Zones	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80
Urbanes							

Il est important de noter qu'en comparaison avec d'autres pays ayant des caractères similaires, ces quantités peuvent paraître élevées. Néanmoins, ces chiffres semblent refléter l'amélioration de la situation économique projetée pour le Liban notamment sur le plan de l'essor touristique anticipé et de l'augmentation du Produit National Brut. D'autre part, il n'est pas tenu compte de l'avènement de la collecte sélective et du recyclage qui diminueront la quantité d'ordures à traiter. En l'absence de données plus précises relatives à l'interaction et aux conséquences de ces différents facteurs, le scénario le plus critique, tel que présenté dans ce tableau, a été envisagé.

En se basant sur les hypothèses mentionnées ci-dessus, le "Damage Assessment Report" présente le tonnage théorique de déchets susceptibles d'être collectés sur une période de 10 ans. Il faut cependant noter que ces chiffres représentent des estimations globales, ceci étant dû à l'absence de pont-bascule et de pesage des camions de collecte, ainsi qu'à l'irrégularité de la collecte.

Ainsi, en se basant sur une population pour Zahle de 266.000 habitants et sur une production moyenne de déchets de 0.6 kg/jour/habitant, le tonnage maximum à collecter et traiter sera de 160 t/jour. En conséquence, on propose de construire une usine de compostage d'une capacité de 200 t/jour, afin de tenir compte de l'augmentation du tonnage de déchets pour les prochaines années.

En première phase, cette usine ne fonctionnera qu'au plus à 150t/jour, une augmentation de la capacité de l'usine étant envisagée selon l'augmentation de la demande.

Il est essentiel de noter que le suivi du tonnage et du tri éliminé par l'usine, grâce à la présence d'un pont bascule, permettra de corriger les valeurs de tonnage prévues et de rectifier les estimations de la durée et de l'extension éventuelle de l'usine.

-26-

#### 4.133. Nombre d'équivalent d'habitants

Pour des raisons politiques, religieuses, démographiques et sociales, aucun recensement officiel de la population n'a été entrepris au Liban depuis 1932 alors que le pays était encore sous mandat français.

En conséquence, l'absence de toute information relative au recensement de la population libanaise actuelle nous a amenés à recourir à l'estimation qui a été présentée dans le "Damage Assessment Report" en 1992.

Cette estimation est basée sur les:

1) Recensement du Ministère de l'Intérieur de 1932 actualisé par ce même Ministère au 11/01/1965.

2) Estimation du Ministère de la Santé faite entre 1963 et 1972, faisant partie d'un programme pour le contrôle de la malaria.

3) Estimation faite en 1981 pour servir de base à l'étude du National Waste Management Plan par Camp Dresser.

Ces estimations ont par la suite été actualisées dans le «Damage Assessment Report» en 1992, suite à une collecte de renseignements auprès des Municipalités et des mairies, et à un recensement des abonnées de l'Electricité du Liban et des services des eaux, ainsi qu'à l'adoption du taux de croissance calculé à partir des moyennes de naissance et mortalité du Ministère de la Santé. Le "Damage Assessment Report" a aussi pris en considération la population non recensée des étrangers, le déplacement des libanais d'une région à une



```

44
4 -
4. t e
.4' I ' 4-
N
.4 t 444
4 .4 4 444
.1' 44 441 ...5*
t*44 4, 44
+ *8C 8.
4. 44 4< - + a .4 ca St.> .4 4 4 444
UCOIL 4 .4 4 -a-x :V44Y44' V .44444' 444
4 4 Environnemental Implaoit
44444 *444 I. Assessment Mu
I.Mirzi a
4 CAIA DE LAITE
USHT DE :OMPOSTAOE
a i
n

```

conditions garantissant la protection de la population de tout genre de nuisances visuelles, sonores ou autres, et seront tels que le site devrait être relativement plat et accessible aux autres agglomérations du Caza, surtout on hiver lorsque les routes sont enneigées.

Il est important de noter que le site initialement sélectionné et le site potentiel pouvant être acquis sont situés loin de toute construction résidentielle. Quelques constructions industrielles qui existent sur la route de Zahlé-Kfar Zabad ne seront pas gendées par l'implantation de l'usine, puisqu'elles sont situées à plus de 200m du projet.

Caractéristiques du site initial:  
 - Coordonnées: X= - 29 730 à - 29 810  
 Y= -37 300 à - 38 400

- Distance à l'agglomération la plus proche: 3 km de Zahlé et 5.5km de Barr ELTas.  
 4.1.5. Morphologie et relief du site  
 De par son relief et sa situation géographique, la région de Zahlé présente un paysage à caractère rural.

Le site initialement prévu est localisé dans une plaine dont l'altitude est de 885m et se terminant au fleuve Litani. L'absence de bassin versant en amont est à noter.  
 4.1.6. Nature du sol et du sous-sol

Dans leur ensemble, les sols sont moyennement à fortement lourds. La teneur en argile varie de 20 à 60% et peut même atteindre les 80% dans certains points au Centre-Ouest du périmètre (Marj) On distingue cinq catégories de sols sur une superficie ne dépassant pas 15.000 ha dont:

- a) Les vertisols: noirs calcaires très argileux hydromorphes, reposant sur un argille tendre. Type de sol concernant l'Ouest de Bar Elias et la région de Maj dans l'ensemble.
- b) -Sols rouges argileux: et peu calcaires avec une certaine pente reposant sur un sous sol de calcaire tendre. Type de sols localisés aux alentours de Zahlé.

Q M-RYAK >  
 6: sq 1 8 \  
 g~~~~~E-io m enta Ir\_a XStm  
 ~~~~~-dv-  
 ~~~~~

? 1111 1 | ~~~~~Assessment Study  
 : gE 11 | 1  
 ml~~~~~Po pooloiaigu r:ioC  
 ~~~~~USINED COMPOSTAE  
 21"

Skttdt'z ou Ot Ei vi|ronhml nta1b IbdqnaSH  
 Assesm ent Stua Y  
 1 ~~~~~ 1 ~~~~~ |~E Ouaf.nialra q-Imao-fqi  
 111 ~~~~~ Environmental Im mot  
 ; ~~~~~Assessment Study I 1 Stoesi ac-m,m, bi  
 1 ~~~~~ I 1 Stoesi ac-m,m, bi  
 CAZA OE ZAHLE  
 USINE DE COMPOSTAGE  
 ' OI:IC S Xupd g olog4uo otique za5 T - I ef. wk d mr,  
 EZ n.oic- ni-nt-marn litutn- pouing  
 .4\$kt«10 2-cidrg feCHEux

c) Sols rouges argileux: et non calcaires développés en partie sur des alluvions provenant de l'érosion des massifs voisins. Type de sols observés entre Anjar et Rayack.  
 d) Sols bruns jaunâtes: caillouteux ou légèrement caillouteux en surface et assez calcaire. Type couvrant l'agglomération de Chtaura et ses environs. Moyennement ou très fortement argileux, tous ces types de sols inventoriés dans le périmètre sont excessivement pauvres en complexes organo-bumiques, dont la teneur dépasse rarement le seuil de 05%.

4.1.7. Hydrogéologie  
 Position de l'aquifère:  
 \* 1er à environ 20m, non utilisé  
 \* 2ème à environ 80m, pompé par forages pour l'irrigation des terres agricoles

4.1.8. Hydrologie  
 Le site initialement sélectionné pour l'implantation de l'usine de compostage de Zahlé est situé à une distance de 3.5 km environ de l'observatoire de Ksara. Cette station est l'une des plus vieilles du Liban, et l'on dispose des données pluviométriques depuis 1921. a moyenne de pluie telle que déterminée dans la carte pluviométrique du Liban établie par le service météorologique est de 634 mm/an. Les précipitations annuelles varient entre un minimum de 331mm en 1993 et un maximum de 1174 mm en 1969.  
 La plateforme choisie se trouve dans la plaine sur le bord du fleuve Litani et la station limnigraphique la plus proche est la station «Litani, route de Damas» qui se trouve à 5.5km environ au Sud du site. Cependant, cette station peut donner une approximation très convenable de l'écoulement au droit du site.  
 La station «Litani, route de Damas» (altitude 886m), installée en 1953, correspond à un bassin versant de 878 km<sup>2</sup>. Les moyennes mensuelles en m<sup>3</sup>/s permettent de faire les remarques suivantes:

\* L'écoulement commence pratiquement au mois de Novembre il augmente pour atteindre son maximum en Janvier-Février, puis diminue progressivement jusqu'au mois de Juin.  
 -29-

\* La corrélation précipitation-écoulement ne correspond pas à une structure de ruissellement intense; elle est considérablement modulée par le facteur infiltration.  
 4.1.9. Climatologie  
 Le climat de la région est sec et désertique, résultant de sa localisation géographique, dans la vallée de la Bekaa, à 9001000m d'altitude, entre les deux chaînes de montagnes Est et

Quest qui peuvent atteindre plus de 2000m d'altitude.  
 Les hivers y sont assez rigoureux et les étés très secs. Les moyennes des températures  
 extrêmes enregistrées à Zahlé sont présentées dans le tableau suivant.  
 Tableau 4.5. Moyennes des températures extrêmes enregistrées Zahlé

| Station          | Zahlé |
|------------------|-------|
| Altitude         | 920   |
| Janvier          | 402   |
| 1702             |       |
| Février          | -303  |
| 1902             |       |
| Mars             | -1°S  |
| 2406             |       |
| Avril            | 1%    |
| 29°4             |       |
| Mai              | 5°0   |
| 32°6             |       |
| Juin             | 8°6   |
| 3                | 34°S  |
| Juillet          | 1115  |
| 360              |       |
| Août             | 11°8  |
| 3609             |       |
| Septembre        | 803   |
| 34°9             |       |
| Octobre          | 5°6   |
| 31°3             |       |
| Novembre         | 111   |
| 2507             |       |
| Décembre         | -24   |
| Moyenne Annuelle | 1534  |
| 0                |       |
| 19°6             |       |

Les normales d'humidité sont présentées au tableau suivant.  
 Tableau 4.6. Normales de l'humidité (en %) pour la région de Zahlé-Ksara

| Station               | Zahlé - Ksara |
|-----------------------|---------------|
| Altitude              | 290           |
| Janvier               | 77            |
| Février               | 74            |
| Mars                  | 65            |
| Avril                 | 56            |
| Mai                   | 49            |
| Juin                  | 45            |
| Juillet               | 45            |
| 1                     |               |
| Août                  | 46            |
| Septembre             | 50            |
| Octobre               | 54            |
| Novembre              | 65            |
| Décembre              | 76            |
| Moyenne Annuelle      | 58            |
| Moyen Hiver (DJF)     | 76            |
| Moyen Printemps (MAM) | 57            |
| Moyen Eté (JJA)       | 45            |
| Moyen Automne (SON)   | 56            |
| Nombre d'Année        | 46            |
| Période               | 1921- 1966    |

I q  
 I I  
 g a %4 %4  
 tP. O ui  
 p p j j p p  
 O  
 mc  
 iii  
 I I  
 I I  
 C: X D - . 2  
 z (.  
 z  
 D - H  
 D  
 "I  
 > 'q  
 9.  
 m  
 o  
 z  
 au,  
 C - oeo  
 \*  
 \*  
 o  
 i8m  
 .t c j, I-d  
 , j. >  
 n  
 I1 P.JI Q% 0% .4  
 o Ut C 4/I C ui

Les vents dominants dans la région de Zahlé sont généralement de secteur Ouest ou Sud-Ouest, en fonction des saisons et des mois, et ce, d'après les données climatologiques de la station de Ksara.  
 Les pluies sont plus ou moins régulièrement réparties entre Novembre et Mai avec des précipitations solides sous forme de neige durant la période hivernale s'étalant de Décembre à Février. La quantité des précipitations annuelles est en moyenne de 634 mm/an, telle que déterminée par la carte pluviométrique du Liban établie par le service météorologique. Les précipitations annuelles varient entre un minima de 331mm en 1993 et un maxima de 1174 en 1969.  
 Les détails des données météorologiques du secteur sont présentés dans les tableaux suivants. Pour la région de Zahlé concernée par la présente étude, ces données sont basées sur les observations nates au site météorologique de Ksara.  
 Tableau 4.7. Normes mensuelles et annuelles des précipitations (en um)  
 enregistrées à Zahlé (station pluviométrique de Zahlé, pour la période 1951-72).

| Mois    | Précipitation |
|---------|---------------|
| Janvier | 162           |
| Février | 130           |
| Mars    | 86            |
| Avril   | 44            |

|             |     |
|-------------|-----|
| Mai         | 15  |
| Juin        | 1   |
| Juillet     | 0.5 |
| Aout        | 0.5 |
| Septembre   | 1   |
| Octobre     | 28  |
| Novembre    | 67  |
| Décembre    | 151 |
| Total Année | 686 |

-----32 -

Tableau 4.8. Fréquence de la neige à Zahlé  
 Station| Oct Nov Dec Janv Fév Mars Avril Mai Année Observation  
 Icsara'10 0.1 1 2.9 2.5 1.4 0.1 1 8 46ans  
 [x] 0 010.5 2 12.5 0.5 5.5 T1920 -1966  
 Normales du nombre de jours de chute de neige et du nombre de jours à couche de neige  
 (sol plus qu'à demi couvert) [x]. A droite; durée des observations en années Cl leurs dates  
 extrêmes.

Tableau 4.9. Fréquence du gel (normales du nombre de jours de gel sous abn)  
 Station AIL| Sept | Oct Nov Dec Jan Fév Mars Avril Mai Année  
 Zahlé 920 5 5 5 7 3 105 25

4.1.10. Production agricole  
 L'assolement et les rendements moyens des principales cultures du périmètre de la Bekaa  
 sont présentés dans Ics tableaux ci-dessous.  
 Tableau 4.10. Assollements et rendements moyens des principales cultures de la  
 principales cultures Surface (%) Rendements moyens

| (ha)                                            | (%a)      |      |                         |
|-------------------------------------------------|-----------|------|-------------------------|
| Arboricultures (dominance pommier)              | 2400      | 16,0 | Voir détails ci-dessous |
| Maralchage d'été (semi intensif)                | 1700      | 11,3 | Voir détails ci-dessous |
| Pomme de terre                                  | 800       | 5,3  | 32                      |
| Oignon + ail                                    | 1100      | 7,3  | 21                      |
| Betterave à sucre                               | 1300      | 8,6  | 47                      |
| Vigr en secousemi irriguée                      | 2100      | 14,0 | 12                      |
| Céréales (blé entrant en rotation avec les 3500 |           | 23,3 | 3,5                     |
| Cultures saclées)                               |           |      |                         |
| Total des surfaces cultivées:                   | 12,900 ha | 100% |                         |
| Emprises: zones urbaines,                       | 2,100     |      |                         |
| Bâtiments de ferme, route etc.                  |           |      |                         |

-33 -

LEBANON LAND COVER MAP - SHEET 10  
 LIBAN: CARTE D'OCCUPATION DU SOL - FEUILLE;  
 EXECUTING AGENCY: AGENE DECU ;  
 FOOD AND AGRICULTURE CO\*DTIONOF THE DMITVOMTIONS GINAOCUMTSUPEP'S POERLAOETASTVIO  
 AAMCULTIIL DEPARTHTB ETAG RfC  
 IEARSE BND TECHNIOLOY GEVELMPEMTOIDVIO OEREAGJUNTEHIAVTURE  
 REMIOTE SYSAHINR avan ouen- QJ ERTDFUA f uoeceero DEW.nroe  
 PROJECT NUMBER: NECPRESIMIISAV NtIME PE PnoIebur: iawn ISIU  
 FUNDING: THE NCAS OF SBAM M OFMNS MIANERO  
 FOOD-D FOR: TIF WUSMWSO, ASKOUTLIEN THEN PROOINPOU RnWEEOEUAAE  
 C:OIJNCUL FORPEVEIDMPEMDDIDRP LEWUTRI=IUM,IUSCN \_W-EVEMTERIARER C u WKCIODIJJ  
 (FRENCHMSPOT. USAI STTMUDUSERKFAI Oms .T-A-, bl Feu  
 e b S i F s b #ZueowomdsSSssntemjuehmnJEF  
 44"wnw w4 . . Lsgae.äsentgtfw I wflo  
 LAND COVER LEGEND

LEGENUE DERL CARTE UOCCUATIIN DU SOL =MeU  
 loess as a?eFres  
 O~~~~Odufllkmt So+t.fewSSOWlf  
 + ~~~~~ 2 a \*NNUacuaF  
 mu-u  
 E - a>E ueE a ma  
 +~~~~~ Ie IUASSANOMUPUOYDIA  
 Inui msa  
 I I. SDEEN:r I-S e tI

~~~~~A  
 ~~~~~SN DE CONCNSUI

Les rendements moyens des principales cultures arboricoles et maraichères dans les deux périmètres sous étude sont détaillés ci-après:

| Cultures maraichères |        | 28,0 t/ha |
|----------------------|--------|-----------|
| Tomate               |        | 30,0      |
| Choux                |        | 22,0      |
| Concombrc            |        | 28,0      |
| Courge               |        | 4,5       |
| Haricot              |        | 6,0       |
| Petit pois           |        |           |
| Cultures arboricoles |        |           |
| Pomme                | 28 tha |           |
| Poire                | 15 "   |           |
| Pêche                | 12 "   |           |

4.1.9.1. Situation actuelle de l'usage des amendements organiques.  
 A l'heure actuelle, les amendements organiques, à cause de leurs prix élevés, ne sont utilisés que sur les cultures relativement rentables.  
 Dans la plaine de la Baa, c'est l'arboriculture qui est privilégiée par des apports dont la périodicité varie de 2 à 3 ans. Les quantités moyennes distribuées sont de l'ordre de 30 à 40 kg par arbre localisées autour de la couronne de chaque pied. Suit ensuite le maraichage pratiqué sur les petites exploitations, à raison de 10t/ha tous les deux ans.  
 4.1.9.2. Possibilité de>suppléer le fumier Bar du comp.  
 Le compost est un engrais organique ayant des pouvoirs fertilisants aussi valables que les fumiers utilisés actuellement, avec l'avantage de pas contenir les germes de mauvaises herbes qui sont présentes dans le fumier.  
 Toutes les cultures sarclées et maraichères pouvant en bénéficier par des apports de l'ordre de 20D/ha tous les deux ans. Economiquement le compost a un prix très abordable.

