



TUNISIE

Coût de la dégradation de l'environnement due aux pratiques de gestion des déchets solides dans le **GRAND TUNIS**

Draft final

Mai 2014

En coopération avec

TUNISIE

COÛT DE LA DÉGRADATION DE L'ENVIRONNEMENT DUE AUX DÉCHETS SOLIDES DANS LE GRAND TUNIS



Mai 2014

Sherif Arif et Fadi Doumani



Taux de Change:

1 € = 2,047 Dinar tunisien (DT) (Décembre 2012)

1 € = 2,256 Dinar tunisien (DT) (Décembre 2013)

1 \$EU = 1,549 Dinar tunisien (DT) (Décembre 2012)

1 \$EU = 1,639 Dinar tunisien (DT) (Décembre 2013)

Source: www.oanda.com

Le contenu de cette publication est de la seule responsabilité des auteurs et ne représente pas nécessairement les vues de SWEEP-Net ou celles du Gouvernement tunisien.

REMERCIEMENTS ET CITATION

Remerciements

Nous tenons à remercier chaleureusement M. Markus Luecke, M. Anis Ismael et M. Wassim Chaabane de GIZ/SWEEP-Net ainsi que M. Hervé Lévite de la Banque mondiale, Centre pour l'Intégration en Méditerranée (CMI/Marseille) pour leur aide et leurs commentaires durant l'élaboration de l'étude.

Un atelier de restitution pour présenter les résultats de l'étude a été organisé au CMI à Marseille le 23-24 Avril 2014, a été ouvert par son directeur, Mourad Ezzine, et a été suivie par les fonctionnaires du gouvernement et professeurs d'universités venus du Liban, le Maroc et la Tunisie ainsi que par le personnel du CMI. Leurs commentaires ont également été traités dans l'étude.

Nous tenons également à remercier tous les fonctionnaires du gouvernement tunisiens notamment le coordonnateur de SWEEP-Net, M^{me} Myriam Jenayah, ainsi que le personnel administratif de GIZ/SWEEP-Net pour leur précieuse aide qui nous a permis de mener à bien cette étude.

Ce rapport doit être cité comme suit:

Sherif Arif et Fadi Doumani. 2014. Tunisie, *Coût de la Dégradation de l'Environnement due aux Déchets Solides dans le Grand Tunis*. Programme SWEEP-Net financé par la GIZ. Tunis.

TABLE DES MATIERES

Remerciements et citation	3
Table des matières	4
Acronymes	6
Résumé	7
1 Introduction	15
2 Le Soutien de SWEEP-Net à la Gestion Intégrée et Durable des Déchets	18
2.1 Contexte général	18
2.2 Objectif et Structure de l'Etude	19
2.3 Les Déchets Municipaux du Grand Tunis	20
3 Les Aspects Institutionnels de la Gestion des Déchets Municipaux dans le Grand Tunis	23
4 Revue des Coûts de la Dégradation Environnementale en Tunisie	26
5 Méthodologie, Calibrage et Limites de l'Evaluation, et Sous-Catégorie	27
5.1 Contexte Général	27
5.2 Méthodologie	28
5.3 Calibrage et Limites de l'Evaluation	30
5.4 Catégories Evaluées	30
6 Coût de la Dégradation des Déchets Solides dans le Grand Tunis	32
6.1 Ensemble des Données	32
6.2 Aperçu Général des Coûts de la Dégradation	32
6.3 Sous-catégories	34

6.3.1	Collecte	34
6.3.2	Coût de nettoyage pour les déchets non-collectés	35
6.3.3	Recyclage et compostage	36
6.3.4	Zone d'enfouissement évitable	36
6.3.5	Contamination des eaux souterraines	37
6.3.6	Moins-value des terrains autour des stations de transfert et de transformation	38
6.3.7	Moins-value des terrains autour des décharges actives	38
6.3.8	Moins-value des terrains autour des décharges passives	39
6.3.9	Effets sur la santé	39
6.3.10	Emission de méthane évitable	39
6.3.11	Production d'énergie	39
6.4	Conclusions	39
7	Coût de la Restauration de Certaines Interventions dans le Grand Tunis	41
7.1	Résultats Aggrégés du coût de la restauration	41
7.2	Collecte Portée à 100%	42
7.3	Recyclage et Compostage dans le Grand Tunis	42
7.4	Conclusions	43
8	Conclusions générales et recommandations	44
9	Références	47
10	Annexe I : Méthodes spécifiques pour l'évaluation des coûts de la dégradation des sous-catégories déchets	49
11	Annexe II : Méthodes spécifiques pour l'évaluation des coûts de la dégradation des sous-catégories des déchets	53
12	Annexe III : Résultats de la restauration	54

ACRONYMES

A/C	Ratio Avantages/Coûts
ANGed	Agence Nationale de Gestion des Déchets
ANPE	Agence Nationale de Protection de l'Environnement
BA	Benefit Assessment
C/A	Coûts/avantages
CDEDM	Coût de la dégradation de l'environnement due aux déchets municipaux
CE	Communauté européenne
CH₄	Méthane
CO₂	Dioxyde de carbone
DMA	Déchets ménagers et assimilés
DT	Dinars Tunisien
EPA	Environmental Protection Agency des Etats-Unis
GES	Gaz à effet de serre
GIZ	Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (précédemment GTZ)
kg	Kilogramme
km	Kilomètre
km²	Kilomètre carré
m	Mètre
m²	Mètre carré
m³	Mètre cube
MDP	Mécanisme de Développement Propre
OMS	Organisation mondiale de la santé (WHO)
PIB	Produit Intérieur Brut
PRONAGDES	Programme National de Gestion des Déchets Solides
PRONGIDD	Programme National de Gestion Intégrée et Durable des Déchets
SIG	Système d'information géographique
STEP	Station de Traitement des Eaux Polluées
TEEB	The Economics of Ecosystems and Biodiversity
TRI	Taux de Rendement Interne
UE	Union européenne
VAN	Valeur actualisée nette
VET	Valeur économique totale

RESUMÉ

APERÇU GÉNÉRAL

Depuis plus de 18 ans, la Tunisie a réalisé des efforts considérables dans le domaine de la gestion des déchets ménagers et assimilés (DMA). Avec une population de 10,7 millions (2012), dont 7 millions vivent en zone urbaine, la Tunisie génère environ 2,5 millions de tonnes/an, avec des acquis institutionnels, juridiques et techniques qui peuvent être résumés comme suit :

- Un cadre réglementaire initié par la loi cadre des déchets 96-41 qui régit globalement le secteur indépendamment de la nature des déchets et enrichi par des cadres particuliers à des types de déchets spécifiques;
- L'élaboration et l'initiation d'un programme national pour la gestion des déchets solides baptisé Programme National de Gestion des Déchets Solides (PRONAGDES), qui a par la suite évolué pour devenir Programme National de Gestion Intégrée et Durable des Déchets (PRONGIDD);
- Un cadre institutionnel, notamment les communes qui mènent la politique locale en matière de la gestion des déchets et suite au PRONAGDES, ont limité leur activités à la collecte et leur acheminement vers les centres de transferts ou les décharges contrôlées ; ainsi que l'établissement de l'agence nationale de la gestion des déchets (ANGed), comme maître d'ouvrage délégué par les communes pour la planification et gestion des décharges contrôlées;
- Un taux de collecte en zone urbaine atteignant 85-90% et en zone rural atteignant 35-50%, avec les dépenses pour la collecte et traitement représentant 20-50% des dépenses locales;
- Réalisation de 13 décharges contrôlées ainsi qu'une cinquantaine des centres de transferts desservant 16 gouvernorats de 4,5 millions d'habitants soit (41,7 % de la population) avec 60% de DMA enfouis, et des investissements de l'ordre de 187 millions de DT;
- L'établissement d'installations de récupération de biogaz et génération d'un potentiel de revenus à travers le Mécanisme de Développement Propre (MDP), pour un montant de 20 million de \$EU jusqu'en 2018;
- L'ouverture du marché des déchets et de dégazage aux opérateurs du secteur privé international et national pour l'exploitation de toutes les décharges contrôlées ainsi que pour le dégazage et le torchage du méthane dans ces décharges;
- La réhabilitation et la fermeture totale des sept grands dépotoirs sauvages qui sont des sources importantes de pollution dans les villes urbaines parmi les 400 moyens et petites dépotoirs sauvages;
- L'installation des unités de traitements des déchets dangereux de 70.000 tonnes/an;
- La réalisation des filières pour la valorisation de certains types de déchets tels que les déchets emballage, de reprise et de traitement des huiles lubrifiantes et filtres à huiles usagés, de collecte et traitement des accumulateurs et piles usagées, de collecte et le traitement des ensembles et sous-ensembles électriques et électroniques et des déchets médicaux.

Introduction des écotaxes. Suite aux efforts du gouvernement tunisien pour juguler le problème de l'élimination des déchets solides, le cadre politique et institutionnel mis en place a permis de satisfaire largement les besoins à court terme du secteur des déchets municipaux, toutefois les constats suivants soulignent la nécessité d'adopter une nouvelle approche vers une gestion intégrée et durable des déchets municipaux :

- La mise en œuvre de la politique de la gestion des déchets municipaux, qui a plutôt privilégié une approche « sanitaire », s'est avérée non optimale du point de vue économique, hypothéquant la durabilité des investissements;
- L'absence d'intégration et l'efficacité économique des différentes activités constituent le maillon faible dans les systèmes de gestion des déchets. En effet, il n'existe pas, pour le moment, une approche intégrée pour la collecte, le traitement et l'élimination de ces déchets et la fragmentation des différentes activités a abouti, entre autres, à une augmentation des coûts totaux;
- Bien que la loi organique des communes (N° 75-33 du 14/5/75) attribue la responsabilité de la collecte, du transport et du traitement des ordures ménagères aux communes, il y a une insuffisance au niveau du recouvrement des revenus affectant la fiscalité locale, seuls 10% des activités de collecte ou la collecte et le balayage des DMA sont confiées au secteur privé. Les raisons de la limitation du secteur privé est dû à des fréquents retards dans le paiement des prestataires ou dans la mobilisation des fonds nécessaires pour le lancement des marchés, une méconnaissance du service et des coûts ce qui rend difficile une prise de décision ainsi que de défaillances de la part des opérateurs et des collectivités locales;
- Cette problématique s'est accentuée par une négligence et un laxisme dans les services de collecte suite aux perturbations sociales de la post révolution de janvier 2011, de vandalisme et de remise en cause par les citoyens des installations de traitement et des décharges contrôlées.

OBJECTIF

C'est dans ce contexte général que s'inscrit l'étude du coût de la dégradation de l'environnement due aux déchets dans les capitales des pays Mashrek et de Maghreb et qui est appuyée par SWEEP-Net. De portée régionale et visant à ajouter de la plus-value et à compléter les autres processus régionaux à travers des activités régionales et nationales reproductibles, SWEEP-Net est une plateforme pour le développement et la mise en œuvre des ressources efficaces et la gestion intégrée et durable des déchets solides en vu de :

- Stimuler et faciliter l'échange et le partage d'informations, d'expériences et de connaissances en utilisant une combinaison de moyens de communication;
- Permettre à ses membres de partager des informations et des connaissances et collaborer grâce à des systèmes et outils d'information et de communication;
- Fournir un appui à la politique de gestion intégrée et durable des déchets solides;
- Faciliter et promouvoir l'application efficace des politiques, des outils de planification, des mécanismes de financement, et les technologies qui sont viable d'un point de vue économique, social et environnemental.

COÛT DE LA DÉGRADATION

Le CDEDM du Grand Tunis atteint 17,3 millions de \$EU (26,7 millions de DT) en 2012 avec une borne inférieure (BI) de 4,1 millions de \$EU et une borne supérieure (BS) de 30,5 millions de \$EU (Tableau 1 et Figure 1). Le résultat moyen est équivalent en moyenne à 0,16% du PIB dans le Grand Tunis et 0,04% du PIB national actuel de Tunisie en 2012. Inversement, les pertes d'opportunité dont le produit pourrait être utilisé de manière plus judicieuse (efficience allocative) pour améliorer la gestion du secteur des déchets, s'élèvent à 23,1 millions de \$EU soit à 35,8 millions de DT soit, 0,05% du PIB tunisien en 2012.

Ventilées par sous-catégorie, l'équivalent du revenu disponible (1% des revenus disponibles des ménages devant être alloué aux services de collecte) associé aux déchets non-collectés (55,0%) vient en premier et est suivi par le coût de nettoyage des déchets non-collectés (16,7%), la production d'énergie pouvant être produite dans les cellules de la décharge (14,5%) les émissions de méthane évitable de la déchèterie de (5,8%), la moins-value des terrains autour des stations de transfert et décharges actives (5,3%) ainsi que la contamination de l'eau due à des lixiviats (3,0%). Plusieurs sous-catégories mériteraient quelques approfondissements tels que les effets sur la santé n'ont pas été évalués car ils requièrent des enquêtes du fait que ces problèmes sont perçus comme tels par les personnes vivant dans la zone des décharges.

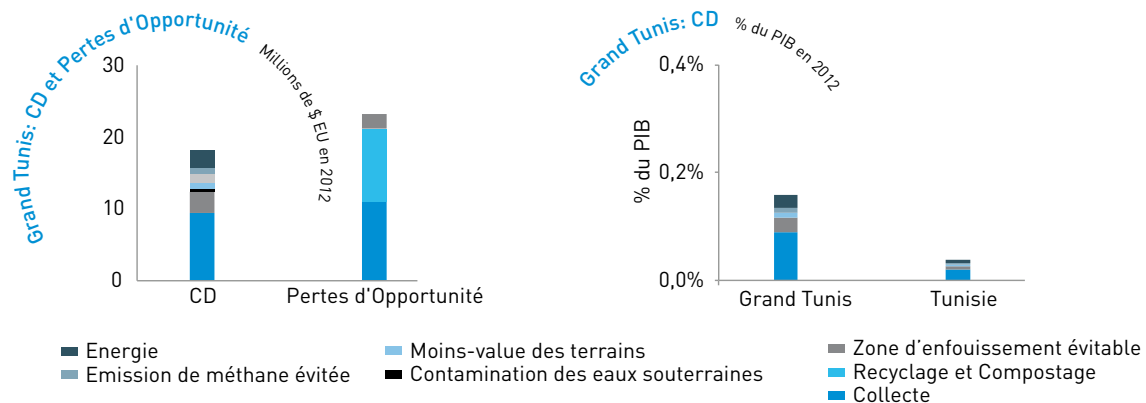
Tableau 1 : Coût de la Dégradation et Perte d'Opportunité des Déchets Solides dans le Grand Tunis, 2012, en millions de \$EU

Catégories	Coût de la Dégradation		Borne Inférieure	Borne Supérieure	Pertes d'Opportunité	
	Millions de \$EU	%	Millions de \$EU	%	Millions de \$EU	%
Collecte	9,5	55,0%	0	19,0	11	47,7%
Coût de nettoyage pour les déchets non-collectés	2,9	16,7%	0	5,6		
Recyclage et compostage					10,2	44,2%
Zone d'enfouissement évitable					1,9	8,2%
Contamination des eaux souterraines	0,5	3,0%	0,2	0,9		
Moins-value autour des stations de transfert	0,8	4,7%	0,7	1,0		
Moins-value autour des décharges actives	0,1	0,5%	0,1	0,1		
Effets sur la santé	ND	ND	ND	ND		
Emission de méthane évitée	1,0	5,8%	0,9	1,1		
Energie	2,5	14,5%	2,3	2,8		
Total	17,3	100,0%	4,1	30,5	23,1	100,0%
% PIB Grand Tunis	0,16%		0,04	0,29		0,22
% PIB Tunis	0,04		0,01	0,07		0,05
Total	66.5	100.0%	47.9	127.2	73.9	100.0%
% GDP Beirut and Mount Lebanon	0.3%		0.2%	0.6%		0.4%
% GDP Lebanon	0.2%		0.1%	0.3%		0.2%

Note : ND = Non disponible.

Source : Auteurs.

Figure 1 : Coût de la Dégradation et Perte d'Opportunité des Déchets Solides dans le Grand Tunis, 2012, en millions de \$EU



Source : Auteurs

La présente analyse du Grand Tunis révèle que les coûts de la dégradation (17,3 millions de \$EU) sont moins importants que les pertes d'opportunité (23,1 millions de \$EU) des déchets solides. Ainsi, pour les coûts de la dégradation, il y a surtout lieu d'augmenter le taux de collecte (9,5 millions de \$EU) afin qu'il atteigne 100% et qui est bien plus important que le nettoyage des décharges sauvages qui s'en suit (2,9 millions de \$EU). La moins-value des terrains autour des stations de transfert et de transformation, et de la décharge est un mal nécessaire pour une gestion durable des déchets municipaux et le prix à payer reste relativement faible. Les émissions de méthane pouvant être évitées pourraient s'inscrire dans le cadre du MDP. De plus, il serait utile de voir de plus près la possibilité de générer de l'électricité dans des cellules du fait de la grande part des déchets organiques (68%) dans la composition des déchets. La Tunisie a déjà réhabilité les décharges passives et celles du Grand Tunis, ce qui a sensiblement contribué à réduire le coût de la dégradation. De plus, la contamination des sols et des eaux souterraines par la décharge sanitaire de Djebel Chékir reste difficile à observer mais mériterait une meilleure gestion et inspection du site pour la contenir complètement.

