



PARAMETRES D'EVALUATION DES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DES DEPOTS ET DES CENTRES DE STOCKAGE DE DECHETS DANS LES PAYS EN DEVELOPPEMENT (PED)

M. AINA et G. MATEJKA,
Laboratoire des Sciences de l'Eau et de l'Environnement (LSEE)/ École Nationale Supérieure d'Ingénieurs de Limoges (ENSIL), (France)

M. DAOUDA et C. ADANDEDJAN,
Faculté des Sciences d'Abomey calavi (Bénin)

B. FOULY Responsable des Programmes Déchets, ADEME, pays tiers

Résumé

Dans les pays en développement (PED), où les filières de valorisation des déchets ne sont pas maîtrisées, où l'incinération n'est pas appropriée compte tenu du fort taux d'humidité des déchets et du coût très élevé, les dépotoirs et les décharges soi-disant contrôlées constituent l'exutoire final des ordures. Le plus souvent, ces sites de stockage sont exploités sans respecter l'environnement et les règles élémentaires d'hygiène publique. Dès la phase de dépôt, les déchets sont soumis à des processus de dégradation liés à des réactions bio physico-chimiques complexes. Une partie des produits de la dégradation se retrouve en phase gazeuse, l'autre est transportée par les eaux de pluie qui s'infiltrent dans les déchets et contaminent les sols, la nappe, etc.

Cette étude vise à définir les paramètres simples d'évaluation des risques environnementaux de ces sites dans les PED afin de mesurer les impacts sur les différents compartiments de l'environnement : le sol, les eaux (souterraines et de surface), l'air et l'homme.

Plusieurs paramètres ont été étudiés afin de dégager les plus pertinents. Ces différents paramètres sont : la production de lixiviat, la charge en matière organique : carbonée et azotée, la salinité (chlorures (Cl^-), sulfates (SO_4^{2-})), les métaux lourds pour le lixiviat, les sols et les eaux, la production du biogaz et sa composition : méthane (CH_4), dioxyde de carbone (CO_2) les composés organiques volatils (COV) et les mercaptans (RSH) pour l'air. Il est plus difficile d'évaluer les impacts sur la santé humaine, mais certaines pathologies fréquemment retrouvées sont imputables à la proximité de ces sites.

Mots clés : décharge, dépotoir, lixiviat, biogaz, paramètres d'impact, PED.

Introduction

Dans les PED où la décharge demeure le moyen le plus répandu d'élimination des déchets urbains, les conditions de stockage, ne répondent pratiquement pas aux garanties nécessaires pour éviter non seulement la pollution des eaux, des sols, de l'air mais également pour assurer une gestion efficace des sites. Plus souvent décharges « sauvages » que centre d'enfouissement technique, ces sites de stockages ont été implantés sans appréhension suffisante des problèmes qu'ils pouvaient engendrer. Aussi l'absence de filière d'élimination des déchets, l'absence de réglementation ou la mauvaise application vont conduire pour la plupart du temps à la création de dépotoirs sauvages.

Les objectifs de cette étude visent, à identifier les effets potentiellement négatifs afin de définir les paramètres d'évaluation des impacts environnementaux des dépôts et des centres de stockage de déchets dans les PED. Les résultats obtenus devant permettre de définir les conditions minimales de stockage des déchets dans les PED afin de fournir aux autorités de ces pays des outils adéquats de décision.

Cette étude est en cours de réalisation sur plusieurs sites des PED de conditions climatiques variables mais représentatives, accueillant des déchets urbains de natures différentes et soumis à un mode de stockage spécifique.

Pour des raisons de confidentialité ces différents sites ne seront pas nommés. Nous choisissons de les appeler A, B et C. B et C sont situés dans une zone semi aride ($P \leq 800$ mm de pluie répartie sur trois mois) et A est dans une zone pluvieuse ($P > 800$ mm de pluie)

Ce travail s'inscrit dans une étude globale de recherche et développement d'une thèse de co-tutelle entre le Laboratoire des Sciences de l'Eau et de l'Environnement à l'Université de Limoges (France) et la faculté des Sciences de l'Université d'Abomey Calavi (Bénin).

I. Problématique

Les PED rencontrent des problèmes considérables lorsqu'il s'agit de proposer des services de gestion des déchets urbains adéquats à leurs citoyens.