-34-

4.1.10. Servitudes réglementaires affectant les terrains concernés par l'exploitation projetée  
 4.1.10.1. Code de l'Urbanisme  
 D'après le plan d'urbanisme approuvé pour la région de Zahlé, la région concernée par la construction du site est classée agricole et modérément adéquate à l'enfouissement des déchets (référer au plan ci-joint).  
 4.1.10.2. Code Forestier  
 La zone à exploiter concerne principalement des terrains dédiés aux cultures maraichères, principalement d'oignons, avec une partie boisée.

Il est important de noter que l'exploitation des terrains agricoles est soumise aux réglementations imposées par le Ministère de l'Agriculture et le Plan Vert pour la protection des terres agricoles au Liban.

4.1.10.3 Code de la Santé

Aucune parcelle concernée par la construction de l'usine de compostage ne se trouve à l'intérieur d'un périmètre de protection des points d'eau destinés à l'alimentation des collectivités humaines.

4.1.10.4. Servitudes aéronautiques

Vu l'absence d'aérodromes civils et l'éloignement de l'aérodrome militaire de Riyak, le site n'est pas concerné par des servitudes aéronautiques de dégagement.

4.1.10.5. Lignes électriques

Les principales lignes électriques sont localisées à plus de 100m du site à exploiter.

4.1.10.6. Télécommunications

Il n'existe pas sur le site de réseau aérien ou souterrain correspondant à l'implantation des câbles P.T.T.

- 35.-

Laow Luuuuogu

~~~~~ -4

4.1.10.7. Canalisations d'eau  
Les canalisations d'eau sont principalement localisées au niveau de la route principale, à 250m du site.

4.2. Données biologiques

4.2.1. Nature de la faune et de la flore

Le terrain faisant l'objet de la présente étude est planté de cultures maraichères. Cependant, le site et ses alentours ne présentent aucun milieu naturel particulièrement sensible.

4.3. Données socio-culturelles

4.3.1 Activités humaines

Malgré la proximité de petites agglomérations et d'activités industrielles plus ou moins développées, la région concernée par la construction de l'usine a gardé une vocation essentiellement agricole.

Les zones - urbaines sont peu importantes et entièrement regroupées autour des infrastructures principales traditionnelles (Mairie, Ecole, Eglise, Ferme, etc.).

Ce caractère rural est bien illustré par les données socio-démographiques suivantes:

\* L'azade Zahlé compte 266 000 habitants.

\* La présence de cultures maraichères.

\* La présence dans l'agglomération-d'activités artisanales.

Il est important de noter qu'une augmentation de la population en provenance des extrémités Nord et Sud de la Bekaa a eu lieu après les importantes migrations dues à la guerre

4.3.2. Occupation du sol

La quasi totalité du site concerné est occupée par des cultures maraichères. Les seules parties boisées correspondent le plus souvent à de petits massifs éparses et de forme irrégulière.

4.3.3. Pollution et nuisances

4.3.3.1. Le bruit

En l'absence de trafic aérien et d'activités industrielles importantes, la seule source sonore affectant le site est la circulation routière. Cependant, celle-ci n'est pas de nuisance majeure puisque le site est situé dans une région agricole relativement isolée.

4.3.3.2. Les odeurs

Compte tenu de l'actuelle exploitation agricole du terrain, il n'y a pas de perception d'ordures sur le site.

4.3.3.3. La pollution atmosphérique et les poussières  
En l'absence d'installations industrielles et d'axes de circulation routiers importants à proximité du terrain, la pollution atmosphérique et les poussières sont négligeables.

#### 4.3.4. Circulation

L'accès direct au site initialement considéré est assuré actuellement par un chemin en terre, pouvant être facilement asphalté pour assurer le trafic des camions de collecte et d'évacuation du compost, jusqu'à la route locale de Zahlé - Kfar Zanad située à 250m du site.

La collecte des ordures est facilitée par un réseau d'infrastructures routières englobant aussi bien des routes nationales que locales.

Actuellement, le volume d'ordures ménagères collectés quotidiennement induit une circulation correspondant à quelques 30 à 40 camions par jour. -

-37-~~~~~

Le trafic à l'intérieur des villages est négligeable.

Du point de vue de la circulation, il est important de noter que certains travaux nécessaires devront être entrepris à la charge de la Municipalité ou des groupes de municipalités.

Ceux-ci incluent principalement l'aménagement d'une route d'accès depuis la route venant de Zahlé, soit un mètre de l'ordre de 300m. Cette route d'accès devrait avoir une largeur de 7.2m afin de permettre le croisement des camions de 30 tonnes et devra être entretenue tant que l'usine de compostage est en activité.

4.3.5. Propriétés culturelles, attractions touristiques, monuments historiques et richesses archéologiques

Aucune spécificité culturelle, attraction touristique, monument historique ou richesse archéologique n'est située à proximité du site ou dans l'emprise de la future usine de compostage.

4.3.6 Attitudes des habitants vis-à-vis des déchets industriels, hospitaliers et ménagers

Le problème des ordures, à caractère universel, est fortement marqué par le syndrome "Not In My Backyard" (NIMBY). En effet, si l'opinion publique est généralement

fortement sensibilisée par ce problème, les libanais le sont encore davantage, et ce à cause de leur perte de confiance envers leurs gouvernements et municipalités, mais aussi à cause de l'absence quasi totale de système efficace de traitement des ordures induisant ainsi un

amoncellement sauvage et insalubre d'ordures dans les décharges. Favorisés par un laisser-aller flagrant de la part de la majorité, les incidents, devenu coutumiers, de retrouver un liban devenu terre de refuge incontrôlé et incontrôlable à divers refus dangereux envoyés de l'étranger n'ont pas facilité les choses. En effet, l'affaire récente des déchets industriels enfouis au Kcsmouan a soulevé de fortes polémiques politiques, exagérées par moment, sensibilisant ainsi l'opinion générale, et la rendant fortement "allérgique" à tout ce qui a trait aux ordures.

D'est important de signaler que si ce problème a touché les déchets industriels, les déchets hospitaliers mais aussi ménagers n'en font pas moins exception. Car, si les premiers sont infectieux et néessitent par le fait-même des techniques de traitement spécialisées, les derniers sont nombreux et requièrent de vastes terrains pour toute décharge, compostage ou incinération.

-38-

Cependant, quelle que soit l'opinion publique, il est impératif de traiter le problème des ordures qui sont actuellement mises en décharge sauvage en bordure de mer ou dans des décharges sauvages engendrant ainsi des nuisances à l'environnement et portant atteinte au tourisme.

~~~~~ 3, -

CHAPITRE V  
EFFETS PREVISIBLES DES INSTALLATIONS SUR  
L'ENVIRONNEMENT

5.1. Comment analyser les effets?

Plusieurs types d'effets peuvent être définis et sont ainsi analysés:  
Les très bruits sont ceux qui existeraient si aucune mesure compensatoire n'était prise.

Les effets résiduels sont ceux qui subsistent après satisfaction de la réglementation.

Les effets à considérer correspondent uniquement à la période d'exploitation de l'usine, étant donné que les effets après la fermeture seront négligeables. Les effets seront définis ci-après à partir de constatations et d'études réalisées sur d'autres usines de compostage aussi bien au Liban (notamment l'usine de la Quarantaine) qu'à l'étranger.

Il est important de signaler que les différents effets prévus seront analysés pour le site initialement sélectionné. Cette démarche a été adoptée puisque:

(1) aucun site n'a encore été définitivement sélectionné pour être éventuellement exproprié si les conditions locales et générales le permettent,

(2) ces effets et les mesures compensatoires correspondantes reflètent les conditions qu'on retrouverait également dans les autres sites potentiels qui présentent généralement des caractéristiques similaires.

52. Modification apportée à la nature de l'occupation des sols (effets sur la valeur économique des espaces)

Durant l'exploitation, la nature de l'occupation du sol sera modifiée, puisque l'implantation de l'usine nécessite l'élimination des surfaces agricoles. Toutefois, le maximum de verdure et de plantations sera maintenu afin de préserver le paysage naturel et unrenvironnement plaisant

C - 40 -

53. Atteinte potentielle à la qualité du paysage

L'exploitation de l'usine de compostage ne porte atteinte au paysage que dans la mesure où l'implantation même des bâtiments nécessiterait la destruction d'espaces autrement boisés ou voués à l'agriculture. Bien qu'entraînant une interruption du paysage naturel, cette destruction sera limitée au site de l'usine et les mesures appropriées seront prises afin de limiter les dégâts et redonner au site une unité paysagère de qualité notamment par des plantations d'arbres.

5A. Nuisances potentielles par rapport à la population locale (nuisance sur l'habitat de proximité)

5.4.1. Nuisance sonore  
Les principales émissions de bruit peuvent éventuellement provenir des opérations suivantes:

(1) Acheminement des déchets et circulation des camions-bennes  
(2) Engins et équipements utilisés pour l'exploitation de l'usine (tels que broyeurs, transporteurs, etc.)

Les bruits dus à la circulation des véhicules seront minimisés en assurant une bonne collecte bien organisée qui représente un compromis entre la nuisance occasionnée à la circulation lors des heures de trafic interne, et la nuisance causée à la population lors des heures tardives de la nuit. Ainsi, le meilleur scénario serait d'organiser une collecte bien étudiée entre 18h et 22h ce qui éviterait d'une part le dérangement du trafic pendant la journée et d'autre part le dérangement de la population durant les heures de sommeil. Un autre facteur de taille à considérer serait l'organisation adéquate de la collecte de façon à ce que les camions-bennes de grande capacité ne pénètrent pas dans le centre de Zahle entraînant ainsi la circulation dans les petites rues, mais plutôt à ce que les ordures de ces quartiers soient collectées par de petits camions et acheminées ainsi vers le site de l'usine de compostage. Ceci aurait pour effet direct de réduire les nuisances causées à la population lors de la collecte des ordures.

République Libanaise

Bureau du Ministre d'Etat pour la Réforme Administrative

Centre des Projets et des Etudes sur le Secteur Public

(C.P.E.S.P.)

C'est par ailleurs le trafic des véhicules à l'intérieur même de l'usine qui reste le plus important et qui doit être analysé. La valeur maximale du bruit est généralement atteinte par le départ des camions à vide. Cependant, ce niveau sonore ambiant ne doit pas causer trop de problèmes au personnel de l'usine, vu le nombre peu important de camions-bennes.

-41-

Quant aux bruits dus aux engins et équipements durant l'exploitation de l'usine, ils émanent notamment des gros équipements utilisés, tels que les broyeurs et transporteurs. L'effet sonore relativement important provenant de ces équipements devra être considéré vis-à-vis du personnel de l'usine et des habitations à proximité du site.

Le constructeur de l'usine devra ainsi préciser ks niveaux de bruit et le plafond admissible autour des machines et respecter ceux prévus dans le cahier des charges.

#### 5.4.1.1. Personnel

Les effets sonores vis-à-vis du personnel responsable du traitement physique sont assez élevés, ce qui nécessite la prise indispensable de mesures radicales afin de diminuer cette source de nuisance

#### 5.4.1.2. Milieux environnants

Les niveaux sonores engendrés par l'équipement de l'usine vis-à-vis des milieux environnants et des habitations avoisinantes dépendent de nombreux facteurs géographiques, physiologiques et psychologiques.

Cependant, dû à l'éloignement géographique des maisons, la zone concernée par l'exploitation de l'usine ne devrait pas provoquer à proximité des habitations des nuisances sonores.

5A2. Dégagement d'odeurs nauséabondes  
Les odeurs susceptibles d'être dégagées à proximité de l'usine de compostage sont notamment générées lors de l'arrivée des déchets sur le site, ainsi que lors du remuement du compost durant la fermentation. Il est important de signaler que dans le cas d'un bon fonctionnement de l'usine, ks odeurs sont négligeables.

La propagation des odeurs est largement affectée par les conditions climatiques (principalement la direction du vent et le dégagement du ciel), et varie ainsi durant les différentes saisons de l'année.

A Zahléje vent dominant annuel est de secteur Ouest, d'après les données climatologiques de la station de Ksara. Pendant la période Novembre-Avril, le vent dominant est de secteur Ouest ou Sud-Ouest, affectant une région agricole. Durant la période Mai-Joût, - 42 -

le vent dominant de secteur Ouest ou Nord-Ouest, affectant également une zone agricole. Durant la période Septembre-Octobre, les vents les plus dominants sont de secteur Ouest, Nord-Ouest et Sud-Ouest. Cependant, la répartition de la fréquence des vents crée une condition favorable dissipant ainsi les odeurs.

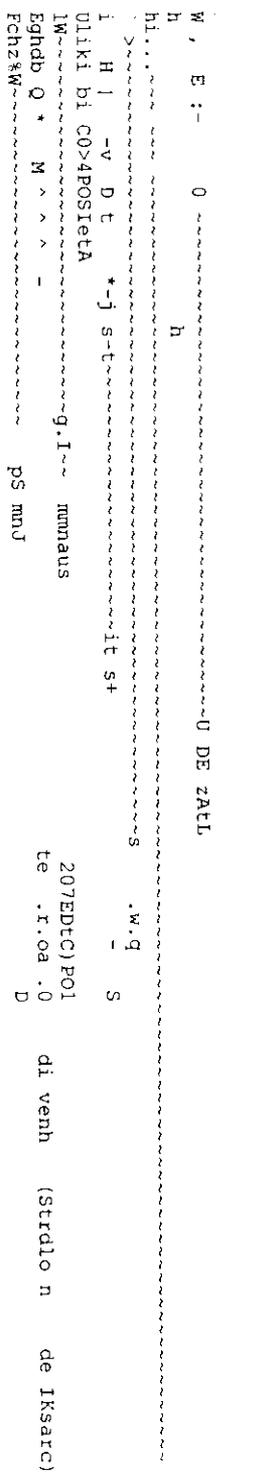
Ces différents effets sont illustrés dans les plans Z06, ZW7 et Z11. Les zones affectées telles que définies dans ces plans ont été classifiées en zones primaires affectées (situées à l'intérieur d'un rayon de 150m) et zones secondaires affectées (situées à l'intérieur d'un rayon de 500m). Il doit être noté que ces classifications ne suivent pas des critères scientifiques préalablement établis mais sont basées sur d'autres expériences similaires définissant la zone la plus critique comme celle s'étendant de la périphérie du site (soit la zone définie par le rayon de 150m) jusqu'à une périphérie de 500m de rayon dont la probabilité de perception des odeurs serait la plus importante.

En résumé, vu les obstacles naturels et le caractère à dominance agricole des régions affectées par la direction des vents durant les différentes saisons de l'année, les nuisances occasionnées par les odeurs susceptibles d'être perçues sur le site de l'usine se distinguent rapidement et n'affectent pas les habitations d'ailleurs éloignées. Il est cependant important de signaler que les odeurs ont un effet plus marqué lorsque le ciel est couvert, car l'odeur, emportée par la vapeur d'eau en suspension dans l'air, ne peut être dissipée

dans l'atmosphère à cause de l'obstacle formé par la couverture nuageuse, affectent ainsi des régions plus éloignées. Des mesures doivent être prises pour limiter les effets causés par les odeurs sur la zone périphérique, notamment en mettant en place une collecte des ordures bien étudiée pour éviter les fermentations putrides et en surveillant la fermentation et la maturation du compost.

5.4.53. Poussières  
La principale source d'émissions de poussières est due à la circulation des véhicules et engins d'exploitation sur les pistes non revêtues, cet inconvénient étant plus critique en période sèche. Il est nécessaire de remédier à l'asphaltage des voies de circulation des camions avant la mise en route de l'unité de compostage.