Pour ce qui est des pertes d'opportunité, il est évident que la mise du secteur sur une base durable nécessitera soit d'augmenter les charges directes (création d'une charge dédiée aux déchets pour la collecte), soit d'introduire une taxe indirecte (écotaxe comme le préconise le gouvernement sur les matières plastiques) soit les deux. Cependant, il est essentiel que le taux de recouvrement d'au moins la collecte soit réalisé pour alléger le fardeau du déficit fiscal. Pour ce qui est du recyclage et du compostage, le Grand Tunis est encore au point mort malgré quelques malencontreuses expériences. Cependant, le recyclage et le compostage ont un potentiel de réduire le gaspillage et de réduire l'enfouissement.

Sur la base de ces résultats, trois priorités se dégagent dans le court et moyen terme et méritent une analyse plus approfondie :

- Augmenter de taux de couverture de la collecte ;
- Augmenter le recyclage et compostage ; et
- Vérifier si les polluants émanent des usines de transformation de déchets, décharges et sites d'enfouissement sont responsables de maladies respiratoires (par émission de polluants) et les maladies hydriques (par la contamination des eaux souterraines).

COÛT DE LA RESTAURATION

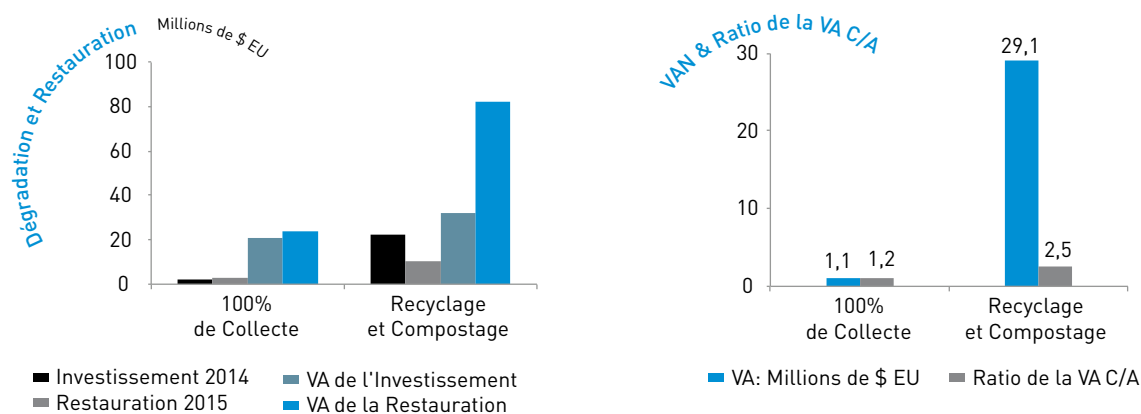
Sur la base des priorités identifiées dans la section précédente, deux interventions ont été prises en compte dans le Grand Tunis en effectuant une analyse Coût/Avantage: collecte portée à 100% dans le Grand Tunis ; et le recyclage et le compostage des déchets afin de réduire le volume d'enfouissement au cas où le gouvernement adopte une stratégie aspirant à zéro déchet. Les résultats sont présentés dans le Tableau 2 et Figure 2. La collecte l'emporte largement par rapport à la non-collecte avec une VAN de 1,1 millions de \$EU, un TRI de 17% et un ratio de la VA des avantages/coûts de 1,2. Les économies d'échelle (56% des déchets recyclés ou compostés) jouent en faveur de la rentabilité du recyclage et du compostage avec un VAN de 29,1 millions de \$EU, un TRI de 27% et un ratio de la VA des avantages/coûts de 2,5.

Tableau 2: Analyse Coût/Avantage de certaines Interventions dans le Grand Tunis, 2012, millions de \$EU

Indicateurs	Critère de rentabilité (taux d'escompte à 10% sur 20 ans)	100% de Collecte	Recyclage et Compostage
VAN (Millions \$EU)	>0	1,1	29,1
TRI (±%)	≥10%	17%	27%
Ratio VA Avantage/Coût	>1	1,2	2,5
Rentabilité du projet		Oui	Oui

Source: Auteurs.

Figure 2: Analyse Coût/Avantage de certaines Interventions dans le Grand Tunis, 2012, millions de \$EU



Source: Authors.

Il ne fait aucun doute que les résultats des analyses coût/avantage apportent des éclaircissements concernant deux aspects importants de la pollution liée aux déchets :

- La relation collecte d'une part et non-collecte et nettoyage des décharges sauvages d'autre part dégage un taux de rentabilité élevés. Ainsi, il vaut certainement mieux « prévenir que guérir » dans ce cas de figure.
- L'augmentation du recyclage et du compostage semble rentable sur le long terme en réalisant des économies d'échelle. Mais, une politique aspirant à s'approcher de zéro déchet nécessite la formulation d'une stratégie comprenant notamment un changement de comportement de la part du citoyen, une séparation à la source, des investissements verts dans les stations de transformation afin de réduire l'impact environnemental, etc.

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Le diagnostic et les analyses permettent d'arriver à sept conclusions d'ordre général :

- a) Les investissements dans le domaine des déchets ménagers dans le Grand Tunis ont certainement contribué à la réduction du coût de la dégradation de l'environnement. Ce coût n'est que 0,04 % du PIB national et 0,16 % du PIB du Grand Tunis. Cette dégradation affecte principalement les ressources naturelles jusqu'à preuve du contraire que cela peut aussi affecter la santé publique. A présent, une perception existe parmi la population que les services actuels affectent la santé publique, mais aucune preuve tangible en termes de données et de la recherche a été fourni pour permettre de corrélérer les impacts sur la santé de ces services;
- b) Inversement, les pertes d'opportunité, dont le produit pourrait être utilisé de manière plus judicieuse (efficience allocative), s'élèvent à 23,1 millions de \$EU soit à 35,8 millions de DT équivalent à 0,05% du PIB tunisien en 2012. Ventilées par sous-catégorie, l'équivalent du revenu disponible (1% des revenus disponibles des ménages devant être alloué aux services de collecte) associé aux déchets non-collectés (55,0%) vient en premier et est suivi par le coût de nettoyage des déchets non-collectés (16,7%), la production d'énergie pouvant être produite dans les cellules de la décharge (14,5%), les émissions de méthane évitable de la décharge de (5,8%), la moins-value des terrains autour des stations de transfert et décharges actives (5,3%) ainsi que la contamination des eaux sous-terraines due à des lixiviats (3,0%);
- c) Le fait que la perte d'opportunité est plus élevée que celui du coût de la dégradation signifie une perte importante de recettes qui auraient pu générer des revenus additionnelles pour améliorer les services de collecte et d'enfouissement;
- d) Le recyclage (mis à part l'ECOLEF) et le compostage demeurent encore dans le secteur informel. L'opportunité de régulariser ce secteur et de le rendre formel à travers l'établissement un cadre institutionnel, juridique et financier est nécessaire;
- e) Les institutions et agences chargées de la gestion des déchets municipaux travaillent chacune dans un secteur bien défini, cependant, la coordination et les échanges d'information et d'expérience sur le secteur sont faibles et des renforcements horizontaux entre ces institutions sont à considérer;
- f) Le manque de clarté du volet institutionnel, surtout le découplage entre les services de collecte par les municipalités et le services d'enfouissement par l'ANGed est peu propice pour une gestion intégrée et durable des déchets;
- g) Les municipalités du Grand Tunis n'ont pas les ressources humaines et financières pour offrir un service de qualité pour ce qui est de la gestion des déchets.

Sur la base des conclusions générales ci-dessus, les recommandations suivantes sont proposées pour orienter la Tunisie vers un système de gestion durable et intégrée des déchets en considérant le Grand Tunis comme une région pilote. Ce système consiste en trois blocs constitutifs: (a) l'implication les parties prenantes; (b) l'établissement d'un système efficace et efficient depuis la pré-collecte jusqu'à l'élimination et la valorisation des déchets ménagers ; et (c) le renforcement des aspects de gestion des déchets ménagers du point de vue institutionnel, juridique, financier, environnemental et social. A ce stade, il est important de noter que ces trois blocs ne peuvent pas être mises en œuvre en parallèle sur un court et moyen terme de 2-5 ans, cependant, il devrait commencer par les éléments suivants au rythme correspondant à la situation socio-économique de la Tunisie.

A. L'implication et la participation des parties prenantes peuvent être initiées.

Ceci nécessite :

- a) La préparation par l'ANGed et la DGCL et en collaboration avec les municipalités, d'une stratégie de communication et de sensibilisation sur toute la chaîne des déchets et sur la performance de ce secteur dans le Grand Tunis;
- b) L'actualisation du plan de gestion communal en impliquant le secteur formel et informel, les ONGs locales et les opérateurs de collecte et d'enfouissement;
- c) Une reprise de la consultation publique de la deuxième décharge de Kabouti en sollicitant les avis de toutes les parties prenantes et en vulgarisant les avantages et désavantages de la mise en place d'une telle décharge.

B. Établir un système efficace et efficient depuis la pré-collecte jusqu'à l'élimination et la valorisation des déchets ménagers.

Ceci exige :

- a) L'augmentation des taux de la collecte avec un objectif atteignant 100 %. Cette intervention est rentable avec un VAN de 1,1 millions de \$EU, un TRI de 17% et un ratio de la VA des avantages/coûts de 1,2;
- b) La considération de la gestion des déchets comme une ressource économique par la formalisation et la création des filières de compostage et de recyclage et la mise en place des mécanismes financiers d'aide aux investissements privés concernant les projets de recyclage et les unités de compostage. Cet investissement est rentable avec un VAN de 29,1 millions de \$EU, un TRI de 27% et un ratio de la VA des avantages/coûts de 2,5;
- c) L'optimisation de l'usage du Mécanisme de Développement Propre sur les casiers 1, 2, 3, 4 5 et 6 de Djebel Chékir à travers l'ANGed qui est déjà engagée avec la Banque mondiale pour la vente des émissions de carbone. Dans le cas où la décharge de Kabbouti sera réalisée, concevoir la construction des cellules et casiers d'une manière à maximiser la récupération des gaz de méthane;
- d) Le revue totale des coûts des services de déchets ménagers par une connaissance approfondie des coûts pour chaque maillon de la chaîne des déchets ainsi que par la préparation transparents et équilibrés avec des termes de références et des obligations et responsabilités bien définies avec les opérateurs privés et basés sur la performance.

C. Renforcer les aspects de gestion des déchets ménagers

- a) Développer un cadre institutionnel pour le Grand Tunis dans lequel les gouvernorats (Ariana, Tunis, Ben Arous et Manouba) devront préparer un plan de gestion intercommunautaire avec une identification des responsabilités et de coordination pour la planification, et la gestion intégrée des déchets ménagers avec l'appui de l'ANGed et de la DGCL et accompagnée d'un plan de formation pour les municipalités;
- b) Établir un système de surveillance et de suivi sur toute la chaîne des déchets à travers l'ANPE;
- c) Renforcer l'équilibre social des récupérateurs tel qu'initié pour Djebel Chékir et notamment la mise en place de coopératives ou de micro-entreprises pour encourager le recyclage et la création d'emploi surtout pour les jeunes récupérateurs;

- d) Mettre en place des critères et des normes pour la GDM et les introduire dans les contrats de performance des opérateurs;
- e) Introduire d'une manière progressive pour le recouvrement des coûts dans le Grand Tunis accompagné par une amélioration des services, et sur la base des initiatives efficaces de sensibilisation du public et de la communication;
- f) Entreprendre une étude sur les liens entre la santé et la pollution due aux déchets solides municipaux pour déterminer les effets de la pollution sur la santé publique dans le Grand Tunis.

1 . INTRODUCTION

Depuis plus de 18 ans, la Tunisie a réalisé des efforts considérables dans le domaine de la gestion des déchets ménagers et assimilés (DMA). Avec une population de 10,7 millions (2012),¹ dont 7 millions vivent en zone urbaine, la Tunisie² génère environ 2,5 millions de tonnes/an, avec des acquis institutionnels, juridiques et techniques qui peuvent être résumés comme suit :

- Un cadre réglementaire initié par la loi cadre des déchets 96-41 qui régit globalement le secteur indépendamment de la nature des déchets et enrichi par des cadres particuliers à des types de déchets spécifiques;
- L'élaboration et l'initiation d'un programme national pour la gestion des déchets solides baptisé Programme National de Gestion des Déchets Solides (PRONAGDES), qui a par la suite évolué pour devenir Programme National de Gestion Intégrée et Durable des Déchets (PRONGIDD);
- Un cadre institutionnel, notamment les communes qui mènent la politique locale en matière de la gestion des déchets et suite au PRONAGDES, ont limité leur activités à la collecte et leur acheminement vers les centres de transferts ou les décharges contrôlées ; ainsi que l'établissement de l'agence nationale de la gestion des déchets (ANGed), comme maître d'ouvrage délégué par les communes pour la planification et gestion des décharges contrôlées;
- Un taux de collecte en zone urbaine atteignant 85-90% et en zone rural atteignant 35-50%, avec les dépenses pour la collecte et traitement représentant 20-50% des dépenses locales;
- Réalisation de 13 décharges contrôlées ainsi qu'une cinquantaine des centres de transferts desservant 16 gouvernorats de 4,5 millions d'habitants soit (41,7 % de la population) avec 60% de DMA enfouis, et des investissements de l'ordre de 187 millions de DT;
- L'établissement d'installations de récupération de biogaz et génération d'un potentiel de revenus à travers le Mécanisme de Développement Propre (MDP), pour un montant de 20 million de \$EU jusqu'en 2018;
- L'ouverture du marché des déchets et de dégazage aux opérateurs du secteur privé international et national pour l'exploitation de toutes les décharges contrôlées ainsi que pour le dégazage et le torchage du méthane dans ces décharges;
- La réhabilitation et la fermeture totale des sept grands dépotoirs sauvages qui sont des sources importantes de pollution dans les villes urbaines parmi les 400 moyens et petites dépotoirs sauvages;
- L'installation des unités de traitements des déchets dangereux de 70.000 tonnes/an;

1- Institut National des Statistiques.

2- ANGed.

- La réalisation des filières pour la valorisation de certains types de déchets tels que les déchets emballage, de reprise et de traitement des huiles lubrifiantes et filtres à huiles usagés, de collecte et traitement des accumulateurs et piles usagées, de collecte et le traitement des ensembles et sous-ensembles électriques et électroniques et des déchets médicaux;
- Introduction des écotaxes.

En effet, il est attendu pour les années à venir que la quantité des déchets municipaux continuera à augmenter suivant la croissance de la population et de la consommation, et affectera ainsi la qualité de vie des citoyens et la qualité de l'environnement physique et notamment le littoral, la production totale des déchets municipaux devrait atteindre le niveau de 3,2 millions de tonnes à l'horizon 2025.

Suite aux efforts du gouvernement tunisien pour juguler le problème de l'élimination des déchets solides, le cadre politique et institutionnel mis en place a permis de satisfaire largement les besoins à court terme du secteur des déchets municipaux, toutefois les constats suivants soulignent la nécessité d'adopter une nouvelle approche vers une gestion intégrée et durable des déchets municipaux :

- La mise en œuvre de la politique de la gestion des déchets municipaux, qui a plutôt privilégié une approche « sanitaire », s'est avérée non optimale du point de vue économique, hypothéquant la durabilité des investissements;
- L'absence d'intégration et l'efficacité économique des différentes activités constituent le maillon faible dans les systèmes de gestion des déchets. En effet, il n'existe pas pour le moment, une approche intégrée pour la collecte, le traitement et l'élimination de ces déchets et la fragmentation des différentes activités a abouti, entre autres, à une augmentation des coûts totaux;
- Bien que la loi organique des communes (N° 75-33 du 14/5/75) attribue la responsabilité de la collecte, du transport et du traitement des ordures ménagères aux communes, il y a une insuffisance au niveau du recouvrement des revenus affectant la fiscalité locale, seuls 10% des activités de collecte ou la collecte et le balayage des DMA sont confiées au secteur privé. Les raisons de la limitation du secteur privé est dû à des fréquents retards dans le paiement des prestataires ou dans la mobilisation des fonds nécessaires pour le lancement des marchés, une méconnaissance du service et des coûts ce qui rend difficile une prise de décision ainsi que de défaillances de la part des opérateurs et des collectivités locales;
- Cette problématique s'est accentuée par une négligence et un laxisme dans les services de collecte suite aux perturbations sociales de la post révolution de janvier 2011, de vandalisme et de remise en cause par les citoyens des installations de traitement et des décharges contrôlées.