Le problème de la génération des déchets et de leur gestion est rapidement devenu un enjeu mondial. Dans les PED, la production des déchets devrait doubler au cours des dix prochaines années. Environ 30 à 40 pour cent du budget des autorités locales dans les villes des PED est englouti dans les services de gestion des déchets. Pourtant malgré cette dépense financière considérable, la plupart des villes sont dans l'incapacité de suivre le rythme de la production des déchets, toujours plus importante.

Aujourd'hui, dans les villes des PED, moins de 70 pour cent des déchets solides des zones urbaines sont collectés et seulement 50 pour cent des ménages sont desservis (SITA, 2001). Les décharges anarchiques, nauséabondes et dangereuses deviennent des centres de stockage instrumentés et contrôlés. Sans services municipaux adéquat de gestion, l'air, la terre et l'eau dans les voisinages des villes deviennent des cibles de la pollution provoquant des risques énormes pour la santé, ralentissant la productivité des écosystèmes naturels, menaçant la croissance économique, entretenant les inégalités sociales et nourrissant l'instabilité politique et sociale.

L'importance du problème posé par les déchets urbains ne cesse de croître, la production des déchets augmente de façon exponentielle. La raison est la rapide augmentation des

populations urbaines, alors que les infrastructures des voiries deviennent de plus en plus déficientes et la pauvreté prenant de plus en plus de place dans les programmes des gouvernements, on assiste à un désengagement de certains décideurs de ces PED. L'organisation de la collecte des déchets dans les quartiers à la périphérie des villes et leur élimination dans les conditions adéquates ne sont que peu souvent assurées, augmentant ainsi les risques sanitaires auxquels sont soumises les populations : la pollution de l'air de l'eau et des sols. De nombreuses ONG et PME en associations avec les communes se sont constituées pour assurer la collecte des déchets ; malheureusement elles ne proposent que très peu de filières de valorisation se contentant de regrouper les ordures à la périphérie des villes. Cette situation conduira aux dépôts des déchets aux abords des rues dans les villes et les campagnes, au remblayage des bas fonds et des trous creusés, à la création de dépotoirs sauvages. La décharge constitue de ce fait l'exutoire final des ordures, mais le plus souvent mal exploitée, sans respecter l'environnement et les règles élémentaires d'hygiène publique dans les quelques PED où elles sont implantées comme centre de stockage.

Dans les pays industrialisés l'enfouissement bien qu'il ne soit considéré que comme l'exutoire ultime des déchets après leur valorisation ou leur traitement, des efforts considérables financiers et technologiques ont été consentis pour garantir toutes les précautions : protection contre les infiltrations dans les sols, drainage et traitement des eaux percolant dans le massif de déchets, élimination et valorisation éventuelle du biogaz produit par la dégradation anaérobie des déchets, couverture des déchets et suivi de la post exploitation.

Au cours de ces dernières années, le problème de production et d'élimination des déchets est devenu de plus en plus important pour la protection de l'environnement tant dans les pays développés que dans les PED, mais force est de constater que plusieurs acteurs de développement n'ont effectué que la transposition de modèles occidentaux de gestion des ordures, ce qui va favoriser certaines structures en place donc certains quartiers au détriments des moins desservis. Ces différentes zones sont en minorité, aussi les structures existantes comme les voiries devant l'ampleur du problème, la déficiente de leurs infrastructures et l'inadéquation des solutions qui leurs sont proposées sont devenues inefficaces par rapport à la gestion des déchets. C'est le cas de la plupart des agglomérations des PED où le modèle occidental est à la base de la politique de gestion des déchets.

La question des déchets doit être abordée globalement en tenant en compte de l'ensemble des filières : collecte, élimination et traitement. Mais les difficultés notamment d'ordre technique n'ont toujours pas permis d'étendre le service sur toutes ses séquences, sur tout le territoire urbain, en adéquation avec les ressources humaines, matérielles et financières disponibles et mobilisables par les gouvernements et collectivités locales.

II. Bibliographie

II.1 Composition des déchets urbains dans les PED

Les déchets urbains sont formés principalement des déchets ménagers, c'est pourquoi on les appelle souvent des ordures ménagères, mais ils comprennent aussi des déchets de commerce, de bâtiments publics et les déchets de voirie. Les ordures ménagères étant

essentiellement hétérogènes, leur composition physique est définie en regroupant les constituants en catégories présentant une certaine homogénéité.