5.4.54. Direction du vent dominant  
L'orientation des vents dominants est indiquée sur la carte ci-dessous.



Direction du vent dominant  
Vitesse du vent dominant (km/h)  
Direction du vent dominant (de l'axe de l'axe)

5.4.4. Eparpillement de déchets légers dans le site et à proximité  
Étant donné que les déchets sont traités à l'intérieur des locaux, l'éparpillement des déchets peut provenir des véhicules acheminant ces déchets sur le site de l'usine, du fait qu'ils peuvent laisser échapper des bennes certaines particules légères. Ces inconvénients sont plus marqués en période de vent relativement fort. Des mesures devront être adoptées pour limiter ces inconvénients, d'une part par l'entretien des véhicules de collecte, et d'autre part par la clôture du site réalisée en grillage à la maille de 25mm.

5.4.5. Circulation, effet sur l'augmentation du trafic, dégradation des voiries  
Dans ce contexte, il faut pouvoir différencier entre la circulation dans les zones de collecte et la circulation sur les réseaux routiers menant vers l'usine de compostage. En ce qui concerne la collecte des déchets dans les zones commerciales et les routes principales caractérisées par un trafic très dense, il est important de mettre en place un

horaire adéquat de collecte de façon à minimiser les nuisances au trafic. Comme il a été mentionné au paragraphe 5.4.1, la collecte s'effectuera entre 18h et 22h ménageant ainsi la population durant les heures tardives de la nuit et évitant d'obstruer le trafic routier durant les heures de pointe en cours de journée.

Ainsi, les déchets seront acheminés par les camions-bennes - à l'exception des centres densément peuplés qui seront desservis par de petits camions qui n'entraveront pas la circulation - selon l'horaire mentionné ci-haut, ceci causant une mise en trafic de quelques 20 à 30 camions de collecte et des camions de transport du compost. Tenant compte des heures de collecte spécifiques précédemment ceci se traduirait par un trafic de 6 camions par heure sur les réseaux routiers menant au site. Ceux-ci, étant presque à l'écart des agglomérations, ne causeront pas de nuisance majeure à la population.

En résumé, du point de vue de la circulation, les effets induits par l'exploitation de l'usine se traduiront par une augmentation du trafic sur le réseau routier de la région avoisinante, sans toutefois provoquer une incidence majeure sur la population.

Si, par contre, l'exploitation de l'usine doit entraîner la suppression de sentiers ruraux traversant le site, cette mesure indispensable ne devrait pas entraîner de gêne pour les exploitants agricoles, du fait que d'autres sentiers avoisinants pourraient être empruntés.

-44-

```

!@#|ffl      Lohte_
c 4 1 .....
* {} .....4'..... G
... ..t.
+..... 00 rp RFR          s,l+'' ,;
cazero      +j"          'y,          e      -t so 10h1 0      . 1
^..... 1'3.ci .          , ll.....*..
@Cr ui
nteouiloqo      idl"      \»Rotte      Crui Fj
jito      r30u3e eDeir et ghdzot
tTibol      KoussOyo
HrelJO      pehsi rv          wAin Kfor zobod
Oobb Eios      Ton Layel          \,          fr zabod
Circuit D      yB\
114 1          Environnementel Impact_
Assensment Sltud
USINE DE COMPOILAGE
ISN :Tctmrg

```

5.5. Atteinte au régime et à la qualité des eaux superficielles

Compte tenu de l'utilisation limitée de l'eau, et ce, pour l'humidification des déchets durant la période sèche, l'impact de l'usine de compostage sur la qualité des eaux de surface est très peu significatif.

En cas d'utilisation d'eau, des mesures doivent être prises afin de la traiter et passivement la recycler, en évitant tout rejet direct à un cours d'eau. Il est également important de procéder à l'asphaltage des voies de circulation intérieures avec la mise en place d'un réseau d'égoûts aboutissant à un exutoire.

5.6. Atteinte au régime et à la qualité des eaux souterraines

L'impact de l'usine de compostage sur la qualité des eaux souterraines sera nul, compte tenu du fait que la seule zone qui pourrait affecter les eaux souterraines, notamment la zone de fennentation, sera non seulement dotée d'un sol étanche, mais également couverte.

Ainsi des mesures doivent être prises afin d'assurer l'étanchéité du sol dans la zone de fermentation et de maturation.

5.7. Effet sur la morphologie du site et sur la stabilité des terrains

L'exploitation de l'usine de compostage ne risque pas d'entraîner des dommages au

niveau des éboulements ou glissements de terrain, mais pourrait susciter des tassements d'origine structurale. Ceci peut avoir lieu si la nature du terrain ne se prête pas à d'importantes activités industrielles telles que celles provoquées par les équipements lourds utilisés à l'intérieur de l'usine, ou encore si la qualité du sol est telle que le sol ne peut supporter la charge imposée par le dépôt des matières durant leur fermentation. Ainsi certaines études du sol doivent être effectuées et les mesures adéquates entreprises afin de pallier à tout éventuel tassement de terrain.

5.8. Effet sur la faune et la flore

La construction de l'usine nécessite l'élimination de la culture maraîchère d'une partie du terrain.

-45 -

Cependant, tenant compte des efforts visant à laisser le plus grand nombre de plantations tout autour de l'usine, un milieu naturel sera préservé au sein de la région agricole, ce qui aura pour effet d'amoindrir l'impact sur la faune.

5.9. Effet sur le climat

L'implantation de l'usine de compostage n'induit aucun effet sur le climat local.

5.10. Effet sur l'intérêt touristique et les richesses archéologiques  
L'usine de compostage de Zahlé n'aura aucun effet sur l'intérêt touristique et les richesses archéologiques. Bien au contraire, l'exploitation de cette usine pourrait contribuer, quoique indirectement, à l'amélioration de l'attrait touristique puisqu'elle servirait à trouver une solution au problème des ordures qui polluent aujourd'hui les plus beaux sites de Zahlé, notamment le fleuve Berdaomé.

5.11. Effets liés à la présence d'ouvrages techniques et aux servitudes affectant le site

Du fait de l'absence sur lesite de canalisations d'eau, de lignes électriques, et de réseau souterrain correspondant à l'implantation des câbles, des mesures devront être prises pour équiper le site.

-46-

## CHAPITRE VI

### ANALYSE DES ALTERNATIVES

Les différentes alternatives du projet ont été dûment considérées, en tenant compte du type de traitement, de l'implantation, des arrangements institutionnels et opérationnels, de l'entretien et de la surveillance.

6.1. Choix de la technologie d'élimination ou de traitement des déchets

L'analyse des alternatives (fincération ou décharge contrôlée) présentée à la section 3.6 a confirmé que l'usine de compostage complétée par une décharge contrôlée pour le refus du compostage représente la solution optimale pour Zahlé. Il est important de signaler que la décharge contrôlée est la première étape de traitement durant la période de construction de l'usine.

En effet, les raisons sociales et environnementales portant sur la localisation des zones de collecte et les propriétés agricoles de la région, les raisons techniques portant sur le choix du mode de traitement des déchets et du choix de la méthode d'exploitation, ainsi que les raisons économiques et le rôle du compost tant chimique que biochimique ou physique ont nettement favorisé le compostage des déchets solides en parallèle avec la mise en place d'une décharge contrôlée servant à recevoir les refus de compostage.

Il faut noter que la possibilité de rejeter le projet d'établissement d'un système de traitement des ordures en général, et de la construction de l'usine de compostage en particulier, n'est même pas envisageable. Ceci émane directement des conditions actuelles qui sont plus que primitives que ce soit du point de vue de la collecte ou du traitement des ordures. Les innombrables avantages présentés par l'usine de compostage de Zahlé ont été identifiés à la section 3.6 et ne seront donc pas repris ici.

-47 -

6.2. Choix du site

Dans la conjoncture libanaise actuelle, les obstacles entravant l'expropriation du terrain initialement sélectionné et les difficultés liées à une opinion publique réticente à l'idée de mettre en place une usine de traitement des déchets solides ont causé un arrêt du processus d'expropriation du terrain initial. Alternativement, les différentes options concernant des sites potentiels ont été envisagées. Comme l'acquisition de l'un ou l'autre de ses sites reste pour le moins incertaine, aucune implantation définitive ne sera entreprise. Il est toutefois certain que, quelque soit le site sélectionné, celui-ci sera conforme aux critères de choix en vigueur, notamment en ce qui concerne la facilité d'accès au site, sa localisation par rapport aux zones de collecte, son relief relativement plat, et son éloignement des zones résidentielles, ou attractions touristiques et monuments archéologiques.

Le meilleur terrain disponible sera ainsi sélectionné pour servir de site à l'usine de compostage et ultérieurement à la décharge contrôlée.

63. Choix de la capacité

Comme il a été discuté à la section 3.6, la capacité de l'usine de compostage a été portée à 200 t/jour et sera réalisée en une seule phase.

6A. Choix de la collecte

Une alternative à la collecte actuelle consisterait en la séparation des ordures en différents constituants tels que: le verre et le plastique, le papier et le carton, les métaux, et les matières organiques. Ce tri, fort désirable afin de faciliter le traitement des déchets (par recyclage, compostage ou même incinération) reste toutefois difficile à entreprendre au Liban sans une campagne adéquate et généralisée de publicité et d'information qui serait éventuellement renforcée par des législations sérieuses. Ainsi, même si ce système de collecte sélective devrait être intégré dans un projet de gestion des déchets solides à long terme, il est certain qu'il ne peut être effectué à l'heure actuelle.

-48-

6.4. Choix de l'exploitation

L'exploitation de l'usine de compostage, et de préférence la collecte des ordures, pourraient être entreprises par le secteur publique, mais il serait souhaitable voire recommandable de les confier à une entreprise privée qui serait beaucoup plus efficace.

6.5. Déchets industriels et hospitaliers

En dépit de ses multiples avantages pour le traitement des ordures ménagères, l'usine de compostage ne présente pas une solution convenable au traitement des déchets industriels ou hospitaliers. D'autres solutions sont à envisager, comme le recyclage du papier, carton, plastique et verre, la mise en décharge contrôlée des déchets non toxiques, et l'incinération centralisée spécialisée des déchets dangereux. Ces problèmes et alternatives relatifs aux déchets industriels et hospitaliers seront traités séparément aux sections 11 et 12 de ce rapport

-49-

CHAPITRE VII  
MESURES PREVUES POUR PREVENIR, SUPPRIMER,  
REDUIRE ET SI POSSIBLE COMPENSER LES  
CONSEQUENCES DOMMAGEABLES DU PROJET SUR  
L'ENVIRONNEMENT

En se basant sur l'expérience des usines de compostage au Liban et à l'étranger, des mesures compensatoires relatives à chacun des impacts négatifs seront identifiées et un plan de gestion pour le développement et l'application de ces mesures dûment établi. Les détails techniques qui seront présentés porteront sur l'impact engendré, les conditions d'applicabilité, ainsi que la conception et la description de l'équipement et des différentes procédures d'opération.

Des arrangements institutionnels pour l'exécution des mesures compensatoires seront aussi spécifiés. Le plan d'exécution de ces mesures, le contrôle et les procédures de rapport, et l'intégration du coût des mesures de réduction des nuisances dans le coût total du projet seront fournis. Un plan de contrôle pour l'exécution des mesures de mitigation sera également préparé.

7.1. Nature des mesures prévues

7.1.1. Protection de la valeur économique des espaces  
Etant donné que l'opération de compostage a essentiellement lieu dans un local fermé, la gêne apportée aux agriculteurs sera minime, mise à part l'élimination des zones de culture.

Par ailleurs, l'implantation de l'usine qui nécessite l'établissement d'un nouveau réseau de routes induira le réaménagement de la structure routière de manière à favoriser l'essor local. Il convient de noter, à cet effet, que la tâche d'aménagement des routes d'accès local. Il convient de noter, à cet effet, que la tâche d'aménagement des routes d'accès local. Il convient de noter, à cet effet, que la tâche d'aménagement des routes d'accès local.

relève généralement de la responsabilité des municipalités qui doivent en prévoir les coûts nécessaires.

7.1.2. Insertion paysagère- objet de réaménagement

Toutes les parcelles du site de l'usine non utilisées pour construire les bâtiments, les aires de circulation, de fermentation, de maturation ou de stockage, doivent être aménagées en espaces verts.

Pour des raisons esthétiques, mais aussi techniques, un rideau d'arbres judicieusement placé constituer un obstacle et éviter l'envol de débris. Pour le raisin, il est nécessaire de prévoir, autour du site, une haie d'arbres de grande taille à pousse rapide, peupliers ou cyprès, moyennant un espacement idéal de 2 à 3m entre les arbres. Le reste des espaces vides pourra être aménagé en pelouse. A titre indicatif le coût d'une pousse de peuplier d'une hauteur de 1m est de X00S.

Il ne faut pas oublier que ces plantations peuvent être mises en place facilement et à bon compte par utilisation du compost fabriqué pendant les premières semaines de marche de

7.13. Aménagement des mires de circulation, de fermentation, de maturation et de stockage.

Toutes ces aires constituent les éléments importants d'une usine de fermentation. Elles doivent toujours recevoir un revêtement de surface d'excellente qualité, leur permettant de supporter un trafic fréquent de camions et de semi-remorques de 12 tonnes de charge par essieu.

Il est donc indispensable d'apporter beaucoup de soin à leur construction et de prévoir un système de drainage efficace

En règle générale, pour les voies de circulation extérieure, il est souhaitable de proscrire les pentes supérieures à 8%, les rayons de courbure inférieurs à 15m, les largeurs de voies de moins de 7m. Il sera également préférable de prévoir des circuits différents pour les engins de maintenance et les véhicules de collecte. Pour les voies de circulation intérieure> les revêtements des sols doivent être lavables et anti-dérapants. Une hauteur libre d'au moins 5m au-dessus des surfaces de circulation doit être disponible, et un éclairage suffisant le long de toutes les voies de circulation normale du personnel, assuré. De même, les issues de secours doivent être en nombre suffisant et facilement repérables, et

5

les itinéraires d'évacuation fléchés et balisés. En outre, les voies d'accès aux matériels et organes de commande nécessitant des interventions répétées ou des opérations d'entretien doivent être dimensionnées de manière à permettre la maintenance des pièces lourdes ou encombrantes; ks papiers, planchers, passerelles, escaliers, échelles doivent être munis de dispositifs de protection contre les chutes. L'ensemble devra être conforme aux normes Françaises et Européennes en la matière.

7.1.3.1. Aires de circulation

Les chemins d'accès à la fosse de réception doivent permettre le croisement de deux véhicules. L'aire de déchargement des camions-bennes, devant les fosses de réception, doit avoir une largeur d'au moins 15m pour une petite usine et 20m pour une usine plus importante afin de faciliter les manoeuvres des camions; elle sera couverte pour éviter l'envol des papiers et plastiques au déchargement des camions de collecte.

7.1.3.2. Aires de stockage de fermentation et de Maturation

Pour les aires de stockage, le revêtement suivant peut être employé:

- couche anticontaminante (sable ou mâchefer): 0.10m d'épaisseur
- gravier. 0.20 à 0.30m d'épaisseur
- après compactage couche d'imprégnation
- enrobés: 4 à 5cm d'épaisseur ne fluant pas à 70°C
- béton bitumineux

Pour éviter que l'eau ne stagne entre les tas de compost, ce qui pourrait provoquer des fermentations anaérobies, il est nécessaire de prévoir une pente d'environ 2%.

Il est également important de prévoir aux abords de ces unités des moyens spécifiques de lutte contre l'incendie; en particulier des bouches d'incendie et de lavage, ainsi qu'un bassin de stockage d'eau prévu à cet effet.

Il doit être signalé que le coût associé à l'aménagement des aires de circulation, de fermentation, de maturation et de stockage est inclus dans le coût de construction de l'usine.

#### 7.1.4. Mesures prévues pour lutter contre les nuisances potentielles

##### 7.1.4.1. Lutte contre le bruit

Les engins utilisés dans l'usine de compostage doivent être conformes à la réglementation relative à l'insonorisation des engins de chantier et doivent faire l'objet de contrôles réguliers. Les matériels vibrants doivent être isolés sur des chassis ou massifs adaptés. Les heures d'ouverture de l'usine de compostage s'inscriront de 6h à 18h, et ce, du Lundi au Vendredi, et de 6h à 16h le Samedi. Les équipes travailleront par shift de 8 heures. De plus, afin de diminuer le bruit généré par le départ rapide des bennes, la vitesse sera limitée sur lesitc.

##### 7.1.4.2. Debouillage. dépoussiérage

Les chemins d'accès à l'exploitation bénéficieraient déjà sur l'ensemble de leur tracé d'un revêtement adapté empêchant que la chaussée ne soit souillée par les roues des camions en période pluvieuse.

##### 7.1.4.3. Dégagement d'odeurs nauséabondes

Afin de limiter l'effet résultant du dégagement des odeurs lors de l'arrivée des ordures et du déversement des camions, la fosse sera mise en dépression.

Quant aux odeurs causées lors de la fermentation, elles peuvent être contrôlées en assurant une bonne fermentation aérobie et donc un apport adéquat en oxygène. Ceci peut être réglé en fonction de la température ambiante qui doit donc être constamment déterminée. Si une baisse de température se manifeste, indiquant ainsi la prédominance de conditions anaérobies, le débit d'air sera augmenté afin d'accélérer et d'améliorer les conditions de fermentation. Bien qu'il ne devrait pas donc y avoir un dégagement perceptible d'odeurs nauséabondes, ceci ne peut être absolument garanti au Liban, vu les divers problèmes actuels, dont principalement, l'impossibilité de garantir le tri des ordures pénétrant la chaîne de compostage et d'assurer un courant électrique permanent alimentant l'usine de compostage.