En plus, la prospérité économique croissante de la Tunisie induit une indésirable augmentation de la production des déchets solides qui est souvent autour du taux de croissance du PIB. Une réflexion sur l'adaptation à ce développement rapide des déchets reste souvent sommaire. La solution optimale d'une gestion durable, vise à améliorer la situation actuelle aux moyens déjà éprouvés, économiques et réalisables dans le contexte local. Pour les années à venir, il est attendu que la quantité des déchets continuera à augmenter suivant la croissance de la population et de la consommation. De même, la composition des déchets reflètera la croissance du bien être général avec une augmentation de la part des emballages. Ce développement nécessitera des investissements importants liés au processus du transfert et de la mise en décharge pour arriver dans les dix années à venir vers l'enfouissement des déchets ultimes. Dans ce cycle d'investissement, l'adaptation rapide aux standards environnementaux

et techniques modernes pourra être facilitée par l'apport de savoir faire technique du secteur privé. Un objectif général serait d'appréhender, dans leur globalité, les actions possibles pour parvenir à une situation durable, à la fois sur les plans techniques (bon fonctionnement confié à des professionnels), environnementaux (internaliser les coûts de la dégradation de l'environnement, que financiers (permanence et suffisance des ressources collectées) d'une gestion intégrée des déchets municipaux.

Conscient de l'importance du coût de l'inaction causée par la faible performance de la collecte et d'enfouissement, et qui peut engendrer la pollution des eaux, odeurs et pollution de l'air, prolifération des vecteurs de propagation des maladies, et vu l'impact négatif d'une telle gestion sur la qualité de vie ainsi que sur le tourisme, une appréciation économique du coût de la dégradation de l'environnement due aux déchets ménagers est nécessaire pour sensibiliser les décideurs à prendre des actions concrètes pour améliorer la gestion intégrée des déchets ménagers.

2. LE SOUTIEN DE SWEEP-NET À LA GESTION INTÉGRÉE ET DURABLE DES DÉCHETS

2.1 CONTEXTE GENERAL

C'est dans ce contexte général que s'inscrit l'étude du coût de la dégradation de l'environnement due aux déchets dans les capitales des pays Mashrek et de Maghreb³ et qui est appuyée par SWEEP-Net. De portée régionale et visant à ajouter de la plus-value et à compléter les autres processus régionaux à travers des activités régionales et nationales reproductibles, SWEEP-Net⁴ est une plateforme pour le développement et la mise en œuvre des ressources efficaces et la gestion intégrée et durable des déchets solides en vu de :

- Stimuler et faciliter l'échange et le partage d'informations, d'expériences et de connaissances en utilisant une combinaison de moyens de communication;
- Permettre à ses membres de partager des informations et des connaissances et collaborer grâce à des systèmes et outils d'information et de communication;
- Fournir un appui à la politique de gestion intégrée et durable des déchets solides;
- Faciliter et promouvoir l'application efficace des politiques, des outils de planification, des mécanismes de financement, et les technologies qui sont viable d'un point de vue économique, social et environnemental.

Bien que les problèmes des déchets municipaux et leurs impacts sur l'économie aient été évalués à l'échelle nationale (voir chapitre 4), la situation est différente au niveau des capitales ou des villes principales, car aucune identification précise des problèmes et aucune évaluation des coûts associées à la dégradation n'ont encore été réalisées étant donné que la Tunisie s'est engagée vers la voie de la décentralisation et de la bonne gouvernance, des décisions doivent être prises au niveau local en commençant par Tunis, la capitale, en ce qui concerne la gestion intégrée et durable des déchets municipaux car c'est au niveau local et municipal que la gestion des déchets est requise. Le coût de la dégradation de l'environnement due aux déchets, permettrait aux institutions locales de disposer des outils nécessaires pour pouvoir défendre sur la base de coûts chiffrés avec les autorités centrales, leurs ministères nationaux, et en particulier avec les ministères des Finances, les citoyens et la société civile, leur politique dans le domaine de la gestion intégrée et durable des déchets ainsi que les investissements pour réduire ces coûts.

La Tunisie à travers son point focal national a demandé l'assistance de SWEEP-Net pour estimer le coût de la dégradation de l'environnement due aux déchets municipaux (CDEDDM) pour le Grand Tunis. Le choix du Grand Tunis repose sur les raisons suivantes :

- Tunis est la capitale de la Tunisie, avec une population dans le Grand Tunis d'environ 2,5 millions d'habitants soit environ 23.2 % de la population totale et avec la plus haute densité de 898 habitants par Km².⁵ Le Grand Tunis qui consiste de quatre gouvernorats (Ariana, Tunis, Ben Arous et Manouba) génère le plus grand taux de déchets municipaux estimée à 587.500-657.000 tonnes/an soit 29,2% de la production des déchets municipaux en Tunisie;

3- Les Partenaires de SWEEP-NET sont : l'Algérie, l'Égypte, la Jordanie, le Liban, le Maroc, la Mauritanie, les Territoires Palestiniens Occupés, la Syrie, la Tunisie et le Yémen.

4- Site web de SWEEP-NET : www.sweep-net.org

5- GIZ/KfW (2005), Gestion des Déchets du Grand Tunis et Seconde Décharge, Étude de faisabilité.

- Le Grand Tunis est le plus grand pôle économique de la Tunisie. Il représente 1/3 du PIB avec 27% de l'emploi national. Il accueille 65% des entreprises financières, 85% des établissements industriels, et 26% des investissements;⁶
- Le Grand Tunis connaît une disparité socio- économique importante Le Gouvernorat de Tunis est essentiellement urbain tandis que le gouvernorat de Manouba est 75% urbain et 25% rural.⁷ Les gouvernorats de Ariana et Ben Arous continuent à recevoir des flux migratoires importants. Cette disparité se reflète aussi dans la production moyenne annuelle qui varie entre 299 Kg/habitant/an pour les ménages à revenu élevé et 185 Kg/habitant/an pour les ménages à revenu faible.⁸

La gestion des déchets dans le Grand Tunis a fait l'objet de rapports et d'informations scientifiques et techniques, cependant aucune de ces études n'a traité la dimension économique de la dégradation de l'environnement due aux déchets municipaux qui fera objet de cette étude.

2.2 OBJECTIF ET STRUCTURE DE L'ETUDE

L'objectif principal est d'évaluer le coût de la dégradation de l'environnement due aux déchets municipaux pour assister les décideurs à l'échelle nationale et locale à identifier et prioriser des actions concrètes visant à améliorer la gestion intégrée de ces déchets par le biais du potentiel de financement des projets lié aux avantages environnementaux et à la réduction des externalités négatives.

Les résultats visés sont :

- Un aperçu des aspects économiques des problèmes de gestion des déchets dans le Grand Tunis;
- Une évaluation du coût de la dégradation de l'environnement incluant la dégradation écologique et la santé de l'environnement;
- Une analyse économique pour certaines alternatives prioritaires;
- Des recommandations concrètes afin d'intégrer les avantages dont bénéficiera l'environnement et d'améliorer la gestion de ce bassin.

Le coût de la dégradation de l'environnement peut être envisagé comme une mesure du bien-être perdu en raison de la dégradation due aux mauvaises pratiques de gestion des déchets. Une perte en termes de bien-être comprend, sans s'y limiter nécessairement :

- Une perte en termes de vie en bonne santé et de bien-être de la population (par exemple, le fardeau de la maladie);
- Des pertes économiques (par exemple, des revenus auxquels certains agents économiques ont dû renoncer); et
- Une perte en termes d'opportunités relatives à l'environnement (par exemple, une perte en termes de tourisme, de ressources halieutiques et de biodiversité).

6- GIZ/KfW (2005), *Gestion des Déchets du Grand Tunis et Seconde Décharge, Étude de faisabilité*.

7- Institut National des Statistiques.

8- Samira Ben-Ammar. 2006. <http://compostagecefrepeade.files.wordpress.com/2009/01/these-ben-ammar-samira.pdf>.

L'étude est divisée en trois parties principales, et un éclairage sur les sous-catégories et les calculs sont disponibles dans les Annexes 1, 2 et 3):

- a) Partie 1 : Contexte, objectif, et revue des aspects juridiques, réglementaires, institutionnelles et d'évaluation des politiques (chapitres 1, 2 et 3);
- b) Partie 2 : Examen du coût de la dégradation de l'environnement, de la méthodologie, l'évaluation globale et détaillée des sous-catégories et les coûts de la restauration (chapitres 4, 5, 6 et 7);
- c) Partie 3 : Conclusions et recommandations générales (chapitre 8).

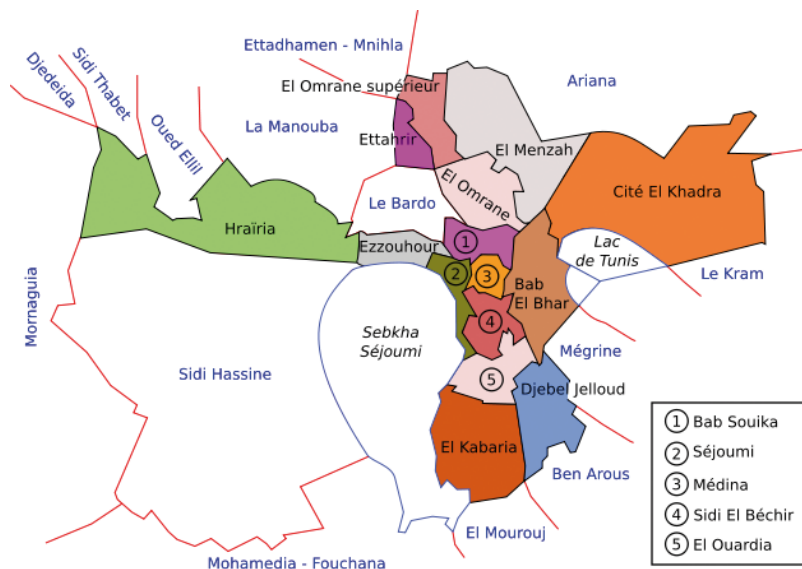
2.3 LES DECHETS MUNICIPAUX DU GRAND TUNIS

Population

Le Grand Tunis est réparti en 4 Gouvernorats (Figure 2.1) : Tunis, l'Ariana, Manouba et Ben Arous avec une superficie de 2.788 Km² représentant 1,7% de la surface de la Tunisie. et une densité de 898 habitants par Km². La population 2012 est divisée comme suit ⁹:

- Tunis : 1,003 millions
- Ariana : 0,528 million
- Ben Arous : 0,600 million
- Manouba: 0,374 million
- Total : 2,505 millions

Figure 2.1 Carte du Grand Tunis



Source : http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tunis_subdivisions.svg.

Le nombre de logement et familles suivant les statistiques de l'INS de 2004 est illustré dans le Tableau 2.1.

9- Institut national des Statistiques.

Tableau 2.1 : Répartition des Logements et Familles dans le Grand Tunis, 2004

Gouvernorat	Nombre de Famille en 2004			Nombre de Logements en 2004		
	Total	Urbain	Rural	Total	Urbain	Rural
Tunis	244 018	244 018	-	265 585	265 585	-
Ariana	101 327	92 916	8 411	117 100	107 018	10 082
Ben Arous	117 901	107 813	10 088	136 604	125 591	10 473
Manouba	70 750	53 377	17 373	74 266	56 830	17 436
Total	533 996	498 124	35 872	595 555	555 024	37 991

Tableau 2.2 : Population, Logement et Familles du Grand Tunis, 2012

Grand Tunis	Population projetée en 2012	Nombre de Famille en 2004			Nombre de Logements en 2004		
		Total	Urbain	Rural	Total	Urbain	Rural
Total	2,505,000	697753	650881	46872	815507	759588	55469

En utilisant une projection moyenne de 3.4% pour les familles et de 4% pour les logements tels que proposés par l'INS, la répartition de la population du Grand Tunis ainsi que la répartition des familles et logements en 2012 sont illustré dans le Tableau 2.2.

Le Grand Tunis est essentiellement 93% urbain quoique l'urbanisation de gouvernorat de Manouba est à 75% urbaine et 25% rurale. La taille moyenne des ménages est de 3.6 personnes.

Le Grand Tunis est le premier pôle économique et industriel du pays avec 65% des services financiers et 85% des établissements industriels du pays. Les établissements industriels sont généralement de petite en moyenne entreprises (PME) dans les domaines principaux de l'agro-alimentaire, industries chimique, mécaniques et métallurgiques, textiles et habillements ainsi que l'industrie des chaussures, du cuir et du bois. L'agriculture est dans les espaces éloignés et encadrés par deux fleuves au Nord la Medjerda et l'Oued Miliane au Sud. Les plaines l'Ariana, La Soukra, La Manouba et le Mornag sont très fertiles. La nappe phréatique est peu profonde et accessible par forage. Les sols sont calcaire au nord et argilo-sablonneux au sud. Les cultures sont le blé, les oliviers, l'arboriculture fruitières. maraichages et culture légumineuses.

Le Grand Tunis est aussi une zone touristique. Suivant le recensement de 2004 de L'Office National de Tourisme Tunisien, le Grand Tunis compte 113 établissements hôteliers de 22.601 lits.¹⁰ Les hôtels se situent le long de la côte à Sidi Bou Saiid, Gammarth et La Marsa.

LA CARACTÉRISATION DES DÉCHETS DE GRAND TUNIS

Le Grand Tunis produit environ 587.000-650.000 tonnes/an, soit 29,2% de la production des déchets municipaux en Tunisie et une production moyenne de 235 kg/habitant/an. La composition des déchets, la quantité, la densité, et l'humidité des déchets (50-70%) montrent une variation saisonnière prononcée. La caractérisation des déchets est comme suit¹¹ :

10- GIZ/KfW (2005), *Gestion des Déchets du Grand Tunis et Seconde Décharge, Étude de faisabilité*.

11- Samira Ben-Ammar. 2006. <http://compostagecefrepeade.files.wordpress.com/2009/01/these-ben-ammar-samira.pdf>.

- 40,36 % et 53,03 % pour les matières organiques;
- 5,74 % et 14,56 % pour les papiers;
- 4,38 % et 17,94 % pour les cartons;
- 1,86 % et 4,07 % pour les composites;
- 2,53 % et 5,03 % pour les textiles;
- 1,16 % et 6,44 % pour les textiles sanitaires;
- 6,36 % et 10,93 % pour les plastiques;
- 1,08 % et 3,21 % pour les combustibles non classés;
- 1,25 % et 3,71 % pour le verre;
- 1,76 % et 3,84 % pour les métaux;
- 2,46 % et 11,83 % pour les combustibles non classés;
- 0,95 % et 1,76 % pour les déchets spéciaux.

LA COLLECTE, TRANSPORT ET ENFOUISSEMENT DES DÉCHETS

La collecte et le balayage sont organisés au niveau des communes. La collecte n'est pas optimisée du point de zonage, de l'efficacité des moyens (disposition des véhicules, et du personnel) et des usagers (conteneurs de sacs à ordures ou respect d'horaire de la collecte). La collecte est subdivisée en collecte mécanisée avec bennes tasseuses dans les quartiers les plus modernes, la collecte partiellement mécanisée (tracteurs agricoles et brouettes), et la collecte manuelle avec brouettes dans les zones rurales. Les conditions de collecte et de transport des déchets solides dans le Grand Tunis dépendent fortement de l'importance et du développement de la municipalité concernée. Elles dépendent également des priorités que les municipalités leur accordent et des ressources disponibles.

Les déchets sont transportés soit dans trois stations de transfert de Jdeida, Naseen Ben Arous et Borj el Ghoulâ où ils sont déposés, soit directement à la décharge de Djebel Chékir (voir ci-dessus). Pour le Grand Tunis, la distance directe de la collecte à la décharge est de 24,5 km, et la distance moyenne entre le centre de transfert de Ben Arous et la décharge de Djebel Chékir est de 29 km, ce qui démontre une situation non optimale de localisation. En plus, l'humidité des déchets constitue une difficulté supplémentaire qui empêche le compactage.

Tous les déchets municipaux sont acheminés vers la décharge contrôlée de Djebel Chékir. Cette décharge est située à 10 km au Sud-Ouest de Tunis à mi-chemin des villages d'El Attar (à 1,5 km) et de Bir El Jazzar (moins de 1 km). Cette zone, qui a une surface totale de 124 ha, est située dans une vallée plate ouverte en direction nord-ouest/sud-est, au côté ouest de laquelle se trouve Djebel Chékir. Ce site comprend 5 casiers sur une surface de 50 ha ; un réseau de collecte de lixiviat des casiers 1, 2, 3, 4 et 5 avec une station de traitement d'une capacité optimale de 400 m³/jours, et un réseau de collecte du méthane sur les casiers 1, 2 et 3 avec une torchère qui brûle 1.000 m³/heure de méthane.