Leur composition est très variable suivant la région, le climat (on collecte d'avantage de déchets de fruits et de légumes frais en été, et davantage de cendres en hiver), les habitudes des populations, le caractère de l'agglomération (zone urbaine, ou rurale, zone industrielle ou commerciale, etc.), le niveau de vie des habitants, le type de collecte etc.

Tableau I : Composition des déchets urbains en Europe, Afrique et en Haïti.

Source	Fermentescible	Verre	Plastique	Papier carton	Métaux	Sable Cendres graviers	Autres	T/an	
Europe	Solvay, 1995	50	3	8	32	1	6	-	120M
Région Wallonne	Thonart, 1998	29,8	11,7	9,9	28,1	4,2	9,7	6,6	1,52M
France	Ademe, 1999	28,6	13,1	15,1(+ textile)	25,4	4,1			
Bénin	Soclo 1999	45		3-4		2			
Burkina	Folléa, 2001	39	3	10	9	4			
Guinée	Matejka, 2001	69	0,3	22,8(+ textile)	4,1	1,4			
Maroc	ONU 2002	66	1,5	7	7	1	10,5	7	-
Liban	Consult 2002	64	5	10	15	2			
Pérou	Luis, 1997	34,7	7,1	7,2	6	2,8			
Sénégal	Sarr, 1997	42	4	4	7	3	36	4	343M
Tunisie	Younès, 1996	66	1,2	5,9	15	3,4	1,2	7,3	1,3M

Ce tableau donne une indication de la composition des déchets ménagers en Afrique, Haïti et en Europe. La proportion de matière organique est généralement plus élevée dans les pays africains et haïtiens. La forte différence entre la France, la Région Wallonne et l'Europe serait liée au développement croissant observé de 1995-1999 dans ces pays des procédés de valorisation qui auraient réduit de moitié la quantité de matière fermentescible.

II.2.Climat Géologie et hydrogéologie

Le climat est un paramètre déterminant pour l'évolution de la décharge. Dans les pays humides, l'évolution des décharges est guidée par une activité microbiologique importante. Celle-ci, comme tout processus microbiologique, est directement tributaire de la teneur en eau de la décharge.

Dans les pays ayant un climat sec, le taux d'humidité dans la décharge pourrait être un paramètre limitant pour la dégradation des déchets.

Il serait donc très important d'étudier l'implantation de site par rapport aux différentes conditions climatiques et tenir compte aussi de l'hydrogéologie locale.

En Afrique par exemple, on peut définir six zones climatiques sur la base du régime des pluies (pluviométrie et répartition au cours de l'année). Ceci peut amener à répartir les pays africains en trois ou six zones climatiques.

Tableau II : Répartition en zone climatique

Zones climatiques	Pluviométrie (mm) (*)	Humidité des sols
<u>1.Méditerranéenne</u> Tunisie	50-200/ 0/ 200-800	50-80 % sur une courte période (2-5 mois)
<u>2. Désertique</u> Sénégal, Burkina faso	0/ 0/ 50-100 (avec des averses accidentelles)	Pas d'humidité au sol ; pas de réserve d'eau.
<u>3.Sahélienne</u> Sénégal, Burkina faso	0/ 0/ 50-400 (avec des averses plus fréquentes)	Idem ci-dessus
<u>4. Tropicale à longue saison sèche</u> Mali, Sénégal, Burkina-faso	0/ 50-300/ 400-1400	Variable suivant les stations
<u>5.Tropicale humide</u> Congo, Bénin	0/ 100-300/ 1400- 2000	7-10 mois, favorable à une évolution biologique.
<u>6. Equatoriale</u> Zaïre, Bénin	10-400/ 10-400/ 1800- 3200	Presque continue, favorable à une évolution biologique.

(*) moyennes du mois de janvier / du mois de juillet / de l'année.