En tout état de cause, et afin de prévenir et remédier à tout problème éventuel, il serait nécessaire de prendre en considération la possibilité d'installer un système de traitement d'odeurs avec tous les coûts qui en découlent.

-----5.

Le système suivant pour le traitement des odeurs est suggéré:-

1- En premier lieu, un filtre biologique est à considérer. Ce filtre, de forme rectangulaire ou autre, consiste en un lit de sable drainé, d'environ 20 cm d'épaisseur, sur lequel

repose un système de tuyau perforé en PVC. L'air à traiter est diffusé, à travers ce tube, dans un lit de tourbe-compost, d'une épaisseur de l'ordre de 50 à 75 cm, dont la surface est exposée à l'air libre. Une toiture est requise au-dessus du filtre pour empêcher son inondation durant la saison d'hiver et notamment les périodes de pluies torrentielles ou l'accumulation de neige.

Ce genre de filtre est capable de traiter 100 m<sup>3</sup> d'air par mètre carré de filtre. Donc, pour un volume de 40000 m<sup>3</sup> (4,000 e2 de superficie avec une hauteur de 10m), la surface totale du filtre serait de :

- 400 m<sup>2</sup> pour un taux de renouvellement = 1

- 800 m<sup>2</sup> pour un taux de renouvellement = 2

Le coût de cette opération pourrait atteindre 150,000 US\$.

2- Si le résultat requis n'est pas atteint et les odeurs restent perceptibles dans l'entourage du site (soit à l'intérieur d'un rayon de 500 m) après l'installation de ce genre de filtre une tour de lavage avec injection d'acide serait nécessaire. Le coût d'une telle opération s'éleverait à environs 450,000 US\$.

7.1.4.4. Eparpillement des déchets

Lors de l'acheminement des déchets, les bennes ouvertes seront recouvertes de filets de protection.

7.1.5. Protection des eaux superficielles

Bien que l'impact de l'exploitation de l'usine sur les eaux de surface soit peu significatif, il est nécessaire d'assurer le traitement des eaux après leur usage tant quotidien par le personnel de l'usine qu'occasionnel pour l'arrosage des déchets.

Une fosse septique ou une station de traitement de petite capacité sera installée pour recueillir les eaux usées engendrées par le personnel de l'usine et de la collecte.

L'opération et le maintien de la fosse septique ou de l'usine de traitement doivent être entrepris par un personnel qualifié. Les effluents émanant du système de traitement

-----4

doivent être conformes aux normes et standards en vigueur tel que définis par le Ministère de l'Environnement.

De même, les eaux de ruissellement seront adéquatement canalisées afin d'éviter tout contact avec les déchets dans la zone de fermentation.

7.1.6. Protection des eaux souterraines

Bien que les zones de fermentation et de stockage des ordures soient à l'abri des eaux de pluie, il est indispensable de prendre les mesures nécessaires afin d'éliminer la possibilité d'infiltration des lixiviats, et ce, dans les zones de stockage, de fermentation et de maturation.

A toute fin utile, il est nécessaire d'installer des piezomètres ou puits d'observation afin d'assurer une surveillance continue des eaux souterraines. La fréquence et la séquence des analyses, les parties responsables, ainsi que les coûts des opérations compensatoires sont présentés au Tableau 7.1.

7.1.7. Mesures concernant la stabilité des terrains

Tenant compte des charges imposées par le fonctionnement des équipements lourds et par l'entassement des ordures dans les zones de fermentation et de stockage, les mesures adéquates seront prises afin d'éviter tout risque de tassement qui entraînerait

inévitablement des dommages au niveau du sol et un mal fonctionnement au niveau de l'usine.

Ainsi, il est indispensable d'entreprendre des essais de portance et de tassement en vue d'assurer la stabilité du sol et la garantie de tenue des superstructures.

7.1.8. Protection de la faune et de la flore

La mise en chantier d'un plan d'aménagement prenant en considération les données biologiques devrait préserver sensiblement les capacités d'accueil des milieux pour la faune et la flore tout en contribuant à une préservation notable des qualités paysagères.

- SS -

Dans ce cadre, les principes d'aménagement suivants ont été retenus:

- L'aménagement adéquat des différents composants et bâtiments de l'usine de manière à assurer son intégration dans le milieu naturel environnant. Ceci peut être accompli par une architecture convenable tenant compte de l'environnement.
- La préservation maximale d'espaces verts. Ceci peut être assuré en éliminant que les surfaces agricoles nécessaires pour la construction des bâtiments et pistes.
- Un contrôle périodique de l'exploitation sera effectuée afin d'éviter la prolifération de rongeurs (rats campagnols, rats musqués, etc.), d'oiseaux (corbeaux, corneille, freux rapaces, etc.) et d'insectes.
- En cas de prolifération de certaines espèces, des moyens de lutte, tels que l'emploi de répulsifs et d'affolants pour les oiseaux, ou la dératisation effectuée par une entreprise spécialisée, seront entrepris.
- Ces mesures permettront de valoriser le plan de préservation de la nature et des structures paysagères traditionnelles de ce secteur agricole.
- 7.1t Mesur prévues pour respecter les servitudes liées à la présence des ouvrages techniques
- 7.1.9.1. Canalisation d'eau

Une nouvelle canalisation d'eau devra être installée afin de pourvoir aux besoins d'alimentation en eau nécessaires à l'humidification du compost en fermentation en période de sécheresse et à l'usage quotidien du personnel de l'usine. En effet, le personnel doit disposer, en nombre et surface suffisants, de vestiaires, lavabos et douches avec eau chaude, et de toilettes conformes à la réglementation du travail.

7.1.9.2. Installation de circuits électriques  
De nouvelles lignes d'alimentation en électricité, moyenne et basse tension, devront être installées sur le site de l'usine afin de permettre le fonctionnement des divers équipements. Les mesures adéquates doivent être prises afin de pallier à toute éventualité de coupures de courant, en assurant la présence d'un générateur électrique de capacité suffisante.

-56-----

### 1.1.9.3. Installation de cibles P.T.T.

L'installation de câbles P.T.T. devra être assurée pour permettre au personnel de l'usine de rester en contact constant avec le monde extérieur, et ce, notamment en cas d'urgence.

### 7.2. Recommandations opérationnelles

Au point de vue de l'hygiène générale, les notions pratiques suivantes sont à retenir.

- (1) maintenir l'usine propre et évacuer régulièrement les déchets à mettre en décharge.
- (2) réaliser de préférence la fermentation aérobic accélérée :
- (3) maintenir la masse en fermentation à une température de 60°C pendant 4 jours consécutifs au moins, en remuant la masse plusieurs fois durant la fermentation
- (5) on doit obtenir une vitesse suffisante de montée de température pour atteindre une fermentation thermophile (60°C et plus) en quelques jours. Cette dernière condition est évidemment plus facile à réaliser en fermentation accélérée lorsqu'on peut contrôler les principaux facteurs (air et eau) affectant cette augmentation en température
- (6) maintenir une humidité de 40 à 50% dans la masse en fermentation pour détruire les spores et germes pathogènes

(7) l'évacuation des eaux doit être envisagée au stade de la construction de l'usine. L'eau de pluie des aires de stockage doit être également traitée avant rejet à l'extérieur du terrain de l'usine.

Note: Il est fortement recommandé, voire conseillé, que la société responsable de la construction de l'usine prenne en charge son exploitation au moins durant les deux premières années, et ce, afin de mettre au point les équipements et appareils et de confirmer les exigences techniques. Ceci permettra d'établir une base de données mettant en valeur les caractéristiques de l'usine et facilitant ainsi son contrôle par l'exploitant tant sur le plan de l'opération que de l'entretien.