3. LES ASPECTS INSTITUTIONNELS DE LA GESTION DES DÉCHETS MUNICIPAUX DANS LE GRAND TUNIS

Les principaux acteurs dans la gestion des déchets municipaux dans le Grand Tunis sont :

- **Au niveau national :**
 - Le Ministère des Travaux Publics et de l'Environnement
 - Le Ministère de l'Intérieur
 - Le Ministère de la Santé
- **Au niveau local :**
 - Les communes

Le Ministère des Travaux Publics et de l'Environnement intervient principalement au niveau de l'élaboration de la politique générale et du cadre réglementaire et normatif de la gestion des déchets ainsi que de la sensibilisation adressée au grand public. Il assure la tutelle de l'ANGed qui met en œuvre le Programme National de Gestion des Déchets Solides (PRONAGDES) ainsi que la tutelle de l'Agence Nationale de Protection de l'Environnement (ANPE) qui est responsable du contrôle et de la surveillance en matière de protection de l'environnement comme suit :

- En Août 2005, le Gouvernement a établi par décret une nouvelle agence, l'**Agence Nationale de la Gestion des Déchets (ANGed)** avec les attributions suivantes : (a) L'élaboration des programmes nationaux pour la gestion des déchets ; (b) La participation dans la préparation des lois et règlements relatifs à la gestion des déchets ; (c) La mise en œuvre des projets et procédures dans le cadre des programmes nationaux de gestion des déchets ; (d) La consolidation des structures régionales et assistance aux communes dans la gestion des déchets ; (e) La promotion des partenariats entre les collectivités locales, l'industrie et le secteur privé ; (f) La direction et la maintenance des établissements spécialisés mis en place par le gouvernement eu égard aux déchets dangereux ; et (g) La préparation des cahiers de charge et des autorisations relatives à la gestion des déchets comme l'exige la réglementation en vigueur, et le suivi de leur exécution. Pour le Grand Tunis, l'ANGed est responsable de la construction et de la mise en exploitation des trois centres de transfert ainsi que la décharge de Djebel Chékir, ainsi que l'exploitation de la décharge à travers deux opérateurs, l'un pour l'enfouissement et le traitement du lixiviat, et l'autre pour le dégazage et le torchage.
- l'**ANPE** a pour responsabilité : l'élaboration des normes environnementales, la sensibilisation du public, l'éducation et la formation environnementale ; le contrôle de la pollution à la source ; le suivi de la qualité nationale de l'air et de l'eau ; l'accord technique pour le contrôle de pollution des projets et leur promotion pour l'allocation des avantages financiers et fiscaux prévus par la loi ; la gestion des fonds anti-pollution ; et la gestion des parcs urbains. Pour le Grand Tunis, la Direction de l'étude d'impact sur l'environnement est responsable de l'application, de la revue et du suivi de l'EIE des stations de transferts et de la décharge de Djebel Chékir.

Le Ministère de l'Intérieur assure la tutelle des communes et met en œuvre le programme national de la propreté et de protection de l'environnement. La direction générale des collectivités publiques locales (DGCL) est chargée d'exercer la tutelle sur les communes et les conseils régionaux et de les assister dans l'exercice de leurs attributions; de s'assurer du respect de la loi sur les communes et notamment

des lois relatif aux budgets, impôts, taxes et réglementation. Une sous- direction de l'environnement de la DGCL assure la suivi du programme national de la propreté ainsi que le service du suivi des règlements sanitaires et de l'environnement.¹² Sous tutelle du ministre de l'Intérieur, la Caisse des Prêts et de Soutien des Collectivités Locales (CPSCL) mobilise des ressources pour contribuer au financement des programmes d'investissements des collectivités locales sous forme de prêts et de subventions.

Le Ministère de la Santé Publique assure le contrôle sanitaire et veille à une gestion appropriée des déchets des établissements de soin dans le secteur public et privé.

Au niveau local

La Loi Organique des Communes n°95-68 du 24/7/95 confie dans son article 129 les responsabilités «du ramassage, du tri, du traitement, de l'enlèvement, de l'enterrement des ordures dans des dépotoirs contrôlés » aux collectivités locales. Mais jusque là, seule l'activité de collecte est assurée par les collectivités locales à des niveaux de qualité très variable d'une collectivité à une autre.

La Municipalité de Tunis a assuré le contrôle de la gestion de ses déchets solides par la création de l'Agence Municipale pour le Traitement et la Valorisation des Déchets (AMTVD), par un arrêté administratif du Ministre de l'Intérieur (janvier 1990) qui a été élargi par un arrêté subséquent du 10 juin 2004. Le dernier autorise la commune à créer une Agence Municipale pour les Services Environnementaux (AMSE) avec pour mandat d'assurer la gestion des propriétés municipales, la collecte et le transport des déchets, la valorisation des déchets, et la fourniture d'autres services environnementaux.¹³ Dans la Municipalité de Manouba, un service de l'Environnement et du contrôle a été établie sous la direction technique du secrétariat général de la municipalité.¹⁴ De même, dans la municipalité de l'Ariana,¹⁵ la sous-direction de la propreté est chargée du service de la collecte, du balayage et le service gestion de la décharge des ordures. Dans la Commune de Ben Arous, une commission permanente de la propreté et de l'environnement est établie pour la gestion des ordures ménagères.¹⁶

CONCLUSIONS

Les diagnostics et analyses qui ont été entrepris par ce grand nombre d'institutions permettent de tirer 4 conclusions :

- La Région du Grand Tunis a connu un développement considérable qui a conduit à une forte augmentation des déchets solides et à un démembrement des responsabilités entre le maillon de la collecte et le transport avec celui l'enfouissement et de la valorisation;
- Les principes de gestion intégrée des déchets municipaux, avec application des principes du pollueur payeur et/ou de celui du producteur récupérateur, ne sont pas acquis;
- Les institutions et agences chargées de la gestion des déchets municipaux chacune dans un secteur bien défini, cependant, la coordination et les échanges d'information et d'expérience sur le bassin sont faibles et des renforcements horizontaux entre ces institutions sont à considérer;
- Les appréciations qualitatives et quantitatives des impacts des déchets municipaux sur la santé publique et les ressources naturelles ne pas cernées d'un point de vue technique, cependant, les évaluations économiques de ces impacts sont quasiment inexistantes.

12- Site web: <http://interieur.gov.tn/fr/catalog/organisation-du-ministere-de-l-interieur>

13- Site web: www.commune-tunis.gov.tn/publish/content/article.asp?id=262#3

14- Site web: www.commune-benarous.gov.tn/fr/index_baladia.htm

15- Site web: www.commune-ariana.gov.tn/services_municipal.php

16- Site web: www.commune-benarous.gov.tn/fr/index_coop.htm

C'est suite à ce manque d'évaluations économiques des impacts que s'inscrit l'évaluation des coûts de la dégradation de l'environnement liée aux déchets municipaux. Cette évaluation permet ainsi de quantifier, même de façon approximative, et de donner un ordre de grandeur des coûts économiques associés aux impacts environnementaux pour en tirer un coût de la dégradation et une perte d'opportunité au niveau local et national. Cette évaluation permet également, à travers la ventilation sectorielle des coûts de dégradation, d'aider les décideurs à établir des priorités d'intervention dans le domaine de la gestion intégrée des déchets municipaux.

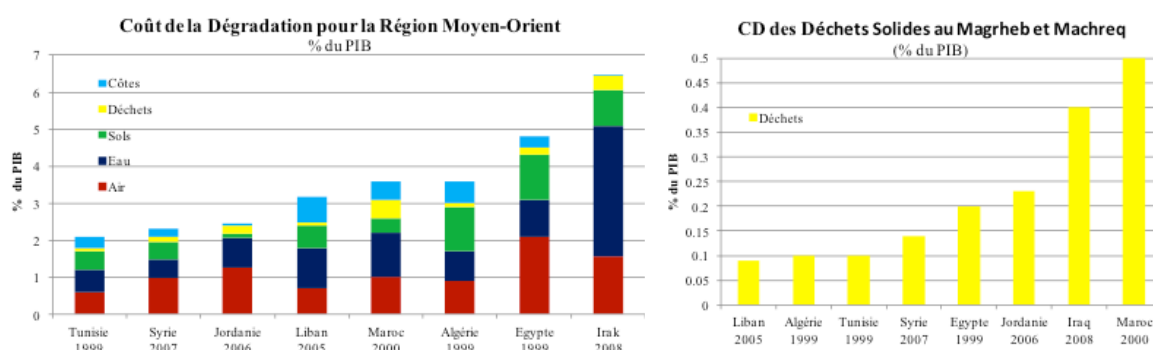
4. REVUE DES COÛTS DE LA DÉGRADATION ENVIRONNEMENTALE EN TUNISIE

De nombreuses études sur la dégradation de l'environnement à l'échelle nationale, régionale et sectorielle ou sur les avantages tirés suite à une réduction de la pollution ont été réalisées en Tunisie au cours des douze dernières années. Les résultats de ces évaluations, qui couvrent d'habitude une année de base, sont illustrés dans la Figure 4.1.

Le projet METAP/Banque mondiale et la Commission européenne ont estimé le coût de la dégradation de l'environnement au niveau national, en utilisant chacun des méthodologies différentes. Les résultats sont comme suit :

- En 2004, le METAP/Banque mondiale¹⁷ a publié le coût de la dégradation de l'environnement en utilisant les données de l'année 1999 couvrant 6 catégories : air ; eau ; déchets ; sols et biodiversité ; zones côtières et patrimoine culturel ; et environnement global.¹⁸ Ces coûts ont été estimés entre 383 et 662 millions de DT par an en 1999, soit 1,5 à 2,7% du PIB, avec une estimation moyenne de 522 millions de DT soit 2,1% du PIB.¹⁹ A cela s'ajoute le coût des dommages sur l'environnement global estimé à près de 0,6% du PIB. Le coût de la dégradation due aux déchets solides a été estimée à **0,1% du PIB soit de 33 millions de DT** en 1999. En comparaison avec d'autres pays de la région, ces coûts sont relativement moins élevés, et sont en fait parmi les plus bas en termes de pourcentage du PIB parmi les 7 pays de la Région du Machrek et du Maghreb où le coût de la dégradation a été évalué.²⁰
- En 2011, la Commission européenne a estimé les avantages accrus pour l'environnement couvrant 5 catégories : air ; eau ; nature ; déchets ; et environnement global.²¹ Les avantages tirés ont été estimés à 4% du PIB de 71,6 milliards de DT en 2020 estimé au cas où la pollution venait à être réduite de $\pm 50\%$ en 2020 par rapport à 2008. La part des déchets solides dans ces avantages a été estimée à **0,6% du PIB de 2020 soit 441 millions de DT**. En d'autres termes, dans le cas où la pollution ne pourrait pas être réduite de 50% en 2020, le coût total de la dégradation considéré comme un avantage perdu pourrait atteindre au minimum l'équivalent de 4% du PIB en 2020.

Figure 4.1 : Revue des coûts de la dégradation au Moyen Orient et en Afrique du Nord



Source : Banque mondiale (2000-11).

17- Site web de la Banque mondiale: www.worldbank.org

18- Sarraf et al. (2004).

19- En 1999 le PIB Tunisien était estimé à près de 25 milliards de DT alors qu'il est effectivement de 27,2 milliards de DT.

20- Il est important de noter que la faiblesse relative du coût de la dégradation de l'environnement dû au problème de gestion des déchets est essentiellement dû au fait qu'il n'a pas été possible d'entamer une estimation exhaustive de l'impact des déchets sur la santé et les ressources naturelles. Ainsi, l'impact du manque de traitement des déchets industriels et hasardeux n'est pas inclus dans l'estimation.

21- EC ENPI (2011).

5. MÉTHODOLOGIE, CALIBRAGE ET LIMITES DE L'ÉVALUATION, ET SOUS-CATÉGORIE

5.1 CONTEXTE GENERAL

Les coûts de la dégradation ont été évalués en utilisant les données disponibles dont la source ne peut pas être entièrement fiable. De plus, les lacunes dans les données ont nécessité de faire plusieurs hypothèses. Les résultats sont donc considérés à titre indicatif et permettent de fournir un ordre de grandeur. Cependant, les résultats sont considérés comme utiles afin de montrer le potentiel en valeurs relatives et peuvent ainsi avoir un usage comparatif.

Par ailleurs, il est difficile de délimiter de façon précise la dégradation de l'environnement qui est strictement d'origine naturelle et celle qui est strictement d'origine anthropogénique. Dans certains cas de figure, il y a chevauchement entre les deux causes de la dégradation où se produit un renforcement mutuel comme par exemple, la salinité naturelle des sols et de l'eau qui est exacerbée par les pratiques humaines.

Tableau 5.1: Principales maladies à transmission vectorielle à travers la chaîne des déchets

Vecteur	Environnement pour la reproduction et moyen de transmission	Maladie
Moustique		
<i>Anopheles</i>	Eau assez propre, eau saumâtre ou eau douce, par exemple, l'eau d'irrigation, les étangs, les marais etc. Rayon d'action jusqu'à 5 kilomètres.	Paludisme et filariose
<i>Aedes</i>	Eau stagnante propre, fraîche et salée, par exemple, des pots d'eau, des citernes, des conteneurs, des petites mares temporaires, et des inondations périodiques. Rayon d'action potentiel jusqu'à 160 kilomètres et pour se nourrir jusqu'à 1,6 kilomètres.	Dengue, filariose, fièvre jaune, et fièvre de la Vallée du Rift
<i>Culex</i> (qui survit à l'hiver à l'état adulte)	Eau douce et salée polluée par des matières organiques, par exemple, des latrines, les égouts pluviaux, les égouts bouchés ouverts, des bassins de stabilisation des eaux usées et des fosses de trempage. Pour le virus du Nil occidental, les moustiques transmettent ce virus en piquant des personnes après avoir piqué un oiseau infecté. Rayon d'action potentiel jusqu'à 16 kilomètres et pour se nourrir jusqu'à 8 kilomètres.	la filariose et Virus du Nil occidental (encéphalite : inflammation du cerveau)
Autres Vecteurs		
Rongeurs (rats)	Se reproduit et se nourrit dans les déchets non-collectés et dans les décharges. L'urine et les fèces peuvent propager des maladies par contact direct ou par ingestion.	leptospirose (maladie de Weil) et peste
Puce d'eau (copépodes)	Se reproduit dans les petits étangs d'eau douce. Les humains ingèrent la puce d'eau (copépodes) dans l'eau potable. La puce se développe en un ver qui cause des ulcères des jambes et des pieds. Le ver pond des œufs dans l'eau, complétant ainsi le cycle.	Le ver de Guinée (dracunculose)
Phlébotome	Se reproduit dans les zones forestières, les grottes, ou les terriers de petits rongeurs. Animaux sauvages et domestiques ainsi que les humains peuvent agir comme un réservoir d'infection. Rayon d'action potentiel jusqu'à 200 kilomètres.	Leishmanioses

Source: Adapté de Listorti and Doumani (2001).

En plus des déchets ménagers urbains et ruraux, la chaîne des déchets solides pourrait inclure des boues des stations d'épuration des eaux usées, des déchets agricoles (y compris les abattoirs), les débris de construction ainsi que des déchets médicaux et dangereux. La mauvaise gestion de la chaîne des déchets peut entraîner plusieurs effets tels que la pollution: de l'air (PM_x , H_2S , COV, NMOC, NO_x , NH_4Cl , CO_2 , CH_4 , etc.) des sols, de l'eau (ruissellement des lixiviats), auditive, olfactive et visuelle comme la transmission des gaz d'enfouissement peut entraîner des risques d'inconfort sérieux de santé et de sécurité pour la population environnante, en particulier pour les récupérateurs informels qui opèrent tout au long de la chaîne des déchets (santé au travail). Une fois contractées par les récupérateurs informels, il y a un risque que ces maladies peuvent ensuite se transmettre de manière plus générale dans la population. Les stations de transfert, les décharges et des déchèteries pourraient aussi devenir des lieux de reproduction des moustiques, des mouches et des rongeurs porteurs de maladies à transmission vectorielle (Tableau 5.1). Ces sites attirent donc les populations de rongeurs et pendant la période des pluies, des étangs d'eau stagnante peuvent généralement se former sur ces sites et augmentent le risque de transmission de maladies à transmission vectorielle. Les risques de santé les plus courants sont : l'irritation des yeux, la tuberculose, la diarrhée, la typhoïde, la dysenterie, la toux et la gale. En outre, les décharges de déchets solides peuvent provoquer des explosions ainsi que des incendies spontanés dues à la combinaison de méthane et de l'oxygène ou des incendies d'origine humaine (en dernier recours), et réduire le prix des terrains/bâtiments/appartements autour des stations de transfert et des décharges.

5.2 METHODOLOGIE

Les techniques d'estimation d'impact et d'évaluation économique retenues sont principalement dérivées des méthodes éprouvées et synthétisées dans le Manuel de la Banque mondiale sur le **Coût de la Dégradation**,²² le Manuel de la Commission européenne sur le **Benefit Assessment**²³ ainsi que d'autres manuels et sources de référence comme les publications de **The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB)**, elles aussi financées par la Commission européenne en coopération avec le Gouvernement allemand.²⁴ Les principales méthodes d'estimation d'impacts se regroupent autour de 3 piliers (Figure 5.1):

- Changement dans la production;
- Changement de l'état de santé avec la dose-réaction afin d'établir la fonction entre polluant (inhalation, ingestion, absorption ou exposition) et maladie;
- Changement de comportement avec deux sous-impacts: préférences révélées ; et préférences énoncées.