Les villes situées dans les zones climatiques désertique et sahélienne ne présentent ni réserves d'eau, ni humidité dans le sol. Quelques villes situées très au nord de la zone tropicale à longue saison sèche telles que Dakar, Ouagadougou et Ségou sont quasi dans la même situation. On s'attend à n'observer aucune dégradation microbiologique de déchets. Le taux d'humidité apporté par les déchets et les pluies ne pouvait vraisemblablement assurer ce type d'activité. Seule une dégradation de type physico-chimique pourrait être observée. Une telle décharge, loin d'être un bioréacteur serait plutôt un lieu de fossilisation des déchets organiques par dessiccation.

La majorité des villes localisées dans la zone climatique tropicale humide et équatoriale présente des bilans hydriques apparemment favorables à une évolution biologique des décharges. De plus les périodes d'humidité du sol sont habituellement longues (7-10 mois). Une biométhanisation pouvait s'installer mais son coût n'est pas pour le moment à la portée des PED. L'implantation d'une décharge contrôlée avec récupération du biogaz et du lixiviat peut être envisagée.

Dans ces mêmes zones climatiques, il existe également des villes telles que Cotonou (Bénin), située en Afrique de l'Ouest, qui présentent des situations intermédiaires semblables à plusieurs villes de la zone tropicale à longue saison sèche. Un taux d'humidité du sol de 50-80 % est observé sur une courte période de 2-5 mois. Une telle situation intermédiaire paraît également exister en zone méditerranéenne, c'est le cas du Tunis (Tunisie).

De cette analyse, il ressort que chaque situation devrait être examinée cas par cas en fonction de l'humidité du sol, des données climatologiques, de l'humidité de départ des déchets.

Des investigations menées sur quatre décharges en Tunisie et Haïti montrent que, malgré la sécheresse du sol et un bilan hydrique négatif (pluviométrie faible ou mal répartie inférieure d'un facteur de deux à cinq aux données d'évapotranspiration potentielle (ETP)), l'intérieur de la décharge reste suffisamment humide pour produire du biogaz en faible quantité et peu ou pas de lixiviats (P. Thonart *et al*, 2002). Les données de pluviométrie et d'évapotranspiration ne suffisent donc pas pour mettre en place des conditions minimales d'enfouissement de déchets. Ce phénomène peut s'expliquer par le fait que lorsque les déchets arrivent sur la décharge, avec une humidité bien déterminée, le gradient d'activité de l'eau est plus important et permet une activité des micro-organismes. Aussi l'eau qui tombe sur les déchets n'est pas automatiquement évapotranspirée. De plus, cette évapotranspiration (ET) s'effectue probablement sur une période déterminée. Il semble qu'un certain temps soit nécessaire pour que l'ET soit complète. La valeur de l'ET est donc insuffisante et ne donne pas assez d'information sur les phases d'évolution des déchets.

III. Méthodologie

La méthodologie utilisée est résumée dans le schéma ci dessous :