73. Estimation des coets des mesures compensatoires  
Un ordre de grandeur des coets relatifs aux mesures de mitigation discutees ci-haut est  
presente a l'annexe.  
~~~~~8

CHAPITRE VIII  
GESTION ET FORMATION ENVIRONNEMENTALES

L'exploitation adquatade de l'usine de compostage necessite la coordination des efforts  
entre les differentes parties concernees parce projet aussi bien pour l'operation que pour  
la surveillance, notamment

- Les organisations responsables de l'operation de l'usine que ce soit la municipalite ou  
une societe privee;
- Les municipalites;
- Le gouvernement central ou l'organisme de gestion des dechets mis en place par ce  
dernier;

- La population.  
Le role de chaque parti sera strictement specifie afin d'aboutir a un systeme organise de  
gestion des dechets solides. L'organisation responsable de la gestion de l'usine doit avoir  
l'autorite et la competence adquatades, ainsi que les ressources financiaires ncires a  
l'accomplissement de ces responsabilites.

Il est donc indispensable d'identifier la capacite actuelle des municipalites de gerer et  
d'exploiter adquatade l'usine. Actuellement, il semble que la municipalite de Zahle ne  
soit pas entierement en mesure d'affecter au service de l'usine le budget de  
fonctionnement. En general, les principaux revenus des municipalites proviennent des  
taxes locales (permis de construction, factures electriques, taxes municipales, taxes  
foncieres, taxes sur les carburants) et des subventions gouvernementales.

D est important de signaler, a ce stade, que les taxes revenant aux municipalites constituent  
des recettes importantes si elles sont dement remboursées par les Offices de l'Etat. Le  
probleme se resumerait donc non a augmenter ces taxes ou a en mettre en place d'autres,  
mais a assurer leur injection dans les comptes des municipalites d'une maniere sere et  
efficace.

toutefois a preciser que si ces revenus ne sont pas actuellement alloues uniquement  
au service de la collecte et du traitement des dechets solides, ce service devrait constituer,  
dans le cadre d'une strategie a long terme, une part majeure du budget municipal.  
- 59 -

D'autre part, il semble que la plupart des municipalites ne soient pas en mesure de trouver  
un personnel qualifie pour la gestion et l'operation des usines de traitement. Cette carence  
en cadres techniques est due aux facteurs suivants:

- Les salaires dans le secteur publique etant relativement bas, le personnel qualifie  
prefere ainsi le secteur prive caracterise par une echelle de salaire plus elevee. Ceci  
est surtout evident au niveau des municipalites et des autorites locales responsables  
de la gestion des dechets solides.
- La selection du personnel durant les dernieres annees a ete basee sur des  
favoritismes et des facteurs politiques et religieux.
- Le manque de personnel ayant le niveau de competence necessaire rend les capacites  
operationnelles de la Municipalite tres limitees.
- Le manque de registres, de donnees, et de logiciels constitue un handicap de taille a  
la bonne gestion des dechets solides.

Ces deficiences sus-mentionnees constituent des obstacles majeurs au developpement et a  
l'implantation d'un systeme adquatade de gestion des dechets solides. Elles se revelent t:  
d'autant plus critiques pour les villages situes en peripherie du cwu de Zahle.  
D serait alors preferable de confier l'exploitation de l'usine de compostage a des centres de  
gestion autonomes regionaux. Cela dit, il est suggere, pour assurer la pertinence des efforts

consentis pour la réalisation des investissements nécessaires à l'aménagement des usines de traitement, de procéder à la création d'un office autonome. Cet office autonome, dépendant éventuellement du Ministère des municipalités, sera chargé de gérer l'ensemble des centres de gestion des projets de traitement de déchets solides mis en place dans tout le pays. Ces centres de gestion travailleront en coordination étroite avec les municipalités qui seront dûment représentées et recevront directement les résultats de l'ensemble des contrôles cités auparavant.

Cette autorité, dotée d'un budget autonome, pourra soit gérer directement l'exploitation de l'usine soit confier toute ou une partie de la gestion à des entreprises privées spécialisées; le rôle de l'autorité, dans ce cas, se bornera à surveiller la bonne exécution des contrats qu'elle aura passés avec ces entreprises. Dans tous les cas, l'assistance de la part de l'organisme central et du gouvernement est absolument essentielle afin de permettre aux autorités locales ou aux centres régionaux de fonctionner convenablement (lois, réglementations, polices, etc. pour assurer le support nécessaire).

-60-

L'organisme central, à savoir l'office autonome de collecte, transport et traitement des déchets, supervisera et centralisera les opérations de tous les centres de gestion propres à chaque pays, comme l'aménagement et l'exploitation des décharges ainsi que la collecte et le transport des déchets. Pour ne pas trop alourdir ses effectifs depuis le début, il pourra faire appel aux services spécialisés de l'état, si nécessaire.

L'unité - Administration et comptabilité du chef lieu du pays comprendra nécessairement un élu municipal (union des municipalités du pays ou municipalité du chef lieu du pays). Cet élu aura entre autres tâches celle d'apprécier les montants des taxes - ordures ménagères - par foyer et de gérer le service de collecte qui alimentera le fonds de roulement de l'usine.

#### 8.1. Formation du personnel

La formation du personnel pourra être assurée par les sociétés ayant contracté une entente pour la gestion des déchets, ou par l'établissement de cours de formation au niveau universitaire dans les universités, écoles d'ingénierie, ou écoles techniques. Ce type de formation a déjà été réalisé dans de nombreux pays, sous l'égide de Ministères (Intérieur, Santé, ou Education Nationale...), les cours étant donnés par des spécialistes fournis soit par les agences de l'ONU (OMS, ONUDI, BM...) dans le cadre de Projets, soit par des entreprises privées, soit parfois même par le personnel de ville jumelle.

Du même, l'expérience nécessaire pourrait être acquise au cours de conférences et stages dans le domaine des déchets solides, notamment en ce qui concerne la sélection du matériel de collecte, la planification de l'itinéraire de collecte, la maintenance spéciale des déchets hospitaliers, etc.

Il est important de mentionner que si l'exploitation, au moins durant les deux premières années, est confiée à l'entreprise ayant pris en charge la construction de l'usine, la formation du personnel ne pose plus de problème majeur, le facteur important étant toutefois d'assurer une transition souple et efficace lors de la prise en charge du système de traitement par l'exploitant effectif.

82. Information de la population

L'ensemble de toutes les mesures précédentes, investissements, exploitations, formations, ne pourront donner leurs pleines capacités que si elles sont complétées par une campagne d'information des usagers qui doivent participer pleinement à cette grande entreprise qu'est la résolution du problème des déchets solides.

- 61 -

En fait, un système bien organisé de gestion des déchets doit prendre en considération les facteurs sociaux et culturels des résidents afin de maximiser la coopération politique et par conséquent minimiser les coûts de la collecte ainsi que ceux de l'exploitation de l'usine. Ainsi, l'organisation responsable de la gestion du système de déchets solides doit cibler principalement l'éducation des résidents et le renforcement des législations relatives

aux déchets solides et des réglementations environnementales.

Par exemple, les résidents seront encouragés à coopérer avec les organisations responsables de la gestion des déchets solides, à respecter les réglementations telle que la mise à disposition des ordures à l'heure spécifiée, à procéder à l'entretien.

consistera en une séparation des déchets constituant des ordures en deux sacs l'un pour les matières putrescibles et le carton et l'autre pour les verres, plastiques, et métaux. Ces sacs seront chargés dans des conteneurs séparés qui seront par la suite évacués par des services de collecte séparés.

Les systèmes d'information et d'éducation publiques dans le domaine des déchets solides pourraient être assurés par des programmes éducatifs à la télévision et la radio, des conférences, des cours à l'école, etc. Ceci sera le fruit des efforts du Ministère.

1. Envisageons (par l'imposition de législations du Ministère de la Santé Publique, du Ministère de l'Information, du centre régional de gestion, de l'exploitant de l'usine, et des médias (par l'incorporation de programmes concernant l'environnement)).

-62 -

#### CHAPITRE IX CONTROLE ET SURVEILLANCE

##### 9.1. Collecte des déchets

L'organisation du service de collecte est une mission qui doit être sérieusement entreprise par un personnel compétent. En fait, l'itinéraire et l'horaire de la collecte doivent être étudiés afin de minimiser les nuisances dues au trafic des camions, tout en tenant compte des aspects sociaux prévalant. La planification des itinéraires CL horaires de collecte optimaux sera assurée par les efforts combinés du directeur de l'usine et des contrôleurs de la collecte.

L'équipe de la collecte se compose théoriquement d'un chauffeur et de 2 ripeurs. Toutefois, la manipulation des bacs n'étant pas toujours facile, le sol étant rarement plat, cimenté ou goudronné, 3 à 4 ripeurs sont généralement requis. Dans les grandes agglomérations, le problème du transport des 4 ripeurs ne se pose pas puisque les distances "haut le pied" sont généralement faibles. Par contre, le transport de 4 ripeurs vers les villages relativement éloignés crée un problème, car les cabines des camions de collecte ne possèdent que 2 places en plus du chauffeur et il n'est ni autorisé ni recommandé d'avoir 2 personnes sur les marches-pieds arrières du véhicule.

L'exploitant pourra remédier à ce problème en assurant la présence d'ouvriers sur les lieux de la collecte, ou encore en demandant aux différentes municipalités concernées de mettre à sa disposition le personnel supplémentaire selon des conditions financières bien déterminées.

9.2. Surveillance et protection de l'accès à l'usine  
La surveillance de l'usine est réalisée en permanence par un gardien logé sur place dans la zone allouée aux bureaux administratifs. Cette surveillance serait mise en place dès la création de la décharge contrôlée précédant l'usine.

-63-

En plus, le site doit être entouré d'une clôture grillagée munie d'un portail d'accès empêchant ainsi les déplacements, en dehors des heures de travail, à toute personne non autorisée. Cette mesure est prise principalement pour éviter les accidents, voire les vols.

##### 9.3. Contrôle des déchets - Gestion du pont-bascule

Le contrôle de la nature et de la quantité des ordures reçues revêt une importance majeure pour la gestion de l'usine et de la collecte.

Il sera procédé à une vérification des déchets arrivant à l'usine. Chaque véhicule passera obligatoirement par le poste de contrôle avec pesage au pont-bascule et contrôle visuel des déchets. Un registre informatique indiquera pour chaque véhicule: l'origine et la nature des déchets, le nom et le numéro de rémorcage du transporteur, le poids ou, à défaut, le volume des déchets, et la date et l'heure d'arrivée des déchets.

C'est ainsi que, grâce à l'impression du poids de chaque véhicule de collecte, à chaque

tournée, sur les tickets de pesage, la quantité d'ordures collectées sur chaque circuit de ramassage peut être exactement connue en fonction des jours de la semaine, de la saison, etc. Ces tickets de pesage indiquent le numéro du camion, ainsi que la date et l'heure de passage, données qui sont exploitées par un secrétaire aide-comptable dont le rôle est de mettre à jour en permanence les statistiques de la collecte.

Ces données ainsi recueillies formeront une base de données qui servira de base principale pour la planification et l'optimisation de la collecte et de l'exploitation de l'usine.

#### 9.4. Exploitation de l'usine

L'exploitation adéquate d'une usine de compostage nécessite un service compétent de contrôle et de surveillance. Ceci relève de la responsabilité du centre régional de gestion dans le cas où ce centre gère directement l'usine. Toutefois, dans le cas où la gestion de l'usine est confiée au secteur privé, ce qui est recommandé, exploitant sera lui-même responsable du contrôle quotidien de l'opération, tandis que le rôle du centre régional se résumera à surveiller la bonne exécution du contrat par l'entreprise privée. Cette dernière devra avoir la compétence nécessaire se traduisant par une expérience minimale de dix ans dans la gestion des ordures et notamment dans le compostage.

-64 -

Quelque soit l'option adoptée (secteur public ou privé), il est en général conseillé de confier l'exploitation, durant la première année, à l'entreprise ayant pris en charge la construction de l'usine, selon le concept constructeur-opérateur mis en évidence dans les sections précédentes. Il est toutefois important d'assurer une transition et un transfert de technologie souples et efficaces lors de la prise en charge de l'opérateur effectif.

Le personnel affecté à l'exploitation de l'usine de compostage comprend un directeur d'exploitation, un département administratif et les techniciens responsables de l'opération des divers équipements. Les responsabilités individuelles sont spécifiées au tableau 9.1.1.

#### Tableau 9.1. Mesures compensatoires et actions entreprises

| Mesures compensatoires  | Action   | Période                         | Responsable                    |
|---|--|---------------------------------|--------------------------------|
| Aménagement des aires de circulation, de fermentation, de maturación et de stockage                                       | Revêtement efficace pour l'évacuation des eaux de ruissellement  | Etude et construction du projet | Bureau d'étude et entrepreneur |
| - Aménagement des pentes et d'un système de drainage efficace pour l'évacuation des eaux de ruissellement                 |  |                                 |                                |
| - Bruits des engins et équipements dans l'unité de traitement physique relative à l'insonorisation des engins de chantier | - Spécification des équipements conformément à la réglementation | Etude et adjudication du projet | Bureau d'étude                 |
| - Contrôle régulier des engins  |  |                                 |                                |
| - Spécification des heures d'ouverture  |  |                                 |                                |
|   |  | de 6h à 18h                     | Personnel d'entretien          |

-65 -

| Mesures  | Action   | Période d'application                 | Responsable                                |
|--|--|---------------------------------------|--|
| Compensatoires   |  |                                       |  |
| - Bruits des camions   | - Planification des horaires et itinéraire de collecte   | Période d'exploitation                | Directeur de l'usine et les contrôleurs de |
| de collecte de façon à minimiser ks effets sonores   |  |                                       |  |
| - imposition d'une limite de la vitesse des camions sur le site  |  | Période d'exploitation et contrôleurs | Chauffeur de camion                        |
| Réduction des odeurs nauséabondes lors de l'arrivée des ordures  | - Mise de la fosse de décharge en dépression   | Etude et construction du projet       | Bureau d'étude et entrepreneur             |
| - Collecte bien étudiée pour éviter la fermentation des ordures dans les rues  |  | Période d'exploitation                | Personnel de collecte                      |
| Réduction des odeurs nauséabondes pendant la fermentation des ordures et la maturation du compost                                  | Maintien des conditions d'aérobie accélérée pendant la fermentation par l'introduction de débit d'air à l'aide de soupapes | Période d'exploitation                | Personnel de commande et de fermentation   |
| Assurer une adéquation des ordures pendant 4 jours consécutifs au moins, en remuant la masse plusieurs fois durant la fermentation | - Maintien de la température de 60C  | Période d'exploitation                | Personnel de commande et de fermentation   |

-66-

| Mesures compensatoires  | Action                 | Période d'application  | Responsable                              |
|---|------------------------|------------------------|--|
| - Obtention d'une vitesse suffisante de montée de température pour atteindre une fermentation thermophile en quelques jours |                        | Période d'exploitation | Personnel de commande et de fermentation |
| - Maintien d'une humidité de 40 à 50% dans la masse en fermentation pour détruire les spores et germes pathogènes           |                        | Période d'exploitation | Personnel de commande et de fermentation |
| - Ecrêtement de l'épaulement des camions  | Couverture des camions | Période d'exploitation | Chauffeurs des camions et                |

déchets tout le long des filets de contrôleurs de  
des routes suivies protection collecte  
par les camions et à  
l'usine  
Empêchement de Asphaltage des voies Etude, construction Bureau d'étude,  
poussière due à la de circulation des et entretien du projet entrepreneur.  
circulation des camions  
Véhicules  
Protection des eaux - Fosse sceptique ou - Etude et Bureau d'étude et  
superficielles et station de traitementL construction du entrepreneur, et  
souterraines de petite capacité projet personnel d'entretien  
pour l'évacuation et  
le traitement des  
eaux usées émanant - Période - Personnel  
des bâtiments d'exploitation d'entretien  
administratifs et de  
l'humidification des  
ordures durant les  
périodes sèches -

Mesures Action Période Responsable  
Compensatoires - Etude et d'application  
- Evacuation des construction du Bureau d'étude et  
eaux de projet entrepreneur  
ruissellement par  
canalisation afin  
d'éviter tout contact  
avec les déchets et le - Périod- Personnl  
compost dans les d'exploitation d'entretien  
zones de  
fermentation et de  
maturation  
Stabilité du soi Analyse de la qualité Etude et Bureau d'étude et  
(risque de tassement de la substructure et construction du entrepreneur  
dû au prise de mesures projet  
fonctionnement des nécessaires  
engins) (fondations et  
compactage) - Aménagement Etude et Bureau d'étudeet  
Protection de la adéquat des construction du entrepreneur  
faune et de la flore projet  
différs  
composants et  
immeubles de l'usine  
de manière à  
intégrer cette usine  
dans le milieu  
environnement  
- Préservation Etude et Bureau d'étude et  
maximale d'espaces construction du entrepreneur  
verts projet  
- Entretien des Période Personnel  
espaces verts d'exploitation d'entretien des  
jardins  
- Contrôle Période Personnel  
pérididique afin d'exploitation d'entretien des  
d'éviter la jardins

prolifération de rongeurs

| Mesures compensatoires  | Action  | Période d'application             | Responsable  |
|---|---|-----------------------------------|--|
| Services Publiques:   |   |                                   |  |
| - Alimentation en eau potable et eau froide et chaude   | - Canalisation de l'eau de puits  | * Etude et construction du projet | - Bureau d'étude et entrepreneur   |
| - Période d'exploitation  | - Personnel d'entretien   |                                   |  |
| 1- Installation d'un système de chauffage, et de chauffe-eau  | - Période d'exploitation  | - Bureau d'étude et entrepreneur  |  |
| - Alimentation en courant électrique et mesures en cas de coupure de courant électrique de capacité suffisante                      | Installation de câbles P.T.T  | - Etude et construction du projet | - Bureau d'étude et entrepreneur   |
| - Installation de moyens de communication permettant le contact avec le monde extérieur notamment en cas d'urgence                  |   |                                   |  |
| Empêchement de la contamination des terrains agricoles les produits chimiques (métaux lourds) résultant de l'application du compost | Détermination de la quantité et fréquence d'exploitation par adéquate de l'application du compost, basée sur la nature des terrains agricoles ainsi que la composition et |                                   | Coordination entre les différentes organisations officielles et non officielles concernées par l'agriculture telles que le Ministère de l'Agriculture, le plan |
| qualité du compost. vert, le Ministère de la Santé Publique, et   |   |                                   | les feniliers.   |

-69-

| Mesures compensatoires   | Action                                | Période d'application  | Responsable                             |
|--|---------------------------------------|------------------------|---|
| Encourager l'utilisation du compost  | -Assurer une bonne qualité du compost | Période d'exploitation | - Contrôle du fonctionnement de l'usine |
| * Contrôle de l'opération des trieurs manuels et automatiques des matières non |                                       |                        |   |

fermentescibles  
 Information des fermiers sur les avantages et la technique adéquate de l'utilisation du compost, à l'aide de programmes éducatifs, de conférences, et de démonstrations sur les terrains agricoles

Coordination entre les différentes organisations officielles et non officielles concernées par l'agriculture telles que le Ministère de l'Agriculture, le Plan Vert, le Ministère de la Santé Publique, et IC

Les fermiers

Impact négatifs prévus:  
 Encourager la coopération des résidents avec le système de collecte et de traitement (Le1) que séparation des différents constituants des ordures aux maisons) nécessaires  
 - les médias.  
 - Programmes éducatifs, conférences, etc..  
 .70.

\* Etude du comportement social et culturel des résidents, information et éducation des résidents concernant le domaine des déchets solides  
 - Des législations Santé Publique, et

Coordination entre le directeur de l'exploitation, le contrôleur, le centre régional de gestion, les municipalités, le Ministre de l'Environnement, de l'information, de l'interieur, de la

Tableau 9.2. Partage des responsabilités

| Fonction  | Responsable  | Période                |
|---|--|------------------------|
| Gestion de l'usine  | Directeur  |                        |
| Comptabilité  | Comptabilité - Administratif                                   |                        |
| Secrétaire  |  |                        |
| Surveillance de l'usine et d'accès  | - Gardien  | Pendant l'exploitation |
| Protection des accès  | - Clôture grillagée avec un portail                            | Pendant l'exploitation |
| Salle de commande   | 1 contrôleur   | Pendant l'exploitation |
| Contrôle de la nature et de la quantité des déchets à l'entrée                | - Peseur<br>- Pont Bascule<br>- Base de données sur ordinateur | Pendant l'exploitation |
| Bascule   |  |                        |
| Commande automatique des transporteurs pour la réception des ordures          | 1 personnel de commande  | Pendant l'exploitation |
| Elimination manuelle des produits non fermentescibles (plastique, verre, etc) | 3 ouvriers   | Pendant l'exploitation |
| Opération de l'unité de fermentation  | 2 techniciens  | Pendant l'exploitation |
| Opération de l'unité de traitement final                                      | 2 techniciens  | Pendant l'exploitation |
| Manutention des équipements mobiles (1 chouleur et 1 camion)                  | 2 conducteurs  | Pendant l'exploitation |



mohafazat un atelier central de réparation qui aura également à sa charge la gestion des pièces détachées.

Pour pouvoir éventuellement dépanner un camion en cours de collecte, il est indispensable que le mécanicien puisse disposer d'un véhicule léger, type camionnette, pour se rendre sur place avec le matériel nécessaire. Par ailleurs, dans tous les garages, il devra y avoir une benne supplémentaire pour pallier à toute défaillance des autres véhicules.

9.7. Entretien de l'usine  
 La bonne exploitation de l'usine nécessite un entretien bien organisé des différents équipements par un personnel qualifié. Ce personnel consiste en un électricien, un mécanicien et 2 aides électro-mécaniciens qui seront aussi responsables de l'entretien des camions-benne.

9.8. Entretien des jardins et propreté des voiries  
 Toutes les dispositions appropriées devront être prises pour faciliter l'intégration de l'usine dans son environnement naturel et préserver le caractère hygiénique de l'usine. L'entretien des jardins et le nettoyage régulier des voiries doivent être entrepris par 2 ouvriers.

-73 -

CHAPITRE X  
 PARTICIPATION DU PUBLIC ET DES ORGANISATIONS  
 GOUVERNEMENTALES ET NON  
 GOUVERNEMENTALES

Une audience publique visant à sonder l'opinion de la population affectée par la construction de l'usine de compostage de Zahlé a été préparée en étroite liaison avec les représentants du Ministère de l'Environnement, du Ministère des Affaires Municipales et des Municipalités concernées.

10.1. Préparation de la réunion  
 La réunion a été préparée et organisée pour assurer une coordination totale et une bonne participation de la part de la population ainsi que des échanges d'idées fructueux. La préparation a inclus:

- L'établissement de plans, de graphiques et de tableaux à la portée de tous.
- Prise de connaissance approfondie de la situation actuelle de Zahlé et des zones limitrophes.
- Anticipation des nuisances existantes et des commentaires des habitants grâce à des contacts préalables avec les responsables de la région.

Cependant, malgré la prise de mesures préparatives et sécuritaires, la réunion n'a pas pu avoir lieu, et ce, d'après les recommandations du CDR qui a craint, après l'expérience de Saïda (recré à «Etude d'impact sur l'environnement de l'usine de compostage de Saïda»). de violentes réactions qui ne sont parfois que les reflets des divers aspects politiques du Liban. Néanmoins, les contacts entrepris avec les responsables et représentants de la région ont révélé qu'aucun problème politique sérieux ne pourrait entraver l'exécution du projet.

- 74 -

CHAPITRE XI.  
 LES DECHETS INDUSTRIELS

11.1. Définition  
 On distingue deux types de déchets industriels, différents par leur nature et leur origine, nécessitant des traitements adaptés:

- Les déchets banals, composés de papier, carton, bois, et plastique qui peuvent être traités dans les mêmes conditions que les ordures ménagères.
- Les déchets industriels spécifiques dont la nature physico-chimique peut être source d'atteinte à l'environnement et qui doivent ainsi recevoir des traitements particuliers garantissant leur innocuité pour l'environnement. Certains résidus solides, liquides ou boueux > comme sels de réactions chimiques ou boues toxiques doivent être envoyés

dans un centre spécialement conçu de façon à éliminer tout risque pour la collectivité à court et très long terme, par différentes techniques telles l'incinération, la détoxification, l'inertage par solidification, la régénération, etc

Les déchets industriels sont produits par les établissements industriels et commerciaux de la région concernée Pour les étudier, un recensement de tous les établissements existants a été effectué, d'abord grâce aux listes fournies par la Chambre de Commerce et d'Industrie, puis par des contrôles sur place.

Ces enquêtes ont permis d'établir des fiches de renseignement qui ont servi à alimenter la base de données. Les renseignements suivants ont été répertoriés: le nom de la société et sa nature juridique, la ou les catégories de produits fabriqués et les quantités fabriquées annuellement, les types de déchets par nature de fabrication, leur quantité, leur degré de nocivité, leur conditionnement et évacuation.

En ce qui concerne les établissements commerciaux, seuls les grands établissements produisant des quantités importantes de déchets, comme les marchés, les hypermarchés, les déjôts de marchandises (pneus, batteries de voiture, stockage de boissons en bouteilles, etc) ont été considérés.

-75-

Parmi les établissements industriels recensés, les plus nocifs pour l'environnement sont (1) les abattoirs, (2) les installations d'épuration, (3) les tanneries, (4) les teintures et tissage de textiles, (5) les usines d'agroaliminaire, etc.

11.2. Classement des déchets industriels

Le classement des déchets industriels est réalisé en deux parties, la première selon le groupe de repérage, la seconde selon la détermination de son origine.

11.2.1. Catégories

Dans le cadre de cette étude, les groupes de repérage suivants peuvent être identifiés:

C 3: Déchets liquides huileux parmi lesquels on peut noter:

huiles moteur (C 147)

huiles de transmissions hydrauliques (C 144)

C 4: Déchets de peinture, vernis, colle, encre

C 10: Déchets minéraux solides de traitements chimiques

C 14: Déchets banals

minéraux (merics, terres, stériles)

matières plastiques

caoutchouc

textiles

papiers et cartons

bois

matières animales

sang

matières végétales

11.2.2. Origines

Agriculture et industrie agricole

A 10: Agriculture

A 11: Industrie agroalimentaire produits animaux et végétaux

A 12: Industrie des boissons

A 13: Fabrications d'aliments pour animaux

-76-

Métallurgie - Construction mécanique et électrique

A 22: Métallurgie des métaux non ferreux

A 23: Fonderie et travail des métaux

A 24: Construction mécanique, électrique, électronique

Industrie chimique

- A 71: Fabrication de produits photographiques