Les méthodes d'évaluation économique sont regroupées sous chaque pilier (Figure 5.1).

Pour le changement dans la production, trois méthodes sont suggérées :

- Valeur des changements dans la productivité comme par exemple une baisse de la productivité agricole due à la salinité et/ou la perte de matières nutritives dans les sols;
- Approche du coût de l'opportunité comme par exemple la non-réutilisation et la revente des matières recyclées des déchets ;
- Approche du coût de remplacement lorsque par exemple le coût de la construction d'un barrage qui doit remplacer un barrage qui a été ensablé.

22- Site web de la Banque mondiale : www.worldbank.org

23- Site web de l'EC ENPI BA : www.environment-benefits.eu

24- Site web de TEEB: www.teebtest.org

Pour le changement de santé, deux méthodes sont suggérées :

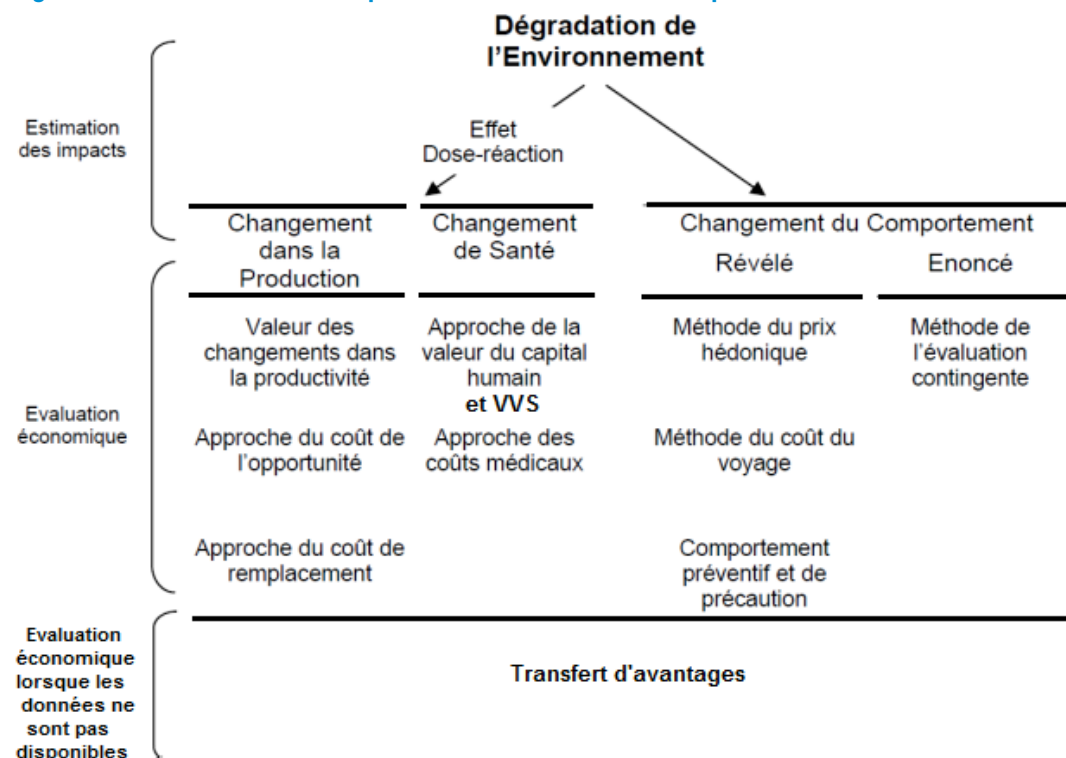
- Valeur associée à la mortalité à travers 2 méthodes : le manque à gagner futur dû à la mort prématurée; et le consentement à payer pour réduire le risque de mort prématurée. Seule, cette dernière méthode est désormais utilisée;
- L'approche des coûts médicaux comme par exemple les coûts engendrés lorsqu'un enfant de moins de 5 ans est pris à l'hôpital pour être guéri d'une diarrhée.

Pour le changement de comportement, deux méthodes sont suggérées :

- Comportement révélé en dérivant des coûts associés au comportement : coût hédonique pour par exemple les coûts de terrains autour d'une décharge ; méthode du voyage en essayant de dériver les coûts du voyage pour visiter un lieu spécifique comme le Lac Ichkeul ; comportement préventif comme lorsqu'un ménage achète un filtre pour l'eau potable;
- Comportement énoncé où une évaluation contingente permet de dériver un consentement à payer grâce à une enquête comme par exemple, améliorer la qualité des ressources en eau.

Au cas où les données ne sont pas disponibles, un transfert d'avantages peut être effectué d'études ayant été faites dans d'autres pays en ajustant les résultats pour le différentiel du revenu, d'éducation, de préférence, etc. Les résultats d'origine reposent sur l'une des méthodes d'évaluation économique des 4 piliers susmentionnés.

Figure 5.1 : Estimation des impacts et évaluation économique



Source : Adapté de Bolt et al. (2005).

L'année de base 2012 a été retenue pour l'estimation des coûts de la dégradation. L'évaluation des avantages (coût de la dégradation réduite sur une année) sera utilisée pour dériver les coûts de la restauration qui sont calculés pour certaines sous-catégories prioritaires. Les coûts de la restauration reposent sur une analyse coûts/avantages (C/A) estimée au cas par cas et qui couvre la durée de vie de

chaque investissement (les coûts d'investissement et le flux des avantages générés lors de la restauration) lorsque celui-ci est considéré dans l'évaluation. Trois indicateurs sont pris en compte dans l'analyse C/A afin de déterminer la rentabilité du projet avec un taux d'escompte économique de 10% :

- La valeur actualisée nette (VAN) qui est la différence entre les avantages et les coûts totaux actualisés;
- Le taux de rendement interne (TRI), qui est le taux d'actualisation qui remet à zéro la VAN ou, le taux d'intérêt qui rend la VAN de tous les flux monétaires égal à zéro ; et
- Le ratio A/C, qui est le rapport de la valeur actualisée des avantages sur la valeur actualisée des coûts au cours de la durée de vie du projet, doit être égal ou supérieur à 1.

5.3 CALIBRAGE ET LIMITES DE L'EVALUATION

En plus des contraintes de ressource et de temps contraignant, les techniques utilisées ont leurs propres limites méthodologiques. En règle générale, dans le processus de recherche des faits, il était clair que la disponibilité, l'accessibilité et l'actualité des informations ont posé de nombreux problèmes qui ont été cependant surmonté par l'identification et la rencontre des contacts clés au sein des autorités nationales, régionales et locales.

Les résultats permettent une marge d'erreur grâce à des gammes de sensibilité (borne inférieure-borne supérieure) qui ont été prises en compte. En outre, l'analyse marginale a été tentée dans certains cas afin d'évaluer les avantages (réduction du coût de dégradation de l'environnement) et les coûts d'investissement.

La plupart des techniques d'évaluation utilisées ont leurs limites intrinsèques en termes de biais, de prémices hypothétiques, d'incertitude surtout lorsqu'il s'agit de biens non marchands. De plus, les résultats sont bien entendu sensibles au contexte. L'utilisation des transferts d'avantages pourrait donc exacerber le biais des résultats et des incertitudes. Par conséquent, certains résultats sont mentionnés dans le texte et devrait faire l'objet d'une analyse plus approfondie lorsque les investissements seront pris en considération.

5.4 CATEGORIES EVALUEES

Les coûts de la dégradation comprennent l'ensemble de la chaîne des déchets ménagers de la collecte à la mise en décharge et peuvent envisager d'autres types de déchets lorsque ceux-ci ne sont pas réglementés et gérés de façon adéquate et finissent par être jetés dans les décharges à ordures ménagères. Les méthodes utilisées pour l'évaluation des coûts de la dégradation et des pertes d'opportunité sont illustrées dans le Tableau 5.2. La description générale et spécifique des méthodes des sous catégories se trouvent dans les Annexes I à III.

Tableau 5.2 : Techniques d'Evaluation des Coûts de la Dégradation et Pertes d'Opportunité

Catégories	Technique d'Evaluation	
	Coût de la Dégradation	Pertes d'Opportunité
Collecte	1% du Revenu Disponible (déchets non-collectés)	Subventions du Gouvernement (tous les déchets collectés)
Coût de nettoyage pour les déchets non-collectés	Coût du nettoyage nécessaire	
Recyclage et compostage		Coût du marché des recyclables
Zone d'enfouissement évitable		Coût du terrain évité
Contamination des eaux souterraines	Coût de traitement de l'eau	
Moins-value autour des stations de transfert	Hédonique (moins-value)	
Moins-value autour des décharges actives	Hédonique (moins-value)	
Moins-value autour des décharges passives	Hédonique (moins-value)	
Moins-value au sein des décharges actives	Coût du terrain évité	
Moins-value au sein des décharges passives	Coût du terrain évité	
Effets sur la santé	Dose-réponse ou prévalence	
Emission de méthane évitée	Modèle LandGem (CER/coût globaux)	
Energie	Modèle LandGem (tarif moyen)	

Source : Auteurs.

6. COÛT DE LA DÉGRADATION DES DÉCHETS SOLIDES DANS LE GRAND TUNIS

6.1 ENSEMBLE DES DONNEES

L'ensemble de données du Grand Tunis utilisé dans l'analyse provient notamment des documents de la Institut National de la Statistique,²⁵ des Rapports SWEEP-Net sur la Tunisie de 2010 et 2013,²⁶ ainsi que les indicateurs du développement de la Banque mondiale.²⁷ La population du Grand Tunis est estimée à 2,5 millions, soit 23,2% de la population totale. Par ailleurs, le coût abordable, qui tient lieu de charge de collecte de référence, s'élève à 1% du revenu disponible, soit 33,4 \$EU par habitant en 2012.

Tableau 6.1: Ensemble des Données sur la Population et le Revenu Disponible dans le Grand Tunis, 2012

Intrant	Unité	Rurale	Urbaine	Total
Population	#	226.917	2.278.084	2.505.000
Revenu disponible par habitant	\$EU	33	33	33,4
Revenu potentiel de la collecte	Millions de \$EU	7,6	76,0	83,6
Coût de la collecte	\$EU/tonne			35,5
Coût de l'enfouissement	\$EU/tonne			12,9
Coût total de la chaîne des déchets	\$EU/tonne			48,4

Source : Site web de l'INS : www.ins.nat.tn/; et WDI (2013).

6.2 APERÇU GENERAL DES COÛTS DE LA DEGRADATION

Les résultats du CDEDM dans le Grand Tunis sont illustrés dans le Tableau 6.2 et la Figure 6.1. De plus, ces résultats sont divisés en deux catégories distinctes : le CDEDM ainsi que les pertes d'opportunités lesquelles pourraient générer des revenus additionnels permettant d'améliorer la gestion du secteur des déchets dans le futur. Il convient de noter que les résultats sont comparés à la fois au PIB national (45,7 milliards de \$EU en 2012) ainsi qu'au PIB du Grand Tunis (milliards de \$EU en 2012), qui a été extrapolé en utilisant le PIB par habitant pour le Grand Tunis (4.237 par habitant en 2012) et en le multipliant par le nombre d'habitants de 2,2 millions.

Le CDEDM du Grand Tunis atteint 17,3 millions de \$EU (26,7 millions de T) en 2012 avec une borne inférieure (BI) de 4,1 millions de \$EU et une borne supérieure (BS) de 30,5 millions de \$EU. Le résultat moyen est équivalent en moyenne à 0,16% du PIB dans le Grand Tunis et 0,04% du PIB national actuel de Tunisie en 2012. Inversement, les pertes d'opportunités, dont le produit pourrait être utilisé de manière plus judicieuse (efficacité allocative) pour améliorer la gestion du secteur des déchets, s'élèvent à 23,1 millions de \$EU soit à 35,8 millions de DT soit, 0,05% du PIB tunisien en 2012.

25- Site web de l'INS : www.ins.nat.tn/.

26- Site web SWEEP-NET : www.sweep-net.org.

27- Site web de la Banque mondiale : www.worldbank.org.

Ventilées par sous-catégorie, l'équivalent du revenu disponible (1% des revenus disponibles des ménages devant être alloué aux services de collecte) associé aux déchets non-collectés (55,0%) vient en premier et est suivi par le coût de nettoyage des déchets non-collectés (16,7%), la production d'énergie pouvant être produite dans les cellules de la décharge (14,5%), les émissions de méthane évitable de la déchèterie de (5,8%), la moins-value des terrains autour des stations de transfert et décharges actives (5,3%) ainsi que la contamination de l'eau due à des lixiviats (3,0%). Plusieurs sous-catégories mériteraient quelques approfondissements tels que les effets sur la santé n'ont pas été évalués car ils requièrent des enquêtes du fait que ces problèmes sont perçus comme tels par les personnes vivant dans la zone des décharges.

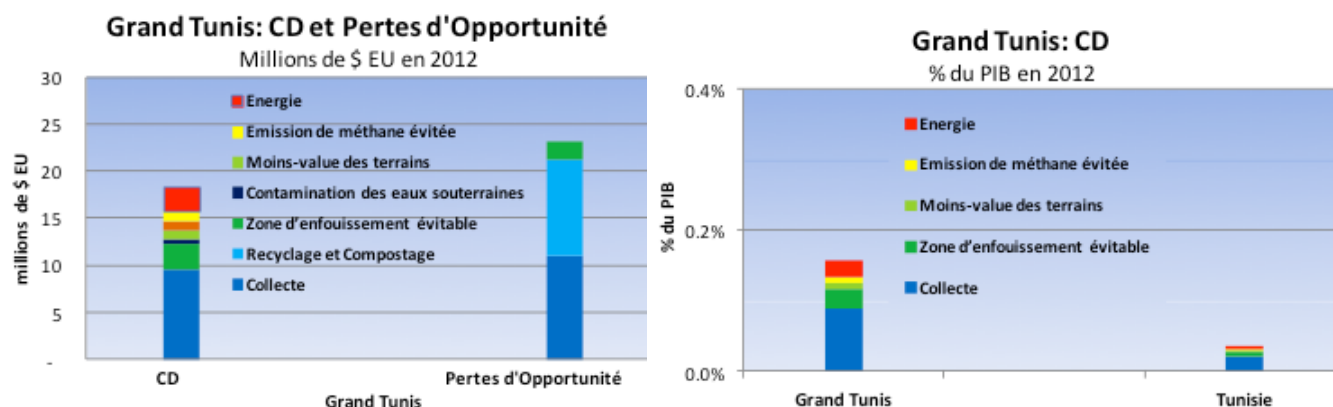
Tableau 6.2 : Coût de la Dégradation et Perte d'Opportunité des Déchets Solides dans le Grand Tunis, 2012, en millions de \$EU

Catégories	Coût de la Dégradation		Borne Inférieure	Borne Supérieure	Pertes d'Opportunité	
	Millions de \$EU	%	Millions de \$EU	Millions de \$EU	Millions de \$EU	%
Collecte	9,5	55,0%	0	19,0	11	47,7%
Coût de nettoyage pour les déchets non-collectés	2,9	16,7%	0	5,6		
Recyclage et compostage					10,2	44,2%
Zone d'enfouissement évitable					1,9	8,2%
Contamination des eaux souterraines	0,5	3,0%	0,2	0,9		
Moins-value autour des stations de transfert	0,8	4,7%	0,7	1,0		
Moins-value autour des décharges actives	0,1	0,5%	0,1	0,1		
Moins-value autour des décharges passives	-	0,0%	-	-		
Moins-value au sein des décharges actives	-	0,0%	-	-		
Moins-value au sein des décharges passives	-	0,0%	-	-		
Effets sur la santé	ND	ND	ND	ND		
Emission de méthane évitée	1,0	5,8%	0,9	1,1		
Energie	2,5	14,5%	2,3	2,8		
Total	17,3	100,0%	4,1	30,5	23,1	100,0%
% PIB Grand Tunis	0,16%		0,04	0,29		0,22
% PIB Tunis	0,04		0,01	0,07		0,05

Note : ND = Non disponible.

Source : Auteurs.

Figure 6.1 : Coût de la Dégradation et Perte d'Opportunité des Déchets Solides dans le Grand Tunis, 2012, en millions de \$EU



Source : Auteurs.

6.3 SOUS-CATEGORIES

La typologie des sous-catégories du CDEDM est comme suit:

- Collecte;
- Coût de nettoyage pour les déchets non-collectés;
- Recyclage et compostage;
- Zone d'enfouissement évitable;
- Contamination des eaux souterraines;
- Moins-value des terrains autour des stations de transfert et les usines de transformation;
- Moins-value des terrains à proximité des décharges actives;
- Moins-value des terrains à proximité des décharges passives;
- Moins-value des terrains dans les décharges actives;
- Moins-value des terrains dans les décharges passives;
- Effets sur la santé;
- Emissions de méthane évitable;
- Energie.