- A 73: Transformation du caoutchouc et des matières plastiques
- A 76: Industrie textile et de l'habillement
- A 77: Industries des cuirs et peaux
- A 78: Industrie du bois et de l'aménagement
- A 80: Industrie du papier et du carton
- A 81: Imprimerie, presse-édition, laboratoires-photographiques
- Services commerciaux
- A 82: Laveries, blanchisseries, teintureries
- A 83: Commerces
- A 84: Transports, commerces et réparation automobile
- A 85: Hôtels, cafés, restaurants
- Services collectif
- A 86: Santé
- A 87: Enseignement
- A 88: Activités administratives, bureaux
- A 89: Ménages

Parmi les établissements recensés, seuls ceux qui produisent des déchets solides ont été retenus pour ce projet; Les rejets liquides qui ont été signalés par les responsables de ces industries ont également été notés lors de l'enquête.

113. Enquêtes sur les établissements industriels

La méthodologie suivie pour identifier les établissements industriels consiste en:

- L'identification des industries en se basant sur le «Fixe Index» 1994.
- L'identification de la liste des industries enregistrées à la chambre d'Industrie et de Commerce.

- L'identification, par une équipe d'enquêteurs, des industries qui ne figurent ni dans le "Fixe Index" ni dans le registre de la Chambre de l'Industrie et du Commerce.

Ainsi, tous les établissements industriels et les commerces situés dans la zone desservie par l'installation de traitement des ordures ont été recensés. Les renseignements recueillis en réponse au questionnaire ne correspondent pas souvent à la réalité. Ceci est dû d'une part à une ignorance de la part de l'industriel de la réalité des rejets, ou d'autre part à la tendance de tous les responsables de minimiser la quantité et l'importance des rejets, par crainte ou encore par ignorance.

La faiblesse des réponses dont beaucoup témoignent a été particulièrement remarquée, notamment en ce qui concerne le lieu d'évacuation. En effet, si certains admettent sans aucun scrupule rejeter leur déchets dans une rivière, en mer, voire sur un terrain vague, d'autres sont fiers de prétendre qu'ils se chargent de les brûler (surtout les marchands de pneus). Seuls quelques-uns admettent que tous les moyens actuellement pratiques sont non efficaces et nuisibles non seulement à l'environnement mais aussi à la santé publique. Les résultats de l'enquête sont présentés en annexe (Annexe C).

114. Un cas particulier: le traitement des pneus  
Le commerce de pneus consiste en la réparation des crevaisons des pneumatiques des véhicules, et, quand cela devient indispensable, leur remplacement par des pneus neufs, nécessitant ainsi la mise au rebut des pneus usagés.

L'élimination des pneus est un problème majeur à résoudre, non d'un point de vue hygiénique, mais esthétique. En effet les pneus sont constitués d'un matériau imputrescible, caoutchouc ou butadiène allié à des produits chimiques de renforcement (dont principalement le soufre), contenant des tissus nylon également imputrescibles et/ou des nappes de fils d'acier très résistants. Les dimensions vont du pneu de scooter au pneu de scraper, soit d'un diamètre de 300 mm à 2,50 mètres

La plus grande quantité de pneus est celle engendrée par les voitures particulières, leur dimension étant d'environ 60 à 70 cm de diamètre pour une épaisseur de 15 à 20 cm.

D'après une thèse soutenue à l'université américaine de Beyrouth, le nombre actuel des voitures en circulation au Liban serait de 700,000 à 900,000, soit en gros une moyenne d'une voiture pour 5 habitants.

Bien que ce chiffre paraisse élevé pour les 4 millions d'habitants du Liban, nous pouvons

l'adopter car cela ne change pas grand chose au problème de l'élimination des pneus. Ces  
-78-

800.000 voitures parurent environ 10000 km par an et la durée d'un train de pneus est de l'ordre de 30.000 km. Ceci, bien que paraissant faible, mais est dû d'une part au fait que beaucoup de personnes achètent des pneus mis au rebut en Europe et d'autre part au mauvais état du revêtement et à la présence de nombreux trous et accidents de chaussée. La quantité de véhicules privés en dehors des camions dans la région de Zahié pour une population estimée à 266 000 personnes cal de:

266 000/5 = 53 200 voitures

Le nombre de pneus à éliminer, est donc de:

53 200 \* 10 000 \* 4/30 000 = 70 933 pièces par an

Ces pneus génèrent un volume apparent 5 000 m<sup>3</sup>, soit un emplacement en décharge de 1 000 m<sup>2</sup> sur 5 mètres l'é hauteur s'ils sont empilés. A ces pneus s'ajoutent également ceux des camions de l'ordre de 10 % en plus.

L'élimination des pneus pourrait s'effectuer de plusieurs méthodes donc les coûts varient d'une façon très importante selon la sophistication du procédé.

11A.1. Décharge à Pair Libre

C'est en quelque sorte une décharge sauvage, très employée au Liban et partout ailleurs dans les pays industriels. Dans ce cadre, on peut également inscrire l'utilisation des pneus comme bornes sur les routes, comme protection et délimitation des emplacements de parking et du passage de voitures, etc.

Le risque majeur provient de la stagnation d'eau dans les boudins, avec risque de prolifération de mouches et insectes par temps pluvieux.

11A2. Fond de décharge

Les pneus sont disposés en fond de décharge comme protection du fond de casier, mais il y a un risque de mauvaise compression du compacteur, le caoutchouc étant éminemment élastique,

11.43. Incinération

Elle se pratique dans des fours spéciaux avec un traitement de fumées très sophistiqué nécessitant par la présence du soufre qui se combine avec l'oxygène de l'air pour former de  
-79-

l'acide sulfurique qui, envoyé à l'extérieur dans les fumées de l'incinération, est extrêmement dangereux pour la santé, en particulier pour les bronches des enfants vivant à proximité. Les pneus peuvent également être brûlés dans des fours de cimenterie en assurant une haute surveillance des fumées. Cette technique reste toutefois peu répandue en raison de la capacité limitée des fours au Liban à absorber la quantité trop importante des pneus, mais aussi en raison de la réticence des cimenteries préférant utiliser le fuel qui est moins coûteux et plus facile à manipuler.

11.4.4 Cryogénie et broyage

C'est une solution élégante, mais très onéreuse, basée sur la séparation assez facile des nappes de fils de fer du caoutchouc à très basse température broyé par passage dans un broyeur à marteaux. La poudre ainsi obtenue peut être utilisée pour la refecton des chaussées asphaltées.

11.4.5. Fonte

Les pneus peuvent être fondus pour obtenir un caoutchouc qui est utilisé pour la fabrication de pneus de brouette. Le prix d'une telle technique est très élevé et les débouchés restent très faibles, voire quasiment inexistant.

11.4.6 Déchiquetage

Les pneus sont passés dans une machine dotée de deux axes horizontaux et parallèles tournant en sens opposé et munis de couteaux circulaires qui découpent les pneus en gros copeaux. Cette technique, qui résulte en une réduction notable du volume de pneus, permet leur mise en décharge d'une manière plus commode et efficace

11.4.7. Réti artificiels

Les pneus, étant relativement inertes, se prêtent bénéfiquement à un disposage en fond de mer, créant ainsi des récifs artificiels qui peuvent servir de refuge à la population aquatique. C'est option mérite une étude plus élaborée relative à son application au Liban.

-80-

#### 11.5. Le recyclage

Cette opération consiste à récupérer, dans les déchets, les matériaux pouvant, après traitement approprié, être de nouveau utilisés comme matière première dans l'industrie. Cela fait plus de 25 ans que le recyclage est envisagé dans le monde pour éviter la surcharge des décharges publiques ou des problèmes dans le traitement des ordures ménagères. Mais pour que cette opération soit profitable et favorable à toutes les parties concernées, les collectivités et les industries, les produits récupérables doivent répondre à la loi du marché, soit au niveau du prix et de la possibilité de traitement. Il est toutefois certain que le recyclage perpétuel n'existe pas.

##### - Papier

Le papier est fabriqué à partir de fibres végétales, qui à chaque recyclage perdent un peu de leur longueur et de leur épaisseur. Il a ainsi été remarqué qu'à partir de 7 à 10 fois, le papier ne prend plus l'encre ou n'a plus de corps, son utilisation devenant alors impossible. Il faut donc rajouter des pâtes fraîches pour obtenir une boue sans cohésion.

Le plastique est un produit issu de la chimie, avec une infinité de variétés résultant des différentes combinaisons de molécules aux propriétés multiples. Or la plupart des procédés de recyclage modifient la nature même des molécules pour donner de petites molécules d'huiles lourdes, de pétrole de qualité médiocre, ou des plastiques non acceptés par l'agroalimentaire. Il convient donc de noter que le recyclage du plastique ne constitue pas une opération rentable puisqu'elle nécessite une quantité d'énergie supérieure à son propre pouvoir calorifique et crée des pollutions annexes en engendrant des eaux usées concentrées en graisse et détergents.

Finalement, on peut conclure que le recyclage ne peut se faire que sur des produits triés par le fabricant ou par le consommateur lui-même: d'où l'utilisation en Europe de contenants séparés disposés à certains carrefours qui reçoivent verre, papier et carton, plastique et même huile de vidange.

Pour le Liban, même si le recyclage ne bénéficie pas à l'heure actuelle d'un intérêt notable, cette option devrait être encouragée dans le cadre d'une stratégie de gestion des déchets solides à long terme.

-81-

#### CHAPITRE m

##### LES DECHETS HOSPITALIERS

Tous les déchets hospitaliers ne sont pas dangereux pour la santé publique et l'environnement. En général, les éliminations générales portent à 50% la proportion des déchets assimilables aux déchets domestiques, et à 50% la proportion des déchets hospitaliers proprement dits, dont 5% de dangereux. Ces déchets hospitaliers doivent être incinérés dans des fours spéciaux, alors que la fraction non nocive peut être traitée avec les ordures ménagères.

##### 12.1. Définition des déchets hospitaliers

Il est essentiel, avant toute chose, de distinguer les différents types de déchets recueillis dans un établissement hospitalier. Les déchets solides hospitaliers peuvent être classés en trois catégories différenciant par leur méthode de traitement:

##### 12.1.1 - Déchets domestiques

- hôtellerie
- \* restauration
- \* administration

- \* Jardins
- \* bureaux et autres services généraux
- 12.12 - Déchets spécifiques hospitaliers
- Tous les déchets sauf les déchets à risques

- 82-

12.13 Déchets à risques

- \* pièces anatomiques
- \* tissus et cultures
- \* sang et dérivés
- \* déchets de labos et de dialyse
- \* cadavres d'animaux de laboratoire
- \* tous déchets infectieux et autres

En outre ne sont pas incinérables

- \* les sels d'argent et produits chimiques utilisés pour développer les clichés radiologiques
- \* les clichés radiologiques périmés
- \* les produits chimiques explosifs à haut pouvoir oxydant
- \* les déchets mercurels

e les déchets radioactifs

12.2. Enquête sur les déchets hospitaliers

La méthodologie suivie pour assurer une enquête sérieuse et organisée des ordures hospitalières est basée sur:

- Une coordination avec le Ministère de la Santé Publique pour avoir toutes les informations disponibles.
- Une coordination avec le Syndicat des hôpitaux afin d'avoir la liste de tous les hôpitaux, et d'identifier de discuter tous les problèmes acquis sont confrontés les hôpitaux au niveau des déchets hospitaliers.
- Un prise de contact directe des enquêteurs avec les hôpitaux concernés

La région concernée par l'usine de compostage de Zahle compte environ 266,000 habitants et comprend 9 établissements hospitaliers dont 5. hôpitaux, 3 cliniques, et 1 dispensaire.

Les résultats de l'enquête entreprise auprès de ces établissements sont présentés au tableau 11.1.

-83-

Tableau 11.1. Résultats de l'enquête entreprise auprès des établissements hospitaliers de Zabl.

| Zone   | Spéc | Salle | Lits | Taux | %   | Actif | Sedngue | Déchets/an     | Elimination  |
|--------|------|-------|------|------|-----|-------|---------|----------------|--------------|
| Repere | d'op |       |      |      |     |       |         | Ménagel Hospit | Moyen        |
| 122001 | Clin | 1     | 27   | 55   | 15  | 80    | 57.6    | 28.8           | Municipalité |
| 122002 | Hop  | 3     | 57   | 40   | 23  | 4000  | 18.0    | 12.6           | Municipalité |
| 122003 | Hop  | 2     | 131  | 50   | 66  | 1540  | 67.6    | 47.5           | Municipalité |
| 122004 | Hop  | 2     | 110  | 40   | 44  | 4000  | 57.6    | 72.0           | Municipalité |
| 122005 | Disp | 0     | 0    | 0    | 0   | 1000  | 0.7     | 0.1            | Municipalité |
| 122006 | Clin | 0     | 10   | 30   | 3   | 500   | 25.2    | 11.5           | Municipalité |
| 122007 | Clin | 1     | 14   | 70   | 10  | 600   | 2.9     | 1.4            | Municipalité |
| 122008 | Hop  | 4     | 125  | 85   | 106 | 5000  | 72.9    | 12.2           | Municipalité |
| 122009 | Hop  | 3     | 75   | 60   | 45  | 6000  | 36.0    | 36.0           | Municipalité |
| 549    |      |       | 311  |      |     | 328.5 | 222.2   |                |              |
|        |      |       |      |      |     | 550.7 |         |                |              |

Le nombre total de lits existant est de 549 pour 311 occupés en moyenne sur l'année, soit un taux d'occupation de 56,8 %. La quantité de déchets banals déclarée est de 328,5 tonnes par an contre 222,2 tonnes de déchets infectieux t/ou dangereux. En comparant ces quantités déclarées à celles estimées - en se basant sur 2 kg/lits actifs/jour que les déchets

devraient totaliser environ 224 tonnes par an dont 45% de déchets hospitaliers (1001) et 10 T des déchets dangereux .  
 Un point essentiel est à relever, celui du problème généré par le ramassage des ordures par la municipalité. Cette pratique, dangereuse pour la santé publique parce que non contrôlée, doit être proscrite. Alternativement, il est nécessaire de prévoir une collecte indépendante et de transférer les déchets hospitaliers vers un incinérateur spécialisé qui serait construit dans une zone centrale pour tout le Liban.  
 Ces chiffres basés sur le nombre de lits actifs doivent être augmentés de 20% pour tenir compte des hôpitaux qui n'ont pas répondu aux statistiques.  
 12.3. Elimination des déchets hospitaliers  
 S'agissant de produits dangereux puisque susceptibles de transmettre les maladies, la destruction des déchets hospitaliers nécessite leur incinération. Le four à incinérer les

-84-

déchets hospitaliers est un four spécial, conçu pour fonctionner à température nettement plus élevée que pour les fours à ordures ménagères avec une alimentation automatique et sans fosse de stockage.

C'est ainsi que la combustion doit respecter trois critères primordiaux :

- \* température des gaz, contrôlée en continu, supérieure à 850° C
- \* teneur en CO inférieure à 80 mg/Nm3 sur gaz humide à 7% de CO2
- \* teneur en imbrûlés des mâchefers inférieure 33%

Des contrôles de bon fonctionnement sont indispensables.

La réglementation européenne interdit toute manipulation humaine des déchets bruts non domestiques à priori contaminés. Ces derniers, qui doivent être disposés dans des conteneurs spéciaux étanches et hermétiquement scellés, ne peuvent être manipulés que par un personnel habilité à cet effet.

Pour leur transport vers l'établissement d'incinération, les récipients contenant les déchets contaminés doivent être placés dans d'autres conteneurs, dans lesquels il est absolument interdit de placer des déchets en vrac. Tous les récipients utilisés pour la collecte ou le transport de ces déchets contaminés doivent être identifiables grâce à un marquage apparent et spécifique à chaque lieu d'incinération. Ces conteneurs doivent également être parfaitement étanches

Si des récipients à usage unique sont utilisés (comme des sacs par exemple), ils doivent être également incinérés et en aucun cas récupérés même après désinfection. Tous les autres récipients ayant été utilisés, que ce soit pour la collecte ou le transport vers le lieu d'incinération, doivent être nettoyés et décontaminés, intérieurement et extérieurement, après vidage. Par conséquent, il est recommandé que ces récipients aient des parois et surfaces lisses et soient réalisés en matériau imputrescible et lavable, aptes à supporter quotidiennement un nettoyage à la vapeur et/ou chimique. Dans le cas d'un nettoyage chimique, le eaux de lavage des containers sont soit détruites sur le site, soit désinfectées avant rejet à l'extérieur.

Le stockage de ces déchets ne doit pas excéder 48 heures et doit se faire dans un local réservé à cet effet à l'abri des intempéries, de la chaleur, des animaux et des insectes; ce délai est ramené à 24 heures pendant les périodes chaudes (au delà de 25°C). Les conteneurs lavés et désinfectés sont également stockés dans un local séparé ne servant qu'à cet usage.

La nouvelle réglementation européenne interdit à partir du 1<sup>er</sup> janvier 1995 la construction de toute nouvelle unité d'incinération d'une capacité inférieure à 3 tonnes/heure. Ceci

implique donc un rassemblement local, régional, voire national à l'échelle libanaise,

de tous les déchets infectieux avec conditionnement étanche. A titre d'exemple la région parisienne avec ses douze millions d'habitants n'a qu'une seule installation d'incinération des déchets hospitaliers!

12.4. Nouvelles techniques de désinfection

De nouvelles techniques de désinfection des déchets contaminés sont en voie d'être développées. Elles visent à modifier l'apparence des déchets par broyage CI à les désinfecter chimiquement ou physiquement par élévation de température. Les déchets hospitaliers ainsi traités peuvent être alors incinérés dans un incinérateur des ordures ménagères en observant cependant toutes les prescriptions requises:

- \* suivi des récipients et conteneurs et contrôle sur registre au départ de l'établissement,
  - \* identification du moyen de transport registre d'entrée à l'usine d'incinération
  - \* brûlage immédiat, avec enregistrement des températures de combustion au moment de leur introduction dans le four, etc.
  - \* les déchets sont introduits directement dans le four sans être saisis par le grappin qui pourrait alors devenir une source de contamination pour les déchets de la fosse. On doit donc installer un système d'alimentation indépendant.
  - \* Les déchets ne peuvent être fournis que lors du fonctionnement normal du four, donc en dehors des périodes de démarrage ou d'extinction du four.
- La méthode de destruction des déchets à appliquer est celle d'une introduction périodique des déchets dans le four afin d'homogénéiser la charge et de moduler le PCI. Un quota maximum des déchets doit être fixé sans toutefois dépasser 10% du débit horaire du four afin que le PCI résultant du mélange avec les ordures ménagères reste dans la fourchette pour laquelle le four a été conçu et réalisé. L'incinération d'un pourcentage de 10% de déchets hospitaliers avec les déchets ménagers pourrait être appliquée en première phase comme période transitoire au liban sans produire a priori à la désinfection à prix élevé décrite ci-dessus.
- Il est bien entendu que le brûlage à l'air libre des déchets est absolument proscrit. Il en va de même que leur mise en décharge ou leur évacuation par les véhicules de ramassage des ordures ménagères.

-86-

#### 12.5. Evacuation des conteneurs

Les conteneurs ne passeront en aucun cas par la fosse de stockage des résidus urbains. L'évacuation des conteneurs, si l'établissement ne réalise pas lui-même leur incinération, se fera soit par la collectivité publique soit par une entreprise privée ayant passé une convention avec les organismes concernés.

Cette convention précise les obligations réciproques des intervenants:

- mise à disposition éventuelle des récipients
- identification de ces récipients: capacité, matériau utilisé, système de fermeture, etc.
- conditionnement des déchets pour leur enlèvement
- sélectivité des déchets et responsabilité de l'établissement pour:
  - . repérage et marquage des récipients avec les déchets contaminés
  - . double emballage de ces déchets
  - . mode de décontamination des récipients après usage.

#### 12.6. Contrôle des circuits d'élimination

Tout déchet hospitalier contaminé arrivant à l'usine d'incinération d'ordures ménagères doit être accompagné d'un bordereau de suivi qui devra avoir été établi dans des formes à définir et qui permettra une comptabilité correspondante.

- Des analyses, notamment chimique ou bactériologique sont à effectuer sur
- \* Les résidus de la combustion (cendres et michefères)
  - \* Les locaux de stockage des containers et de traitement des matériels de maintenance

Les eaux ayant servi à l'extinction des michefères et le lavage des conteneurs ou des locaux ci-dessus

Les résultats des analyses seront communiqués à l'administration concernée au Ministère de l'Environnement. Egalement, tout incident grave ou accident doit être immédiatement signalé à cette administration.

-87-

## C-XAPTEIXM

## CONCLUSIONS

La construction d'une usine de compostage au site initialement sélectionné ou tout autre site potentiel de Zahlé représente le mode de traitement le plus convenable pour la région, et ce pour les raisons suivantes:

- L'existence à proximité du site de zones agricoles pouvant amplement bénéficier de l'utilisation du compost en agriculture.
  - La composition chimique des ordures qui comprennent un pourcentage assez élevé de matières organiques avec une haute teneur en eau; ce fait va entraîner une diminution importante du Pouvoir Calorifique Intérieur (PCI) où l'avantage du compostage vis à vis l'incinération.
  - Réduction des surfaces requises pour le traitement des ordures
  - Amélioration de l'état de l'environnement en assurant un système bien organisé de traitement des ordures.
  - Choix adéquat du site pour l'implantation de l'usine.
- Le site concerné se trouve dans une zone agricole (classé bonne pour l'enfouissement des ordures d'après les plans d'urbanisme). L'accès au site est assuré par un réseau routier. Du point de vue géologique, hydrologique, hydrogéologique, et autres, le site est adéquat pour l'implantation de l'usine de compostage et d'une décharge à proximité pour le refus du compostage.
- Les impacts de l'usine de compostage sur l'environnement se sont pas critiques et peuvent être facilement compensés.
- A défaut d'une réunion publique n'ayant pu avoir lieu à causes des multiples raisons politiques et sociales, des contacts ont été entrepris avec les responsables et représentants de la région. Ceux-ci ont confirmé la volonté et le désir de réaliser par il projet de traitement et valorisation des déchets dans le site sélectionné.

-88-

## BIBLIOGRAPHIE

- Camp Dresser & McKee Inc, 1982 Master plan for Solid Waste Management Vol 1 to 6. Council for Development and Reconstruction, Republic of Lebanon.
- CREED, 1992. Damage Assessment Report for Recovery Planning for Reconstruction and Development of Lebanon. Council for Development and Reconstruction, Republic of Lebanon.
- CREED-LIBANCONSULT, 1994. Centres d'Enfouissements Techniques: Décharges. Conseil du Développement et de la Reconstruction, Liban. Inception Report in Preliminary Report of Sanitary Landfills.
- U.S. EPA, 1991. Design and Construction of RCRA/CERCLA- Final cover. EPA/625/14-91025.
- U.S. EM, 1989. Requirements for hazardous Waste Landfill Design, Construction, and Closure. EPA/625/4-89f)
- U.S.EPA 1988. Guide to technical Resources for the Design of Sand-Disposal Facilities. EPA/625/6-88/O18.
- Bagchi, A., 1989. Design, Construction, and Monitoring of Sanitary Landfill. John Wiley & Sons, Int-
- CCME, 1989. Lignes Directrices Relatives au Fonctionnement et aux Emissions des Incinérateurs de Déchets Solides Urbains. Rapport CCME - TS/WM-TRE003.
- INOR, 1992. Cahier des Spécifications Techniques Générales de l'Usine d'Incinération d'Amroussieh. Rapport présenté au Conseil pour le Développement et la Reconstruction, Byrrouth, Liban.
- Riachi, F., 1994. Fondation pour l'Environnement Humain. Communication personnelle.
- Dahrouj, A., 1994. Sukkar Engineering, Amroussieh. Communication personnelle.

5

-89-

- Ghanem, A, 1994. Société Libanaise de caron. Ghanem Maalouf & Co. Communication peceonnelle.
- AGHM, 1985. Collecte des Résidus Urbains: Nettoyement des Voies Publiques (Vol.1). Les Résidus Urbains. Technique et Documentation, Lavoisier, Paris, France.
- AGHT?4 1985. Traitement et Valorisation (Vol2). Les résidus Urbains. Technique et Documentation, Lavoisier, Paris, France.

ANNEXE A  
 QUESTIONNAIRE POUR LES ENQUETES  
 - 91 -

Recensement de l'opinion publique à propos de la construction d'une usine de compostage à Zahlé

Nom: \_\_\_\_\_  
 Ville: \_\_\_\_\_  
 Téléphone: \_\_\_\_\_  
 Profession: \_\_\_\_\_  
 Niveau d'éducation: \_\_\_\_\_  
 Statut civil: Célibataire      Marié 1      Divorcé 01      Veuf  
 Nombre de personnes dans le foyer: \_\_\_\_\_  
 Quantité d'ordures par jour      unité sacs de 10 litres: \_\_\_\_\_  
 Méthode d'évacuation des ordures: 0      Service publique  
 0      Votre propre soin  
 0      Décharge autorisée  
 01      Dépôts non contrôlés  
 Quelle est la distance qui sépare votre lieu de résidence de la décharge actuelle à Zahlé?  
 Considérez-vous que la décharge actuelle est une méthode adéquate par rapport aux  
 facteurs suivants: 13      Pollution de l'environnement  
 0      Atteinte à la santé publique  
 0      Pollution de l'air  
 0      Prolifération des insectes  
 0      Atteinte au paysage  
 0      Bruit  
 t1      Pousssière  
 0      Fumée  
 0      Autres, spécifier \_\_\_\_\_  
 -92-

Considérez-vous que la pollution de l'environnement par la décharge actuelle devrait  
 toujours être permise?      Oui      Non      Et  
 Considérez-vous que la présence de la décharge actuelle à la nuit aux résidents des régions  
 à proximité?      Oui      Non      1  
 Quel est la distance qui sépare votre lieu de résidence du site proposé pour la construction  
 de l'usine de compostage?  
 Quels sont les avantages prévus de la construction de l'usine de compostage:  
 0      Elimination des odeurs résultant des décharges actuelles et des dépôts sauvages  
 aux bords des rues.  
 D      Diminution de la prolifération des insectes et des rats, résultant d'une collecte et  
 d'un traitement plus organisés

0 Amélioration de l'état de l'environnement dans Zahlé et ses alentours.  
 01 Utilisation du compost dans l'agriculture  
 01 Autres, spécifier.  
 Quelles sont vos réserves concernant la construction de l'usine et quelles sont les impacts négatifs prévus?  
 (J) Odeurs  
 (J) Bruit  
 (J) Prolifération des insectes  
 ( ) Atteinte au paysage  
 0 Augmentation du volume du trafic  
 (J) Autres, spécifier.  
 A quelle heure s'effectue la collecte des ordures dans votre région?  
 Quel est le nombre de jours où la collecte est effectuée?  
 Considérez-vous que le nombre de camions - benne est suffisant?  
 \* Considérez-vous que le nombre des camions - bennes est suffisant?

-93 -

A quelle heure disposez - vous de vos ordures habituellement?  
 Quelle est l'heure et la période que vous considérez convenable pour la collecte des ordures?  
 Etes-vous prêts à séparer les différents constituants des ordures au foyer, tels que les métaux, verre, plastique, carton et autres, et les disposer dans des conteneurs séparés spécifiques à chaque type (2 sacs par exemple) ? Oui O Non E  
 Date: . . . . .  
 Signature: . . . . .

-94 -

ANNEXE B  
 RESULTATS DES ENQUETES SUR LES DECHETS  
 INDUSTRIELS

-95 -

| NI de code | Branche principale | Usines et commerces | Nombre ouvriers | Déchets banals<br>T/ann | Déchets toxiques<br>Type | T/ann | Type de collecte | Lieu de dépôt       |
|------------|--------------------|---------------------|-----------------|-------------------------|--------------------------|-------|------------------|---------------------|
| 151001     | Labo d'analyses    | Commerces           |                 |                         |                          |       |                  |                     |
| 151002     | legumes            | legumes             | 6               | 10 *                    | plastiques               | 10 *  | privé municipal  | décharge Quob Elias |
| 151003     | legumes            | legumes             | 30              | 263                     | legumes                  | 263   | privé municipal  | décharge Quob Elias |
| 151004     | legumes            | legumes             | 2               | 60*                     | plncus                   | 60*   | privé municipal  | décharge Quob Elias |
| 151005     | legumes            | legumes             | 4               | 13                      | legumes                  | 13    | privé municipal  | décharge Quob Elias |
| 151006     | legumes            | legumes             | 4               | 7'                      | legumes                  | 7'    | privé municipal  | vente ou bnl age    |
| 151007     | legumes            | legumes             |                 | 6                       | legumes, plastique       | 6     | privé municipal  |                     |
| 151008     | legumes            | legumes             | 1               | 73                      | legumes                  | 73    | privé municipal  |                     |
| 151010     | boisson alcool     | boisson alcool      | 4               |                         | verre, carton, plastique | 1.5   | municipal        |                     |