Certaines catégories sont cependant considérés comme une perte d'opportunité et ne figurent pas dans l'agrégation des résultats du CDEDM.

6.3.1 Collecte

Le taux de couverture de la collecte dans le Grand Tunis est de l'ordre de 90% en milieu urbain et 75% en milieu rural en moyenne. Toutefois, l'efficacité de la collecte et du balayage n'a pas été examinée en raison de l'absence de données facilement disponibles. Le coût de la dégradation se monte à 9,5 millions de \$EU en 2012 avec une fourchette variant entre 0,0 et 19,0 millions de \$EU (Tableau 6.3).

Tableau 6.3 : Coût de la Dégradation dû la non Collecte dans le Grand Tunis, 2012, en millions de \$EU

Intrant	Unité	Grand Tunis	BF	BS
Population	#	2.505.000	2.505.000	2.505.000
-Urbaine	#	2.278.084	2.278.084	2.278.084
-Rurale	#	226.917	226.917	226.917
Déchets produits	Tonne/an	690.097	690.097	690.097
-Milieu urbain	Tonne/an	677.673	677.673	677.673
-Milieu rural	Tonne/an	12.424	12.424	12.424
-Milieu urbain	Kg/jour	0,82		
-Milieu rural	Kg/jour	0,15		
Taux de collecte en milieu urbain	%	90%	100%	80%
Taux de collecte en milieu rural	%	75%	100%	50%
Taux de recyclage	%	1%		
Taux d'enfouissement	%	65%		
Revenu disponible	\$EU/capita	33,4	33,4	33,4
Dégradation	\$EU million	9,5	-	19,0

Source : Site web de l'INS : www.ins.nat.tn/; Site web SWEEP-NET : www.sweep-net.org; et Auteurs.

Par ailleurs, la collecte et la récupération des coûts de collecte et de balayage atteint 50% au niveau des municipalités à travers diverses taxes municipales mais n'est pas durable dans l'avenir. Le coût d'opportunité de la subvention accordée par les municipalités et l'Etat en matière de ressources propres afin de couvrir non seulement la collecte et de balayage, mais aussi la chaîne des déchets solides a été calculé. Par conséquent, les pertes d'opportunités des municipalités et de l'Etat dues à un taux de recouvrement de 50% des coûts de collecte et de balayage se monte à 11,0 millions de \$EU avec une BI de 9,4 millions et une BS de 12,7 millions de \$EU en 2012. Ce montant atteint 14,0 millions de \$EU en 2012 lorsque les coûts d'enfouissement non-recouvrées y sont inclus (Tableau 6.4).

Tableau 6.4: Pertes d'Opportunité dues au Recouvrement Partiel de la Collecte dans le Grand Tunis, 2012, en millions de \$EU

Intrant	Unité	Grand Tunis	BF	BS
Coût de la collecte	\$EU/tonne	35,5		
Coût de la collecte pour un habitant en milieu urbain	\$EU/0,88kg/capita/jour	0,03		
Coût de la collecte pour un habitant en milieu rural	\$EU/0,3kg/capita/jour	0,01		
Coût de la collecte en milieu urbain	\$EU/0,88kg/capita/an	10,6		
Coût de la collecte en milieu rural	\$EU/0,3kg/capita/an	1,9		
Coût de l'enfouissement	\$EU/tonne	12,91		
Recouvrement des Municipalités pour la collecte et le balayage	%	50%		
Coût total des déchets collectés	\$EU million	22,1		
Perte d'opportunité nette pour la collecte et le balayage	\$EU million	11,0	9,4	12,7
Perte d'opportunité pour l'enfouissement	\$EU million	3,1	2,7	3,6
Perte d'opportunité totale	\$EU million	14,1	12,0	16,3

Source : Site web SWEEP-Net : www.sweep-net.org; et Auteurs.

6.3.2 Coût de nettoyage pour les déchets non-collectés

Avec un taux de collecte 90% en milieu urbain et 75% en milieu rural en moyenne dans le Grand Tunis, les déchets non-collectés se montent à 125.739 tonnes en 2012. Ces déchets ont le potentiel de polluer 135.493 m². Pour le nettoyage des décharges sauvages, 21,4 \$EU par tonne par m³ (1 m² par 1 mètre de profondeur) est adopté.²⁸ Le coût du nettoyage se monte à 2,9 millions de \$EU en 2012 avec une fourchette de 0,0 à 5,6 millions de \$EU (Tableau 6.5).

28- Bassi et al. (2011).

6.3.3 Recyclage et compostage

Tableau 6.6: Opportunités de recyclage et de compostage, 2012, millions de \$EU

Intrant	Ventila- tion	Recyclage/ comp. possible	Généra- tion annuelle	Prix du marché	Oppor- tunité perdue	BI	BS
	%	%	Tonne/an	\$EU /tonne	Millions de \$EU	Millions de \$EU	Millions de \$EU
Recyclage/comp. potentiel			683.196				
Recyclage/comp. possible	100.0%		384.229		10,2	8,2	12,3
Organique	68.0%	50%	232.287	21,8	5,1		
Papier	9.0%	80%	49.190	17,4	0,9		
Plastique	11.0%	80%	60.121	46,5	2,8		
Verre	2.0%	80%	10.931	13,1	0,1		
Métal	2.0%	80%	10.931	116,2	1,3		
Textile	4%	80%	20.769	4,4	0,1		
Autre	4%	-					

Source: Section 3; SWEEPNET (2010); WDI (2013); et Auteurs.

Le compostage et le recyclage potentiel est illustré dans le tableau 6.6 où le montant généré et non-recyclé/composté dans le Grand Tunis atteint 683.196 tonnes en 2012. De ce montant potentiel, un montant équivalent à 384.229 tonnes est possiblement recyclable et « compostable » à condition qu'il y ait peu de résistance au changement de comportement quand il s'agit de la séparation à la source, d'un tri adéquat, de bons processus de recyclage et de compostage soient mis en place, etc. Les coûts par tonne de matières recyclables et de compost sont dérivés des prix actuels du marché. Cependant, seul le prix du composte a été réduit pour l'aligner aux engrais organiques naturelles. Par conséquent, la perte de recyclage et de compostage pour le Grand Tunis s'élève à 10,2 millions de \$EU en 2012 avec une borne inférieure et supérieure comprise entre 8,2 et 12,3 millions (Tableau 6.6).

6.3.4 Zone d'enfouissement évitable

L'opportunité perdue de recyclage et de compostage se traduit également en termes de zone de décharge évitée. Un facteur de conversion de densité de déchets compactés a été appliquée à la possibilité d'une réutilisation de ces déchets et le poids de compostage est équivalent à un volume d'environ 1.3 millions de m³. Une borne inférieure et supérieure a été considérée en termes de hauteur de la décharge de 10-20 m et 5-10 m. Avec 19 \$EU par m², le coût du terrain est assez déprécié autour de la décharge d'une décharge similaire à Djebel Chékir. Par conséquent, les économies en termes de terrain pour la mise en décharge s'élève à 1,3 millions de \$EU en 2012, avec une fourchette comprise entre 1,9 et 2,5 millions \$EU (Tableau 6.7).

Tableau 6.7: Gain de superficie de l'enfouissement grâce au recyclage et compostage, 2012, millions de \$EU

Superficie gagnée	Recyclage/compostage possible	Conversion de densité pour les déchets	Poids du volume compacté	Gain de superficie en considérant une hauteur de 10-20 m	Gain de superficie en considérant une hauteur de 5-10 m	Coût par m ²	Opportunité perdue
	Tonne/an	Tonne/m ³	m ³	m ²	m ²	\$EU/m ²	\$EU millions
Décharge	384.229	(compacté) 3.4	1.298.068	64.903	129.807	19	1,3
BI							1,9
BS							2,5

Note : Coût des terrains autour d'une décharge similaire à Djebel Chékir est de 19 \$EU/per m².

Source: Tableau 6.6; Australian Environment Protection Authority; et Auteurs.

6.3.5 Contamination des eaux souterraines

La décharge de Djebel Chékir comprend un système de traitement des lixiviats mais ce dernier n'est pas à 100% effectif. La nappe phréatique est peu profonde et accessible par forage dans une zone agricole. Ainsi, la contamination des nappes phréatiques est minime dans la région du Grand Tunis mais a été quand même évaluée. Le coût de la dégradation due à l'infiltration de lixiviat dans l'aquifère (1,1 millions de m³/an) s'élève à 0,5 millions de \$EU en 2012, avec une fourchette comprise entre 0.2 et 0.9 millions \$EU (Tableau 6.8).

Tableau 6.8: Infiltration de Lixiviat dans l'Aquifères, 2012, millions de \$EU

Intrant	Unité	BI	BS	Total
Quantité de déchets enfouis	tonne/jour	1.229	1.229	1.229
Taux de conversion des déchets compactés	tonne/m ³	0,30	0,30	0,30
Volume des déchets	m ³ /jour	4.152	4.152	4.152
Taux des lixiviat	%	50%	50%	50%
Quantité de lixiviat	m ³ /jour	2.076	2.076	2.076
Taux d'infiltration des lixiviats	%	1%	5%	3%
Quantité d'eau polluée/m ³ de lixiviat	m ³ /jour	50	50	50
Pollution journalière de l'eau par les lixiviats	m ³ /jour	1.038	5.190	3.114
Pollution annuelle de l'eau par les lixiviats	m ³ /jour	378.853	1.894.264	1.136.558
ONAS coût de traitement de l'eau	\$EU/m ³	0,46	0,46	0,46
Coût additionnel de traitement de l'eau polluée	\$EU/m ³	0,92	0,92	0,92
Coût additionnel de traitement de l'eau polluée	\$EU/m ³	0,46	0,46	0,46
Coût de la dégradation	\$EU million	0,2	0,9	0,5

Source: World Bank (2003); et Auteurs.

6.3.6 Moins-value des terrains autour des stations de transfert et de transformation

La moins-value des terrains autour des stations de transfert et de transformation a été calculée pour Jdeida, Nassen Ben Arous et Borj el Ghoul. La superficie de chaque station de transfert a été estimée à 20.000 m². L'évaluation de la dépréciation des terrains est basée sur le prix des terrains actuels comme indiqué sur le site de sociétés immobilières avec deux cercle concentrique avec le premier anneau dégagant une dépréciation de 15 % et le deuxième anneau dégagant une dépréciation de 10%. La valeur de moins-value des appartements n'a pas été envisagée en raison de l'absence de données, mais aurait pu augmenter de manière significative la valeur de l'évaluation associée à cette sous-catégorie. Le coût de la dégradation, qui a été annualisé sur 4 années d'exploitation pour toutes les stations, s'élève à 0,8 million de \$EU en 2012 avec une fourchette comprise entre 0,7 et 1 million de \$EU (Tableau 6.9).

Tableau 6.9: Moins-value des terrains autour des stations de transfert et transformation, 2012, millions de \$EU

Station de transfert et de transformation	Superficie	Coût par m ²	15% de pertes du 1 ^{er} cercle	10% de pertes du 2 ^{ème} cercle	Total	15% de pertes du 1 ^{er} cercle sur nombre d'année d'opération	10% de pertes du 2 ^{ème} cercle sur nombre d'année d'opération	Total sur nombre d'année d'opération
	m ²	\$EU/m ²			Millions \$EU			
Ben Arous (4 ans)	20.000	66	0,2	0,3	0,5	0,0	0,1	0,12
Jdeida (4 ans)	20.000	78	0,2	0,4	0,6	0,1	0,1	0,15
Borjel Goula (1 an)	20.000	71	0,2	0,4	0,5	0,2	0,4	0,54
Total	60.000		0,6	1,1	1,6	0,3	0,5	0,81
BI								0,65
BS								0,98

Source: SWEEP-NET; et Auteurs.

6.3.7 Moins-value des terrains autour des décharges actives

La même méthode utilisée pour les stations de transformation est utilisé pour la décharge de Djebel Chékir, qui s'étend sur 47 ha avec une réserve frontière de 124 ha, et la valeur a été annualisée sur 10 ans. Par conséquent, le coût de la dégradation s'élève à 0,09 million de \$EU en 2012 avec une fourchette comprise entre 0,07 et 0,09 million de \$EU (Tableau 6.10).

Tableau 6.10: Moins-value des terrains autour de la décharge, 2012, millions de \$EU

Station de transfert et de transformation	Superficie	Coût par m ²	15% de pertes du 1 ^{er} cercle	10% de pertes du 2 ^{ème} cercle	Total	15% de pertes du 1 ^{er} cercle sur nombre d'année d'opération	10% de pertes du 2 ^{ème} cercle sur nombre d'année d'opération	Total sur nombre d'année d'opération
	m ²	\$EU/m ²			Millions \$EU			
Djebel Chékir	1.240.000	19,4	0,4	0,6	0,9	0,0	0,1	0,09
BI								0,07
BS								0,11

Source: SWEEP-NET; et Auteurs.

6.3.8 Moins-value des terrains autour des décharges passives

La même méthode utilisée pour les stations de transformation est d'habitude utilisée pour la moins-value des terrains autour des décharges passives mais les deux décharges passives de Lihoudia et Raoued ont déjà été réhabilitées.

6.3.9 Effets sur la santé

Plusieurs problèmes de santé sont liés à la mauvaise gestion des déchets. Cependant, les cas de morbidité devraient être suivis afin de pouvoir établir une causalité entre la pression environnementale et les effets sur la santé.

6.3.10 Emission de méthane évitable

Les émissions de méthane de la décharge de Djebel Chékir sont de 18.718 m³ en 2013. Ce même volume est capturé. Ce volume représente 315 tonnes de CO₂ équivalent seulement. Cependant, une récente étude,²⁹ qui dérive des émissions théoriques de cette décharge basées sur le modèle LandGEM développé par l'EPA des EU, suggère des volumes potentielles de méthane beaucoup plus importants. En cas de validation de ce modèle dans le cadre du MDP, la Tunisie pourrait bénéficier de crédits carbone de l'ordre de 1 million de \$EU en 2012 avec une fourchette comprise entre 0,07 et 0,09 million de \$EU. La description de la méthodologie et les calculs sont développés dans l'Annexe I.

6.3.11 Production d'énergie

Toujours selon la même étude,³⁰ la production potentielle d'électricité selon la même étude pourrait atteindre l'équivalent de 35,5 GW/h d'électricité. Calculé au tarif moyen de 0,07 \$EU par kW/h en Tunisie, le montant du manque à gagner se monte à 2,5 millions de \$EU avec une fourchette comprise entre 2,3 et 2,8 million de \$EU. La description de la méthodologie et les calculs sont développés dans l'Annexe I.

6.4 CONCLUSIONS

La présente analyse du Grand Tunis révèle que les coûts de la dégradation (17,3 millions de \$EU) sont moins importants que les pertes d'opportunité (23,1 millions de \$EU) des déchets solides. Ainsi, pour les coûts de la dégradation, il y a surtout lieu d'augmenter le taux de collecte (9,5 millions de \$EU) afin qu'il atteigne 100% et qui est bien plus important que le nettoyage des décharges sauvages qui s'en suit (2,9 millions de \$EU). La moins-value des terrains autour des stations de transfert et de transformation, et de la décharge est un mal nécessaire pour une gestion durable des déchets municipaux et le prix à payer reste relativement faible. Le manque à gagner en ce qui concerne les émissions de méthane évitables pourrait être résolu à travers le MDP. De plus, il serait utile de voir de plus près la possibilité de générer de l'électricité dans des cellules du fait de la grande part des déchets organiques (68%)

29- Aydi, A. 2012. *Energy Recovery from a Municipal Waste Landfill Gas: A Tunisian Case Study*. *Hydrol Current Res* 3:137.

30- Ibid.

dans la composition des déchets. La Tunisie a déjà réhabilité les décharges passives et celles du Grand Tunis, ce qui a sensiblement contribué à réduire le coût de la dégradation. De plus, la contamination des sols et des eaux souterraines par la décharge sanitaire de Djebel Chékir reste difficile à observer mais mériterait une meilleure gestion et inspection du site pour la contenir complètement.

Pour ce qui est des pertes d'opportunités, il est évident que la mise du secteur sur une base durable nécessitera soit d'augmenter les charges directes (création d'une charge dédiée aux déchets), soit d'introduire une taxe indirecte (écotaxe comme le préconise le gouvernement sur les matières plastiques) soit les deux. Cependant, il est essentiel que le taux de recouvrement d'au moins la collecte soit réalisé pour alléger le fardeau du déficit fiscal. Pour ce qui est du recyclage et du compostage, le Grand Tunis est encore au point mort malgré quelques malencontreuses expériences. Cependant, le recyclage et le compostage ont un potentiel de réduire le gaspillage et de réduire l'enfouissement.

Sur la base de ces résultats, trois priorités se dégagent dans le court et moyen terme et méritent une analyse plus approfondie :

- Augmenter le taux de couverture de la collecte ;
- Augmenter le recyclage et compostage ; et
- Vérifier si les polluants émanent des usines de transformation de déchets, décharges et sites d'enfouissement sont responsables de maladies respiratoires (par émission de polluants) et les maladies hydriques (par la contamination des eaux souterraines).

7. COÛT DE LA RESTAURATION DE CERTAINES INTERVENTIONS DANS LE GRAND TUNIS

7.1 RESULTS AGGREGES DU COUT DE LA RESTAURATION

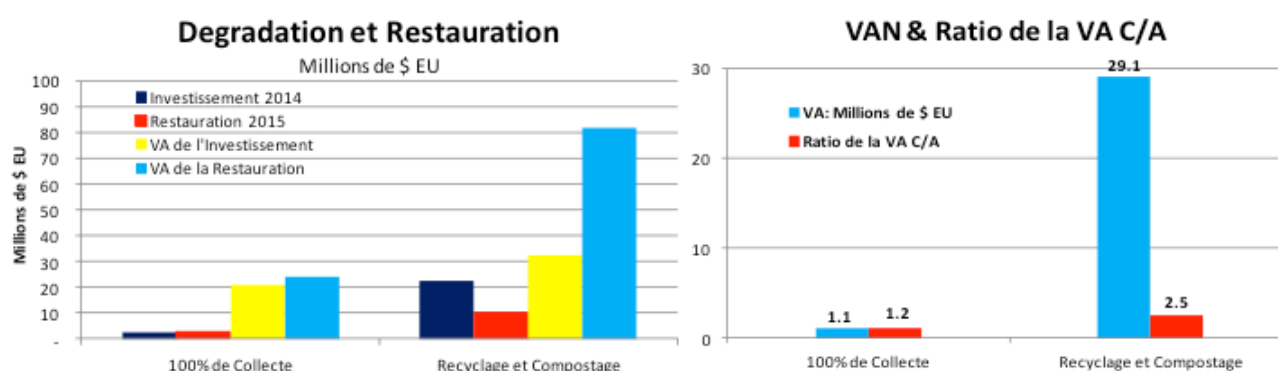
Sur la base des priorités identifiées dans la section précédente, deux interventions ont été prises en compte dans le Grand Tunis en effectuant une analyse Coût/Avantage: collecte portée à 100% dans le Grand Tunis ; et le recyclage et le compostage des déchets afin de réduire le volume d'enfouissement au cas où le gouvernement adopte une stratégie aspirant à zéro déchet. Les résultats sont présentés dans le Tableau 7.1 et Figure 7.1. La collecte l'emporte largement par rapport à la non-collecte avec une VAN de 1,1 millions de \$EU, un TRI de 17% et un ratio de la VA des avantages/coûts de 1,2. Les économies d'échelle (56% des déchets recyclés ou compostés) jouent en faveur de la rentabilité du recyclage et du compostage avec un VAN de 29,1 millions de \$EU, un TRI de 27% et un ratio de la VA des avantages/coûts de 2,5 (Tableau 7.2).

Tableau 7.1: Analyse Coût/Avantage de certaines Interventions dans le Grand Tunis, 2012, millions de \$EU

Indicateurs	Critère de rentabilité (taux d'escompte à 10% sur 20 ans)	100% de Collecte	Recyclage et Compostage
VAN (Millions \$EU)	>0	1,1	29,1
TRI (±%)	≥10%	17%	27%
Ratio VA Avantage/Coût	>1	1,2	2,5
Rentabilité du projet		Oui	Oui

Source: Auteurs.

Figure 7.1: Analyse Coût/Avantage de certaines Interventions dans le Grand Tunis, 2012, millions de \$EU



Source: Auteurs.

Tableau 7.2 : Coût de la restauration dans le Grand Tunis, 2014-2033, millions de \$EU

Interventions	Dégradation 2014	Restauration 2015	VAN de l'Investissement	VAN de la Restauration
Millions \$EU				
100% de collecte	2,5	2,9	20,9	24,2
Recyclage et Compostage	22,7	10,2	32,4	81,9
Total	25,1	13,1	53,3	106,2

Source : Auteurs.

7.2 COLLECTE PORTEE A 100%

Le coût réel (\$EU 35,5/tonne de collecte) des déchets non-collectés a été confronté au coût de nettoyage des décharges sauvages où les déchets non-collectés sont d'habitude disséminés. Le coût de la collecte et de l'enfouissement ainsi que le volume des déchets non-collectés sont maintenus constants sur une période de 20 ans (Tableau 7.3).

Tableau 7.3: Coût/Avantage des déchets non-collectés dans le Grand Tunis, 2012

Intrant	Superficie totale m ² /an	Volume Tonne/an	Coût de col- lecte Millions \$EU	Avantage Millions \$EU
Déchets non-collectés	135.493	70.873	2,5	2,9

Source: Chapitre 6; et Auteurs.

L'intervention est rentable avec un VAN de 1,1 millions de \$EU, un TRI de 17% et un ratio de la VA des avantages/coûts de 1,2 (Tableau 7.4). Il ne fait aucun doute que la non-collecte aujourd'hui se traduit par des coûts de dégradation beaucoup plus élevés dans le futur en termes de coût hédoniques pour les terrains limitrophes, de pollution des sols et des nappes phréatiques, de pollution olfactive, etc.

Tableau 7.4: Analyse Coût/Avantage de 100% de Collecte dans le Grand Tunis, 2012, millions de \$EU

Indicateurs	Critère de rentabilité	100% de Collecte
VAN (Millions \$EU)	>0	1,1
TRI (±%)	≥10%	17%
Ratio VA Avantage/Coût	>1	1,2
Rentabilité du projet		Oui

Source: Auteurs.

7.3 RECYCLAGE ET COMPOSTAGE DANS LE GRAND TUNIS

De nombreux projets sont en cours pour augmenter le compostage et recyclage des déchets en Tunisie en général et dans le Grand Tunis en particulier sans pourtant avoir des résultats positifs. La solution envisagée est la réduction effective de 56% des déchets générés en 2012 dans une perspective d'atteindre zéro déchet dans le futur. L'hypothèse sous-jacente est que le volume des déchets reste constant sur 20 ans et le coût de mise en décharge n'est pas inclus dans l'analyse. Ces hypothèses sont juste considérées pour démontrer que le recyclage et le compostage sont viables lorsque le volume et le

prix du marché de ces matières recyclables sont adéquats. Par ailleurs, le prix de 400 \$EU/tonne³¹ pour la collecte du plastique comme proposé par le Gouvernement à travers le programme Eco-lef n'est pas considéré dans ce cas de figure. L'investissement est sur 20 ans avec les coûts d'opérations et d'entretien (1% de l'investissement en capital) restant constant sur la durée de vie du projet. Cette analyse devrait conduire à l'avenir à une analyse plus approfondie où le prix des terrains pour la mise en décharge est inclus et l'analyse de sensibilité est effectuée. Pourtant, le but de cette analyse est d'attirer l'attention des décideurs concernant le recyclage et le compostage au niveau de chaque préfecture et où les déchets destinés à l'enfouissement peuvent ainsi être diminués jusqu'à 56%. Cependant, des scénarios supplémentaires doivent être envisagés pour déterminer la rentabilité de plusieurs alternatives (Tableau 7.5).

Tableau 7.5: Capacité requise pour un compostage et recyclage de 56%, 2012

Intrant	Coût d'Investissement Millions \$EU	Operations Millions \$EU /an	Déchets générées Tonne/an	Déchets traitées Tonne/an	%	Avantages Millions \$EU /an
Total	22,7	2,2	683.193	384.329		10,2

Source: World Bank Lebanon CEA (2011); et Auteurs.

L'investissement est rentable avec un VAN de 29,1 millions de \$EU, un TRI de 27% et un ratio de la VA des avantages/coûts de 2,5 (Tableau 7.6).

Tableau 7.6: Analyse Coût/Avantage de Recyclage et Compostage dans le Grand Tunis, 2012, millions de \$EU

Indicateurs	Critère de rentabilité (taux d'escompte à 10% sur 20 ans)	Recyclage et Compostage
VAN (Millions \$EU)	>0	29,1
TRI (±%)	≥10%	27%
Ratio VA Avantage/Coût	>1	2,5
Rentabilité du projet		Oui

Source: Auteurs.

CONCLUSIONS

Il ne fait aucun doute que les résultats des analyses coût/avantage apporte des éclaircissements concernant deux aspects importants de la pollution liée aux déchets :

- La relation collecte d'une part et non-collecte et nettoyage des décharges sauvages d'autre part dégage un taux de rentabilité élevés. Ainsi, il vaut certainement mieux « prévenir que guérir » dans ce cas de figure;
- L'augmentation du recyclage et du compostage semble rentable sur le long terme en réalisant des économies d'échelle. Mais une politique aspirant à s'approcher de zero déchet nécessite la formulation d'une stratégie comprenant notamment un changement de comportement de la part du citoyen, une séparation à la source, des investissements verts dans les stations de transformation afin de réduire l'impact environnemental, etc.

31- Le système public rétribue les collecteurs à 0,750 Dinars T/tonne en PET

8. CONCLUSIONS GÉNÉRALES ET RECOMMANDATIONS

Le diagnostic et les analyses, qui ont été développés dans les précédents chapitres, permettent d'arriver à sept conclusions d'ordre général :

- a) Les investissements dans le domaine des déchets ménagers dans le Grand Tunis ont certainement contribué à la réduction du coût de la dégradation de l'environnement. Ce coût n'est que 0,04 % du PIB national et 0,16 % du PIB du Grand Tunis. Cette dégradation affecte principalement les ressources naturelles jusqu'à preuve du contraire que cela peut aussi affecter la santé publique. A présent, une perception existe parmi la population que les services actuels affectent la santé publique, mais aucune preuve tangible en termes de données et de la recherche a été fourni pour permettre de corrélérer les impacts sur la santé de ces services;
- b) Inversement, les pertes d'opportunité, dont le produit pourrait être utilisé de manière plus judicieuse pour améliorer la gestion du secteur des déchets, s'élèvent à 23,1 millions de \$EU soit à 35,8 millions de DT équivalent à 0,05% du PIB tunisien en 2012. Ventilées par sous-catégorie, l'équivalent du revenu disponible des ménages associé aux déchets non-collectés (55,0%) vient en premier et est suivi par le coût de nettoyage des déchets non-collectés (16,7%), la production d'énergie pouvant être produite dans les cellules de la décharge (14,5%), les émissions de méthane évitable de la décharge de (5,8%), la moins-value des terrains autour des stations de transfert et décharges actives (5,3%) ainsi que la contamination des eaux sous-terraines due à des lixiviats (3,0%);
- c) Le fait que la perte d'opportunité est plus élevée que celui du coût de la dégradation signifie une perte importante de recettes qui auraient pu générer des revenus additionnelles pour améliorer les services de collecte et d'enfouissement;
- d) Le recyclage (mis à part l'ECOLEF) et le compostage demeurent encore dans le secteur informel. L'opportunité de régulariser ce secteur et de le rendre formel à travers l'établissement un cadre institutionnel, juridique et financier est nécessaire;
- e) Les institutions et agences chargées de la gestion des déchets municipaux travaillent chacune dans un secteur bien défini, cependant, la coordination et les échanges d'information et d'expérience sur le secteur sont faibles et des renforcements horizontaux entre ces institutions sont à considérer;
- f) Le manque de clarté du volet institutionnel, surtout le découplage entre les services de collecte par les municipalités et le services d'enfouissement par l'ANGed est peu propice pour une gestion intégrée et durable des déchets;
- g) Les municipalités du Grand Tunis n'ont pas les ressources humaines et financières pour offrir un service de qualité pour ce qui est de la gestion des déchets.

Sur la base des conclusions générales ci-dessus, les recommandations suivantes sont proposées pour orienter la Tunisie vers un système de gestion durable et intégrée des déchets en considérant le Grand Tunis comme une région pilote. Ce système consiste en trois blocs constitutifs:

- a) L'implication des parties prenantes;
- b) L'établissement d'un système efficace et efficient depuis la pré-collecte jusqu'à l'élimination et la valorisation des déchets ménagers; et
- c) Le renforcement des aspects de gestion des déchets ménagers du point de vue institutionnel, juridique, financier, environnemental et social. A ce stade, il est important de noter que ces trois blocs ne peuvent pas être mis en œuvre en parallèle sur un court et moyen terme de 2-5 ans, cependant, il devrait commencer par les éléments suivants au rythme correspondant à la situation socio-économique de la Tunisie.

A. L'implication et la participation des parties prenantes peuvent être initiées.

Ceci nécessite :

- a) La préparation par l'ANGed et la DGCL et en collaboration avec les municipalités, d'une stratégie de communication et de sensibilisation sur toute la chaîne des déchets et sur la performance de ce secteur dans le Grand Tunis;
- b) L'actualisation du plan de gestion communal en impliquant le secteur formel et informel, les ONGs locales et les opérateurs de collecte et d'enfouissement;
- c) Une reprise de la consultation publique de la deuxième décharge de Kabouti en sollicitant les avis de toutes les parties prenantes et en vulgarisant les avantages et désavantages de la mise en place d'une telle décharge.

B. Établir un système efficace et efficient depuis la pré-collecte jusqu'à l'élimination et la valorisation des déchets ménagers

Ceci exige :

- a) L'augmentation des taux de la collecte avec un objectif atteignant 100 %. Cette intervention est rentable avec un VAN de 1,1 millions de \$EU, un TRI de 17% et un ratio de la VA des avantages/coûts de 1,2;
- b) La considération de la gestion des déchets comme une ressource économique par la formalisation et la création des filières de compostage et de recyclage et la mise en place des mécanismes financiers d'aide aux investissements privés concernant les projets de recyclage et les unités de compostage. Cet investissement est rentable avec un VAN de 29,1 millions de \$EU, un TRI de 27% et un ratio de la VA des avantages/coûts de 2,5;
- c) L'optimisation de l'usage du Mécanisme de Développement Propre sur les casiers 1, 2, 3, 4 5 et 6 de Djebel Chékir à travers l'ANGed qui est déjà engagée avec la Banque mondiale pour la vente des émissions de carbone. Dans le cas où la décharge de Kabbouti sera réalisée, concevoir la construction des cellules et casiers d'une manière à maximiser la récupération des gaz de méthane;
- d) La revue totale des coûts des services de déchets ménagers par une connaissance approfondie des coûts pour chaque maillon de la chaîne des déchets ainsi que par la préparation transparents et équilibrés avec des termes de références et des obligations et responsabilités bien définies avec les opérateurs privés et basés sur la performance.

C. Renforcer les aspects de gestion des déchets ménagers

Ceci nécessite de:

- a) Développer un cadre institutionnel pour le Grand Tunis dans lequel les quatre gouvernorats (Ariana, Tunis, Ben Arous et Manouba) devront préparer un plan de gestion intercommunautaire avec une identification des responsabilités et de coordination pour la planification, et la gestion intégrée des déchets ménagers avec l'appui de l'ANGed et de la DGCL et accompagnée d'un plan de formation pour les municipalités;
- b) Établir un système de surveillance et de suivi dans sur toute la chaine des déchets à travers l'ANPE;
- c) Renforcer l'équilibre social des récupérateurs tel qu'initié pour Djebel Chékir et notamment la mise en place de coopératives ou de micro-entreprises pour encourager la recyclage et la création d'emploi surtout pour les jeunes récupérateurs;
- d) Mettre en place des critères et des normes pour la GDM et les introduire dans les contrats de performance des opérateurs;
- e) Introduire d'une manière progressive pour le recouvrement des coûts dans le Grand Tunis accompagné par une amélioration des services, et sur la base des initiatives efficaces de sensibilisation du public et de la communication;
- f) Entreprendre une étude sur les liens entre la santé et la pollution due aux déchets solides municipaux pour déterminer les effets de la pollution sur la santé publique dans le Grand Tunis.