| 151011     | boisson alcool     | boisson alcool      |                 |                         | verre, carton, plastique | 1.5   | municipal        |                     |
| 151012     | dispensaire        | dispensaire         |                 |                         | medicaments              |       | seringue         |                     |
| 151013     | labo dentaire      | labo dentaire       | 2               |                         |                          |       |                  |                     |
| 151014     | élevage poulet     | élevage poulet      | 15              | 5.0                     | nylon, plastique         | 5.0   | Ocuts, pouics    |                     |
| 151015     | produits laitiers  | produits laitiers   | 7               | 37.0                    | verre, carton, raisin    | 37.0  | privé municipal  |                     |
| 151016     | boisson alcool     | boisson alcool      | 7               | 3.0                     | plastique                | 3.0   | privé municipal  | brulage             |
| 151017     | Cage plastique     | Cage plastique      | 8               |                         | plastique                |       | privé municipal  |                     |
| 151018     | laboratoire        | laboratoire         |                 |                         |                          |       |                  |                     |
| 151019     | neus               | neus                |                 |                         |                          |       |                  |                     |
| 151020     | neus               | neus                |                 |                         |                          |       |                  |                     |

56' huile  
 7.3 municipal





| N° de code | Branche principale | Usines et commerces   | Nombre ouvriers | Déchets banals Type     | Déchets toxiques T/an | Type | T/an | Type de collecte | Ueu de dépôt                 |
|------------|--------------------|-----------------------|-----------------|-------------------------|-----------------------|------|------|------------------|------------------------------|
| 151122     | agroalim           | halawa                | 30              | plastique,nylon         | 4.7                   |      |      | pdvc             | brulage                      |
| 151123     | agroalim           | pistacheric           | 6               | épluchurc,nylon         |                       |      |      | municipal        |                              |
| 151124     | agroalim           | élevage bovin         |                 |                         | 3.1                   |      |      | municipal        |                              |
| 151125     | agroalim           | produits laitiers     | 5               | nylon                   |                       |      |      | privé            | décharge Ohida ou Taalbaya   |
| 151126     | agroalim           | abattoir poules       | 15              | nylon,plastic           | 365                   |      |      | municipal        |                              |
| 151127     | agroalim           | oufi                  |                 |                         |                       |      |      | privé            | brulage                      |
| 151128     | agroalim           | produits alimentaires |                 | carton,nylon,plastic    |                       |      |      |                  | revente                      |
| 151129     | agroalim           |                       | 30              | carton,bois             |                       |      |      |                  | revente                      |
| 151130     | agroalim           |                       | 320             | carton,sable            | 510                   |      |      |                  | revente                      |
|            |                    | DRICHINDE.XL'         |                 |                         |                       |      |      |                  |                              |
| N° de code | Branche principale | Usines et commerces   | Nombre ouvriers | Déchets banals Type     | Déchets toxiques T/an | Type | T/an | Type de collecte | Ueu de dépôt                 |
| 151131     | agroalim           | commerces             |                 | pneus                   | 56'                   |      |      | privé            | décharge Baïr Elias          |
| 151132     | agroalim           |                       |                 |                         |                       |      |      | municipal        | cours d'eau                  |
| 151133     | agroalim           | boucherie             |                 | carton,nylon            |                       |      | 55   | privé            | brulage ou revente           |
| 151134     | agroalim           |                       | 2               |                         |                       |      | 7.3  | privé            | revente                      |
| 151135     | agroalim           | élevage poules        | 2               |                         | 45.0                  |      |      | privé            | revente                      |
| 151136     | agroalim           | élevage poules        | 5               | sacs,cngrais            | 70                    |      |      | privé            | décharge Barr Elias          |
| 151137     | agroalim           | élevage poules        |                 | pneus                   | 42.0                  |      |      |                  | revente ou remplissage       |
| 151138     | agroalim           | élevage bovin         |                 | engrais                 | 11.0                  |      |      |                  | brulage ou revente           |
| 151139     | agroalim           |                       | 3               | pneus                   |                       |      |      |                  | revente                      |
| 151140     | agroalim           | dlevagc engrais       | 12              | carton,engrais          |                       |      |      |                  | brulage                      |
| 151141     | agroalim           |                       |                 | nylon                   |                       |      |      | privé            | brulage                      |
| 151142     | agroalim           | nourture pour animaux | 20              | ldgumes, carton,plastic | 13.0                  |      |      | privé            | brulage                      |
| 151143     | agroalim           | fruits, légumes       | 3               | engrais                 |                       |      |      | privé            | décharge Ghida               |
| 151144     | agroalim           | élevage poules        | 4               | engrais                 | 30'                   |      |      | privé            | brulage                      |
| 151145     | agroalim           | élevage poules        | 2               | pneus                   |                       |      |      | privé            | décharge Tourbol             |
| 151146     | agroalim           |                       | 15              | engrais.cargon          | 3.6                   |      |      | privé            | brulage pour chauffage       |
| 151147     | agroalim?          | élevagc poules        | 1               | pneus                   | 25                    |      |      | privé            | brulage Roch Hala ou Uleuve  |
| 151148     | bois               |                       | 2               |                         |                       |      | 7.8  | privé            | brulage terrain privé        |
| 151149     | bois               | haubrlici             | 4               |                         |                       |      |      | privé            | brulage terrain privé        |
| 151150     | bois               | Elevagc poules        | 1               | élevagc poules          |                       |      |      | privé            | brulage Tourbol              |
| 151151     | bois               | élevagc poules        | 2               | engrais                 |                       |      |      | privé            | brulage, revente d'engrais   |
| 151152     | Branche            | levage bovin          | 2               | engrais                 |                       |      |      | privé            | revente                      |
| 151153     | chimie             | élevagc bovin         | 3               | engrais                 |                       |      |      | municipal        | décharge Tourbol             |
| 151154     | chimie             | élevage bovin         | 8               | carton,plastic,nylon    | 1.2                   |      |      |                  | brulage, revente d'engrais   |
| 151155     | chimie             | plastique             | 6               | engrais                 |                       |      |      |                  | brulage                      |
| 151156     | chimie             | Elevage poules        | 6               | engrais                 |                       |      |      | privé            | décharge ou brulage Kfar Zek |
| * 151157   | chimie             | élevagc bovin         | 6               | engrais                 |                       |      |      |                  | flouve Umani, revente d'engr |
| 151158     | chimie             | élevage poules        | 3               | engrais                 | 1.0                   |      |      |                  |                              |
| 151160     | chimie             | Icevago poules        | 1               | engrais                 | 22.4                  |      |      |                  |                              |
| 151161     | chimie             | Elevage               | 40              | carton,nylon            |                       |      |      |                  |                              |
| 151162     | chimie             | produits alimentaires | 16              | carton,nylon            |                       |      |      |                  |                              |
|            |                    | DmctGNDT.XI           |                 |                         |                       |      |      |                  |                              |
| N° de code | Branche principale | Usines et commerces   | Nombre ouvriers | Déchets banals Type     | Déchets toxiques T/an | Type | T/an | Type de collecte | Ueu de dépôt                 |
| 151163     | chimie             | boisson alcool        | 15              | verre,plastic, carton   | 55.0                  |      |      | privé            | décharge Tahl6               |
| 151164     | commerce?          | élevage poules        | 75              | engrais                 |                       |      |      | privé            |                              |
| 151165     | garage             | glace                 | 4               | nylon,papier            | 2.6                   |      |      | municipal        |                              |
| 151166     | garage             | poterie et verre      |                 | verre,poterie           | 3.6                   |      |      | municipal        |                              |
| 151167     | garage             | vienne et poisson     |                 |                         |                       |      |      | privé            |                              |
| 151168     | garage             | pcinturc,badigeonnage | 16              | papier,nylon            |                       |      |      | privé            |                              |



| Ni. de code     | Branche rniae      | Usines et commerces     | Nombre ouvriers | Déchets banals Type            | T/an | Déchets toxiques Type | T/an | Type de collecte    | Ucu de dépôt            |
|-----------------|--------------------|-------------------------|-----------------|--------------------------------|------|-----------------------|------|---------------------|-------------------------|
| 151221          | garage             |                         | 3               | pneus divers                   | 254  |                       |      | municipal municipal |                         |
| 151222          | garage             | supermarché             |                 |                                |      |                       |      | municipal           |                         |
| 151223          | garage             | station d'essence       | 6               |                                |      |                       |      | municipal           |                         |
| * 151224        | garage             | restaurant, casino      | 30              | rosies d'aliments              |      |                       |      | privé               | pris pour nourrir ]     |
| 151225          | gatage             | station d'essence       | 5               |                                |      |                       |      | municipal           |                         |
| 151226          | arage              | station d'essence       | 6               |                                |      |                       |      | municipal           |                         |
| + DECHINDI.XIS7 |                    |                         |                 |                                |      |                       |      |                     |                         |
| 151227          | garage             |                         | 10              | peus'brulage cité industrielle |      |                       |      |                     |                         |
| 151228          | garage             | supcrmarché             | 3               | divers carton                  |      |                       |      | municipal municipal | fleuve                  |
| 151229          | garage             | studio photographique   | 25              | aliments, carton, verre        |      |                       |      | municipal           |                         |
| 151230          | garage             | leutaurant, casino      | 6               | papier                         |      |                       |      | municipal           | revente                 |
| 151231          | garage             | Imprimerie              | 40              | raisin, verre                  | 70   |                       |      | municipal           | revente du verre        |
| 151232          | garage             | boisson alcool          | 2               | pneus carton                   | 56   |                       |      | municipal           |                         |
| 151233          | garage             |                         |                 |                                |      |                       |      | municipal           |                         |
| 151234          | garage             | olives ci bulle         |                 |                                |      |                       |      | municipal           |                         |
| 151235          | garage             | meubles                 | 1               | contenants métalliques         | 26   |                       |      | 5 municipal         | revente                 |
| 151236          | garage             | meubles fleuriste       |                 |                                |      |                       |      | municipal           |                         |
| 151237          | garage             |                         |                 |                                |      |                       |      | municipal           |                         |
| 151238          | garage             |                         |                 |                                |      |                       |      | privé               | décharge (Ihida         |
| 151239          | garage             |                         |                 |                                |      |                       |      | privé               | brulage pour chauffage  |
| 151240          | garage             | boucherie               | 7               | papicr, nylon                  | 1.8  |                       |      | 36.5 municipal      |                         |
| 151241          | garage             | ddtcrenls, peinture     | 10              | plastique                      | 182  |                       |      | privé               | décharge Ohida          |
| 151242          | garage             | verres plastique        | 30              | carton                         |      |                       |      | privé               | décharge Ghida          |
| 151243          | garage             | abattoir poules         | 100             | plastique                      | 24   |                       |      | privé               | décharge Ghida au ferr  |
| 151244          | garage             | chacolat, dragées       | 4               | carton                         |      |                       |      | municipal           | brulage                 |
| 151245          | garage             | meubles plastiques      |                 |                                |      |                       |      | privé               | revente                 |
| 151246          | garage             | imprimerie              |                 |                                |      |                       |      | privé               | décharge Zablé          |
| 151247          | garage             | vlande et poisson       | 35              | carton, papicr                 |      |                       |      | 1.8 municipal       | décharge Ohida          |
| 151248          | garage             | vlande et poisson       |                 |                                |      |                       |      | privé               | décharge Ohida          |
| * 151249        | garage             | élevage poules          |                 |                                |      |                       |      | municipal           |                         |
| 151250          | garage             |                         |                 |                                |      |                       |      |                     |                         |
| * 151251        | imprimerie         | plastique               | 10              | pneus plastique                | 150* |                       |      | 6.3 municipal       | décharge Ghida          |
| 151252          | imprimerie         | élevage poules          |                 |                                |      |                       |      | privé               | décharge Ghida          |
| 151253          | métallurgie        | boisson alcool          | 35              | carton, papicr, verre          | 11   |                       |      | municipal           | revente du carton et ve |
| * 151254        | métallurgie        | élevage poules          |                 |                                |      |                       |      | 18 municipal        | décharge Saadnayel      |
| 151255          | métallurgie        | élevage oue             |                 |                                |      |                       |      | privé               | décharge Ohida          |
| 151256          | métallurgie        | nourriture pour animaux |                 |                                |      |                       |      | municipal           | décharge Zablé          |
| 151257          | métallurgie        |                         |                 |                                |      |                       |      | privé               | décharge Taalbaya       |
| 151258          | métallurgie        | produits laitiers       |                 |                                |      |                       |      | municipal,          |                         |
| , 3CID.I        |                    |                         |                 |                                |      |                       |      |                     |                         |
| + W             |                    |                         |                 |                                |      |                       |      |                     |                         |
| Ne do code      | Branche principale | Usine cit commerces     | Nombre ouvriers | Déchets banals Type            | T/an | Déchets toxique Type  | T/an | Type de collecte    | IUeu de dépot           |
| 151259          | mtrallurgie        | légume                  |                 | légumes                        | 40   |                       |      | privé               | décharge Ohida          |
| 151260          | métallurgie        | panisseries             |                 | nylon, aliments                | 8    |                       |      | municipal           |                         |
| 151261          | menuiserie         | plastique               |                 | plastique, nylon               | 8    |                       |      | municipal           | reutilisable            |
| 151262          | alénrai            |                         |                 |                                |      |                       |      | 1.8 municipal       | revente d'huile         |
| 151263          | minéral            | glace                   |                 | carton, plasmiquo              | 1.5  |                       |      | municipal           |                         |
| 151264          | papeterie          |                         |                 |                                |      |                       |      | 2.6 municipal       | revente d'huile         |
| 151265          | papeterie          |                         |                 | pneus                          | 15   |                       |      | privé               | décharge Ohida          |

| code           | N° dc             | commences Usines et         | ouvriers .Typ | Nombre Déchets banals    | T/an      | Déchets Type | T/an                | dépôt Ucu de |
|----------------|-------------------|-----------------------------|---------------|--------------------------|-----------|--------------|---------------------|--------------|
| 151266         | photo             | halawa                      | 25            | nylon, carton, sésame    | 3.6       | municipal    | revente             |              |
| 151267         | principale marbre |                             | 10            | marbre, dalles           | 11        | municipal    | revente             |              |
| 151268         | santé             | produits laitiers           | 12            | nylon, plastique, carton | 1         | municipal    |                     |              |
| 151269         | santé             | chocolat                    | 4             | papier, carton           | 1         | municipal    | revente             |              |
| 151270         | santé             | oeufs -ufs                  |               | peus                     | IS+ huile |              |                     |              |
| 151271         | santé             | glace                       | 5             | papier                   | 1.E oeufs | privé        | décharge Ghida      |              |
| 151272         | santé             | papier et mouchoir          | 24            | papier, carton           | 182       | privé        | décharge Ghida      |              |
| 151273         | textile           | chocolat, produits laitiers | 41            | nylon, papier            | 14.6      | privé        | incinération privé  |              |
| 151274         | textile           | chocolat                    | 25            | carton, chocolat, beurre | 1         | municipal    | incinération privé  |              |
| 151275         | textile           |                             |               | carton, métal            | 30        | privé        | revente du caeon    |              |
| 151276         | textile           |                             |               | cuts, grains             |           |              |                     |              |
| 151277         | textile           | culture florale             | 20            | plastique, carton        |           |              | décharge Ghida      |              |
| 151278         | verrerie          | eau en bouteille            | 5             | nylon, papier            |           |              | incinération privée |              |
| 151279         |                   | produits laitiers           |               |                          |           |              |                     |              |
| 151280         |                   |                             |               |                          |           |              |                     |              |
| -11            | *) - - *          | 10rcvchte, plomb déchargé   |               |                          |           |              |                     |              |
| dponge         |                   | 10 carton                   |               | 18                       |           | privé        | brulage             |              |
| DECIOt4NDIXLSg |                   |                             |               |                          |           |              |                     |              |

ANNEXE C  
 RECAPITULATION DES MESURES COMPENSATOIRES  
 ET DU PLAN DE GESTION ENVIRONNEMENTAL  
 - 96.

LEBANESE REPUBLIC

Campaite illanlgs t Zahlle and Snlda  
 Summary Of Environmental Management Activities

| Impact Activities;                              | Mitigation Actions  | Project Phase                       | Responsible Imp=emenciation Group        | Mitigation Cost                       | Responsible Monitoring Group         |
|---|---|-------------------------------------|--|---------------------------------------|--------------------------------------|
| Origin of Irracts                               | Paving all circulation and access roads                             | Detailed design ancl can. %mruclion | Consulting Engineer and Contractor       | Paving al the expense ar Municipality | Municipality                         |
| SDUT along roadways used by refuse              |   |                                     |  |                                       |                                      |
| collection vehicles                             | Planning of illic circulation, fermentation, construction           | Detailed design and construction    | Consulting Engineer and Contractor       | Included In construction cost         | Included In construction CDR         |
| Dust from unloading incoming refuse tal         | the Planl   | manuainal hand storage              | Consulting Engineer and Contractor       | Included in construction cost         | Included in construction supervision |
| Excellent quality paving                        | Detailed design and construction                                    |                                     |  |                                       | Included in Municipal budget         |
| Capable of withstanding frequent truck traffic  | Operculimms   |                                     |  |                                       |                                      |
| Manlyr spray the Working arcks to suppress dust |   |                                     |  |                                       |                                      |
| la deemed necessary                             | Provide enclosed refuse collection vehicles or cloth traps to cover | Operation%                          | Mastic collection personcl or Contractor | Included In cost for waite collection | Municipality                         |
| Utter along roadways                            |   |                                     |  |                                       |                                      |
| uted by refuse                                  |   |                                     |  |                                       |                                      |
| collection vehicles                             |   |                                     |  |                                       |                                      |
| open vehicles                                   | Locating the storage pli in a depression                            | Detailed design and construction    | Consulting Engineer and Contractor       | Included in construction cas:         | Included in Municipal budget         |
| IODor: -  |   |                                     |  |                                       |                                      |
| Propagation ni trucks                           |   |                                     |  |                                       |                                      |
| arrival   |   |                                     |  |                                       |                                      |
| Well organixed wastic                           | Operations  | Mastic collection                   | Included in cost fer                     | Municipality and                      | Included in cost of                  |





constituents in compost. determine the total concentration which can be applied before phytotoxic levels are reached. From this, determine amount of compost which can be applied. Fauna and flora different units and buildings of site plant in order <O integrate local plant within its