9. REFERENCES

- Banque Mondiale. 2010. La Génération des Bénéfices Environnementaux pour Améliorer la Gestion des Bassins Versants en Tunisie. République Tunisienne. Rapport No 50192 – TN. Bureau Régional Moyen-Orient & Afrique Du Nord Département Développement Durable. Washington, D.C.
- Bassi, S. (IIEP), P. ten Brink (IIEP), A. Farmer (IIEP), G. Tucker (IIEP), S. Gardner (IIEP), L. Mazza (IIEP), W. Van Breusegem (Arcadis), A. Hunt (Metroeconomica), M. Lago (Ecologic), J. Spurgeon (ERM), M. Van Acoleyen (Arcadis), B. Larsen and, F. Doumani. 2011. Benefit Assessment Manual for Policy Makers: Assessment of Social and Economic Benefits of Enhanced Environmental Protection in the ENPI countries. A guiding document for the project 'Analysis for European Neighbourhood Policy (ENP) Countries and the Russian Federation on social and economic benefits of enhanced environmental protection'. Brussels.
- Centre d'analyse stratégique. 2009. La valeur tutélaire du carbone. Rapports et documents N.16/2009 - Rapport de la commission présidée par Alain Quinet. Paris.
- Centre for Development and Environment (CDE). 2009. Benefits of sustainable land management. University of Bern. UNCCD, WOCAD, and others. Bern.
- European Environment Agency (EEA). Undated: glossary.eea.europa.eu
- Lindhjem and Navrud. 2010. Meta-analysis of stated preference VSL studies: Further model sensitivity and benefit transfer issues. Prepared by Henrik Lindhjem, Vista Analyse, Norway, and Ståle Navrud, Department of Economics and Resource Management, Norwegian University of Life Sciences, Working Party on National Environmental Policies, OECD.
- MA - Millennium Ecosystem Assessment. 2005. Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis. World Resources Institute, Washington, D.C. www.millenniumassessment.org/documents/document.354.aspx.pdf
- Matthews, E. and Themelis, N.J. 2007. Potential for Reducing Global Methane Emissions From Landfills, 2000-2030, Sardinia 2007, Eleventh International Waste Management and Landfill Symposium. NASA Goddard Institute for Space Studies, Earth Engineering Center, Columbia Univ. Boston.
- Mediterranean Environmental Technical Assistance Program (METAP). 2009. Coastal Legal and Institutional Assessment and Environmental Degradation, Remedial and Averted Cost in Coastal Northern Lebanon. Funded by EC SMAP III and The Ministry of Foreign Affairs of Finland. Washington, D.C.
- Nelson, J. 1978. «Residential choice, hedonic prices, and the demand for urban air quality». Journal of Urban Economics 5 (3): 357–369.
- Nordhaus, William. 2001. "Global Warming Economics." Science. 294(5545): 1283-1284. Nordhaus, William. 2011. "Estimates of the Social Cost of Carbon: Background and Results from the RICE-2011 Model." NBER Working Paper No. 17540. Oct 2011.

- ten Brink, P. and S. Bassi. 2008. Benefits of Environmental Improvements in the European Neighbourhood Policy (ENP) Countries – A Methodology. A project working document for DGENV.
- Van Acoleyen, M., and A. Baouendi. 2011. Analysis for European Neighbourhood Policy (ENP) Countries and the Russian Federation of social and economic benefits of enhanced environmental protection – Tunisia Country Report, funded by the European Commission. Brussels.
- World Bank. 2004. Cost of Environmental Degradation – The Case of Lebanon and Tunisia. Environmental Economics Series. Paper number 97. Edited by M. Sarraf. M. Oweygene and B. Larsen. Washington, D.C.
- World Bank. 2010. Lebanon Country Environmental Analysis. Washington, D.C.
- World Bank. 2013. World Development Indicators. Washington, D.C.

10. ANNEXE I METHODES SPECIFIQUES POUR L'ÉVALUATION DES COÛTS DE LA DÉGRADATION DES SOUS-CATÉGORIES DÉCHETS

COLLECTE

Lorsque les déchets ne sont pas correctement collectés, ils créent des externalités négatives en termes de nuisance et de risques sanitaires. En règle générale, un chiffre de 1% du revenu disponible des ménages dans les zones où il n'y a pas de collecte est utilisé comme un guide pour déterminer le coût. Source: Les personnes sans couverture seront fournis par SWEEP-Net et le WDI de la Banque mondiale sera utilisé pour le revenu disponible.

DÉCHARGE

Le coût de nettoyage par volume (m^3) de déchets générés qui ne sont pas recyclés ou bien mis en décharge sera considéré. La même population sans couverture sera considérée et les déchets produits par habitant sera dérivée de SWEEP-Net. Les hypothèses suivantes sont utilisées:

- La profondeur de la décharge est en moyenne de 1 mètre;
- La densité moyenne de déchets immergés est de $340 \text{ kg} / m^3$;
- La réduction du volume à travers les feux incontrôlés dans les décharges est de $2/3$ laissant ainsi un solde de $1/3$.

Les déchets non collectés générés ont le potentiel de polluer un superficie de $= m^2$ (ton par jour par 365 jours) * $1/3$ * $1/340$. Pour le nettoyage des décharges sauvages, 21,4 \$EU par tonne par m^3 (1 m^2 par 1 mètre de profondeur) est adopté.³²

TRI ET RECYCLAGE

Le coût du marché des matières recyclables est utilisé pour les matériaux non recyclés et ce coût est considéré comme une perte d'opportunité. La gestion des déchets pourrait suivre des systèmes formels et informels développés pour la récupération des déchets avec de grandes répercussions sur le volume et le poids de la collecte des déchets municipaux et la mise en décharge. Les résultats pour le recyclage et le compostage seront tirées des données de SWEEP-Net et utilisés dans le Tableau A1.1.

32- Bassi et al. (2011).

Tableau A1.1 : Déchets potentiellement recyclables, 2012

Sous-catégorie	Population #	Déchets générés Kg/jour	Déchets générés Tonnes/an	Métaux %	Verre %	Papiers / carton %	Plastiques %	Textile %	Compost %	Total %
Total										
Produits Recycles										
Produits Recyclables nets										
Coût/tonne (\$EU/tonne)										
COED										
Borne inférieure										
Borne supérieure										

Source : GIZ (2011) ; Bassi et al. (2011) ; et Auteurs.

CONTAMINATION DES EAUX SOUTERRAINES

L'absence d'un système adéquat de traitement des déchets peut affecter les eaux souterraines. Cela se produit par lixiviation ainsi que par la pollution des eaux côtières et de surface par un déversement direct des déchets dans les milieux aquatiques et marins. Cet impact a été estimé au Maroc, sur la base du coût supplémentaire de traitement de l'eau extrêmement polluée en raison de l'infiltration de lixiviats.³³ Dans cette étude, une masse volumique de 0,4 tonne/m³ de déchets a été supposée, à un niveau de lixiviat d'environ 50%, un taux d'infiltration de 10% et une pollution de 50 m³ d'eaux souterraines par m³ de lixiviats.

MOINS-VALUE DES TERRAINS ET DES CONTRATS DE BAIL

La composante moins-value est estimée en trois parties. La première est la zone autour des stations de transfert. La seconde est pour les sites d'enfouissement passifs, où les terrains qui les entourent ont perdu de la valeur. La troisième est pour une décharge majeure active où les valeurs foncières sont moins élevées en raison de ses activités courantes.

Moins-value des contrats de bail entourant les stations de transfert. La méthodologie des coûts hédoniques a été utilisée pour calculer le coût de dépréciation des terrains se trouvant autour des stations de transfert. Les décharges sont considérées en forme de cercles concentriques afin d'obtenir la première bande et la deuxième bande de dépréciation de la valeur des terrains/bail : $\pm 15\%$ de réduction des prix des terrains dans un rayon de 30 m autour de la station de transfert ; et de $\pm 10\%$ de réduction des prix des terrains/bail dans un rayon de 30 à 100 m autour de la station de transfert.

Moins-value des terrains entourant les décharges/dépotoirs actifs (présentement utilisés) et passifs (présentement non-utilisés et laissés à l'abandon). La méthodologie des coûts hédoniques a été utilisé pour déterminer le coût de la moins-value des terrains entourant les décharges/dépotoirs actives et

33- World Bank (2003).

passives. Dans le cas d'une décharge/dépotoir actif, la mesure de la perte d'agrément est également faite par une baisse de la valeur des logements sur le site. Les estimations du taux de baisse des prix des terrains/logement au fur et à mesure que vous vous rapprochez d'un des sites de décharge/dépotoir ont été faites aux États-Unis et en Europe et sont généralement jugée importante. Une enquête des études a été réalisée par Walton et al. (2003). Basé sur un large éventail d'études, ces dernières concluent qu'un taux d'environ 4,2% par kilomètre de perte est constaté lorsque vous vous rapprochez d'un site d'enfouissement. La distance à laquelle il n'y a aucune incidence est d'environ 5 km. Cependant, la gamme de moins-value est importante avec des estimations allant de 0,4% à 17,6%. Les facteurs, qui sont importants dans la détermination de ce taux, comprennent la taille de la décharge, la densité de la population et le revenu médian. Aucune distinction n'a été faite entre les rejets sauvages et semi-contrôlés. Les critères retenus pour les décharges/dépotoirs actifs sont dérivés de Nelson (1978) et passifs sont basés sur Walton et al. (2003), et sont illustrés dans le Tableau A1.2.

Table A1.2: Critère Hédonique pour la Moins-value des terrains

Intrant	Superficie m ²	Rayon 1 m	Rayon 2 m	Perte 1 %	Perte 2 %
Actif					
Stations de transfert et décharges/dépotoirs	>0	≤30	>31m; <100m	15%	10%
Passif					
Décharges/dépotoirs	<500	+20m	>20m; <100m	10%	4%
Décharges/dépotoirs	≥500	+200m	>200m; <1,000m	10%	4%

Sources: Nelson (1978); Walton et al. (2003); et Auteurs.

La rareté des terrains et le coût d'opportunité des terrains en raison de pratiques d'élimination non durables dans le passé concerne les sites d'enfouissement passifs comme ceux découlant de décharges fermées ou abandonnées. L'analyse suppose que l'utilisation de pratiques d'élimination durables dans le passé aurait évité la perte d'un certain pourcentage de la surface actuelle de ces décharges en faveur d'autres utilisations. Le prix de marché des terrains autour de la décharge a été recueilli par SWEEP-Net pour chaque pays. En supposant que la présence de la décharge entraînerait une réduction de 20% de cette valeur, la valeur de marché des terrains proches des décharges sera estimée. Sur la base de (1) et (2), la perte de décharges en raison de pratiques d'élimination non durables dans le passé seront évalués, mais cette perte est attribuable à au moins 10 à 30 ans de pratiques non durables de sorte que le coût d'une année de cette pratique sera divisé par le nombre d'années où il y a eu négligence.

EFFETS SUR LA SANTÉ

Il y a des risques de santé associés à des personnes vivant à proximité de stations de transfert et des sites d'enfouissement et ces risques doivent être envisagés si des prévalences plus élevées de certaines maladies pourraient être recueillies auprès de centres de santé se situant dans les zones des stations de transfert, des décharges et des sites d'enfouissement. Aussi, la migration des gaz d'enfouissement peut entraîner des risques de santé et de sécurité graves pour la population environnante. Par ailleurs, la prévalence des maladies transmises par des vecteurs pourrait augmenter autour des stations de transfert, des décharges et dépotoirs.

EMISSION DE MÉTHANE ÉVITÉE ET ENERGIE

Les décharges peuvent libérer le méthane, qui, s'il n'est pas capturé, ajoute à la charge mondiale de gaz à effet de serre (GES) et réduit la possibilité de produire de l'énergie. La production de déchets solides qui est mal gérée sera dérivée à partir des données de SWEEP-Net. Le modèle LandGEM de l'USEPA a été utilisé pour générer les émissions évitables et la production potentielle d'électricité. Un taux d'escompte sur dix ans sera actualisé en termes de réduction des émissions et la production d'électricité en utilisant le tarif moyen du kW/h par pays. La production d'énergie électrique, qui peut être générée, utilise la formule suivante: $1 \text{ m}^3 \text{ de CH}_4 = 9,8 \text{ kW/h}$ avec 100% d'efficacité. L'émission de méthane en tonne, qui pourrait être évitée entre l'année 0 et l'année 20, sera calculée et considérée en équivalent CO_2 .

Le World Resource Institute a identifié 2 tonnes de CO_2 par an et par habitant comme le seuil à ne pas dépasser pour limiter la croissance des températures à 2° Celsius au-dessus desquelles un changement climatique irréversible et dangereux deviendra inévitable. Ainsi, le coût de la dégradation considère les émissions de carbone marginales qui dépassent les 2 tonnes de CO_2 par an et par habitant (l'excès des tonnes de CO_2 par an et par habitant à multiplier par la population et le prix du carbone). Les émissions de méthane générées par la mauvaise gestion des déchets sont considérées comme au-delà de la moyenne des 2 tonnes/habitant. Le coût social de CO_2 présent et futur (2000-2099) représente les dommages causés par une tonne des émissions actuelles en termes de: inondations, sécheresses, élévation accélérée du niveau de la mer, baisse de la production alimentaire, extinction des espèces, migration, etc. Plusieurs estimations sont disponibles pour le coût social des émissions de CO_2 allant de \$EU 3 à \$EU 95 (Nordhaus, 2001; Stern, 2007; UNIPPC, 2007). Récemment, la Commission européenne (CE 2008 et DECC 2009) a considéré 6 \$EU la tonne comme valeur inférieure consolidée de CO_2 et l'étude française (Centre d'analyse stratégique, 2009) comme valeur limite supérieure de CO_2 avec 11 \$EU par tonne en 2009. Une fourchette de 11,3-15,4 \$EU par tonne de CO_2 en 2010 sont les prix ayant été considérés comme borne inférieure et borne supérieure basée sur Nordhaus, 2011, qui a ré-estimé le coût social du carbone au temps présent et jusqu'à 2015, y compris l'incertitude, pondération des actions, et l'aversion au risque. Le prix moyen considéré est donc de 13,6 \$EU équivalent par tonne de CO_2 (46,1 \$EU par tonne de carbone) en \$EU de 2012.

AUTRES PROBLÈMES ENVIRONNEMENTAUX

D'autres problèmes environnementaux qui ne pourraient pas correctement être quantifiés sont l'érosion des sols et la déstabilisation des sols causées par les travaux d'excavation menant à la fréquence accrue d'émission de mauvaises odeurs et d'impacts visuels; dangers d'ouverture de décharges abandonnées en raison de gaz s'échappant des fissures de la terre; impact négatif sur les animaux sauvages (flore et faune) et la destruction de l'habitat dans un environnement terrestre restreint; la pollution de l'air et de la poussière pendant les opérations dans les sites d'enfouissement; et la pollution de l'air à cause du transport des déchets, surtout si l'essence et le gazole sont subventionnés, les embouteillages et les risques d'accidents de la circulation.

11. ANNEXE II METHODES SPECIFIQUES POUR L'EVALUATION DES COUTS DE LA DEGRADATION DES SOUS-CATEGORIES DES DECHETS

Les résultats de la méthode des prix hédonistes sont illustrés dans le Tableau A2.1.

Tableau A2.1 : Evaluation hédoniques des terrains autour des stations de transfert et transformation. et décharges. 2012

Intrant	Type	Superficie m ²	$D^2=S/\pi/4$	Diamètre d'origine m	Rayon d'origine m	Rayon 30 m m	Rayon 100 m m	Superficie 30 m m ²	Superficie 100 m m ²	Pertes 30 m m ²	Pertes 100 m m ²	Prix des terrains \$EU/m ²	Pertes 30 m 15% du prix Millions de \$EU	Pertes 100 m 10% du prix Millions de \$EU	Total
Nassen Ben Arous	Transfert/Transf.	20.000	25465	160	160	80	110	149	37.867	69.549	17.867	49.549	0,0	0,1	0,12
Jdeida	Transfert/Transf.	20.000	25465	160	160	80	110	149	37.867	69.549	17.867	49.549	0,1	0,1	0,15
Borj el Ghoula	Transfert/Transf.	20.000	25465	160	160	80	110	149	37.867	69.549	17.867	49.549	0,2	0,4	0,54
Djebel Chékir	Décharge contrôlée	1.240.000	1578817	1257	1578817	1257	628	658	697	1.361.251	1.527.331	121.251	0,0	0,1	0,09

Source : Nelson (1978) ; Bassi et al. (2011) ; GIZ (2010) ; et Auteurs.

12. ANNEXE III RESULTATS DE LA RESTAURATION

Les calculs de la restauration sont présentés dans les Tableau A3.1 à A3.4.

Tableau A3.1: 100% de Collecte, 2014-2022, millions de \$ US

Année	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Coût	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Avantage		2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9
Avantage/Coût	(2,5)	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4

Source: Auteurs.

Tableau A3.2: 100% de Collecte, 2023-2033, millions de \$ US

Année	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Coût	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Avantage	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9
Avantage/Coût	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4

Source: Auteurs.

Tableau A3.3: Recyclage et Compostage, 2014-2022, millions de \$ US

Année	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Coût	7,6	7,6	7,6	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3
Avantage				10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
Avantage/Coût	(7,6)	(7,6)	(7,6)	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9

Source: adapté de World Bank Lebanon CEA (2011); et Auteurs

Tableau A3.4: Recyclage et Compostage, 2023-2033, millions de \$ US

Année	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Coût	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3
Avantage	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
Avantage/Coût	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9

Source: adapté de World Bank Lebanon CEA (2011); et Auteurs.

© SWEEP-Net

The regional solid waste exchange of information
and expertise network in Mashreq and Maghreb countries

April 2014

No part of this document may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without prior written permission from the SWEEP-Net Secretariat. This document represents the work of SWEEP-Net consultants, supported by the designated National Coordinator. No attempt was made to verify the reliability and consistency of the provided data and information within the individual country reports.