~~~~~surrounding

|                                                                           |                                                                       |                                             |                                    |                           |                                     |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|
| Maximum preservation of green spaces                                      | Detailed design and construction                                      | Consulting Engineer and Contractor          | Included in capital costs          | CDR                       | Included in municipal annual budget |
| Maintenance of green spaces                                               | Operations                                                            | Maintainance personnel                      | Included in O & M                  | Municipality              | Included in municipal annual budget |
| Periodic control in order to prevent pests proliferation                  | Operations                                                            | Maintainance personnel                      | Included in O & M                  | Municipality              | Included in municipal annual budget |
| Uncontrolled access to site; disposal of refuse and attraction of animals | Provide for proper fencing (not a height of 3m) around the whole site | Detailed design and construction contractor | Consulting Engineer and contractor | Included in capital costs | CDR                                 |

-----

Impact Activities:

|                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                          |                                         |                                    |                                                  |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Orizlin of Impacte                           | Mitigation Actions                                                                                                                                                                                                                                                          | Project Phase                                                            | Mitigation Cost                         | Responsible Group                  | Monitoring                                       |
| Unpleasant sight to neighbouring communities | Provide for fast growing trees at 2.5m intervals to act as natural screen                                                                                                                                                                                                   | Construction                                                             | USS                                     | Consulting Engineer and Contractor | Group I                                          |
| screen is required                           | Ensure a good quality compost by:                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                          | CDR and compost plant manager to ensure | To be determined                   | Compost plant operator, with verification by the |
| Utilization of the compost                   | coordination between the various official and non-official organizations concerned, such as the Ministries Of Agriculture, and Public Health the Green Plan, and the farmers; sampling to determine compost composition (nitrogen, phosphorus, potassium, and heavy metals) | Municipality and Ministry of Agriculture and for Ministry of Environment |                                         |                                    |                                                  |

Supervising and maintaining proper operations

Supervision of the plant

Manual and automatic sorting of materials

Compost plant manager

Included in O & M

Municipality

Included in municipal budget

Included in municipal budget

| Impact                                                                                                                                                                                  | Mitigation                                                                                                                      | Phase        | Responsible                                                                                            | Mitigation Cost                                                  | Responsible                                   | Monitoring                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Origin of impacts                                                                                                                                                                       | Survey residents for social and cultural behavior informing and educating the residents in regard to solid waste                | Operation    | Implemental Group<br>Coordination between the Compost Plant Manager, Municipality, MMRA, and the media | US\$<br>To be determined; but b/c cost included in annual budget | Municipality, and the Ministry of Environment |                                             |
| Lack of resident cooperation with waste collection and treatment systems (such as separation at source) problems and necessary legislation and educational programs, con. er.ncos, etc. | Channeling rain water<br>Contractor<br>Operations<br>Detailed design and for construction<br>Consulting Engineer and Contractor | Construction | Consulting Engineer and Included in capital costs for construction                                     | Included in capital costs construction supervision               | CDR                                           | Included in design construction supervision |
| Including a heating unit and a water heater                                                                                                                                             | Delayed design and construction                                                                                                 | Construction | Included in capital costs for construction                                                             | CDR                                                              | Construction supervision                      |                                             |
| Including new electric lines and electrical generator of sufficient capacity                                                                                                            | Delayed design and construction                                                                                                 | Construction | Included in capital costs for construction                                                             | CDR                                                              | Construction supervision                      |                                             |
| Included in design and installing telephone lines                                                                                                                                       | Delayed design and construction                                                                                                 | Construction | Included in capital costs for construction                                                             | CDR                                                              | Construction supervision                      |                                             |

République Libanaise  
 Bureau du Ministre d'Hai pour la Réforme Administrative  
 Centre des Projets et des Etudes sur le Secteur Public  
 (C.P.E.S.P.)

اجمهورية اللبنانية  
 مكتب وزير الدولة لشؤون التنمية الإدارية  
 مركز مشاريع ودراسات القطاع العام