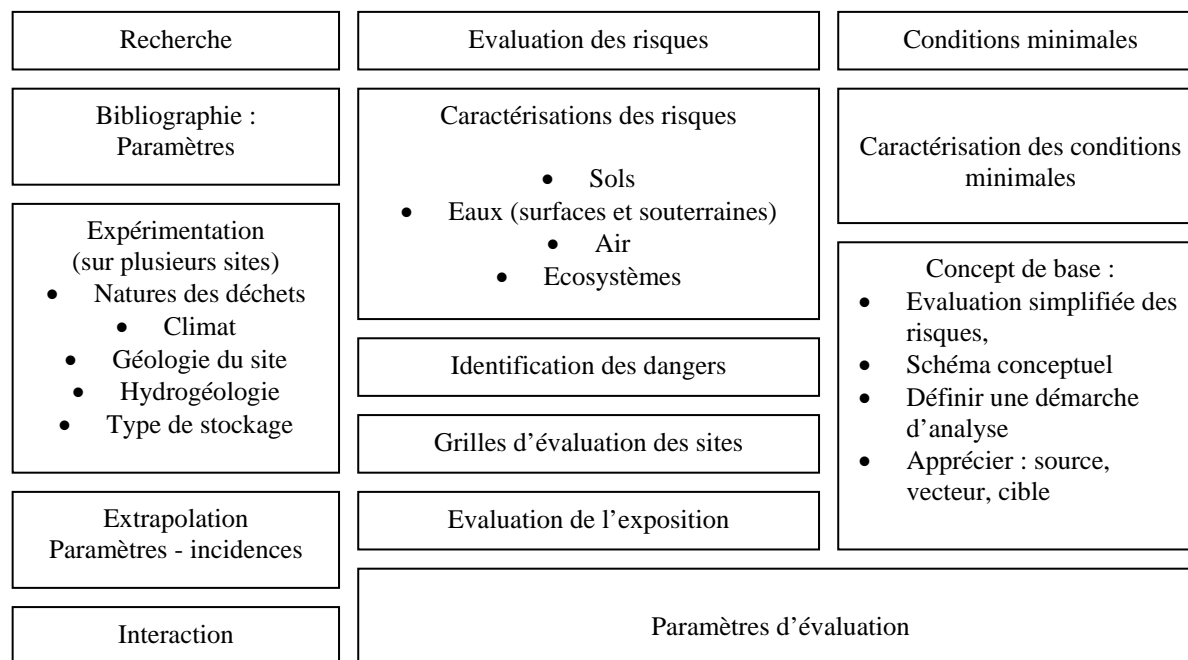


Schéma 1 : Méthodologie de l'étude

Cette méthodologie nous a permis de définir des paramètres d'études liés au dépôt et à son environnement.

IV Paramètres liés à l'environnement du dépôt

IV.1 Sols

Lorsqu'on s'intéresse aux problèmes environnementaux, on se trouve confronté au caractère interdisciplinaire des processus observés. Ensuite, se pose le problème du changement d'échelle, liés aux études en laboratoire de phénomène de « terrain ». Plusieurs types d'interaction peuvent influencer sur le transport de solutés. La connaissance du comportement des polluants joue un rôle essentiel dans le cadre de l'évaluation des impacts liés au dépôt :

- connaître les voies de transfert
- connaître les différentes formes du polluant
- connaître sa vitesse de propagation
- connaître l'extension du polluant
- connaître les cibles potentielles...

Nous avons dans cette étude, suivis les paramètres tels que la couleur des sols, l'évolution de la charge organique (DCO, COD) et celle des métaux lourds et des chlorures (Cl⁻).

Les résultats montrent que la migration des métaux lourds met en jeu un grand nombre de phénomènes : solubilisation à pH acide, complexation par la matière organique de type humique, précipitation à pH basique, rétention des MES sur des particules fines des sols, adsorption des ions ou des molécules à la surface des grains de matrice poreuse, phénomène d'échange d'ions. Par conséquent le mouvement de ces métaux lourds est en relation avec les différents compartiments minéral organique et biologique des sols. On observe une augmentation de la charge organique avec la profondeur sur les carottages effectués.

Ces paramètres sont caractéristiques des sols pollués.

IV.2 Air

La mesure de la qualité de l'air aux alentours d'un dépôt de déchets est très difficile à aborder puisqu'elle dépend non seulement de la mesure, dans l'air atmosphérique, de polluants présents en très faibles concentrations, mais aussi relève de la bonne connaissance des différentes sources d'émissions gazeuses dans l'environnement d'étude.

Une méthode plus simple est l'établissement d'une courbe olfactive afin de déterminer le périmètre pollué. Aussi, l'autre méthode d'évaluation qui permet de cerner les risques est la santé de la population.

Les polluants chimiques rencontrés varient en fonction de l'ancienneté des sites, de la nature des déchets et de son mode d'exploitation. Les principaux polluants atmosphériques recensés sont le méthane, le dioxyde de carbone, l'azote, les COV parfois et les micro-organismes. Ce sont ces derniers qui inquiètent le plus les pouvoirs publics. Deux médecins généralistes exerçant respectivement dans le secteur des sites A et B signalent des rhinites, des conjonctivites, des rhino-pharyngites non infectieuses mais irritatives ou allergiques, des allergies cutanées, des toux chroniques, de l'anxiété, des syndromes dépressifs et des céphalées. Des troubles dits banals mais qui témoignent d'une contamination de l'air.

Les micro-organismes couplés aux poussières pourraient être responsables de ces fameuses rhinites allergiques, des irritations cutanées et des toux chroniques. Ces mêmes

troubles ont déjà été constatés autour de la décharge C mais moins précis étant donné que nous n'avons pas eu de médecin dans les environs immédiats du site.

Ces polluants observés proviennent du biogaz (CH₄, CO₂, H₂S, RSH ...) qui s'échappent de ces différents sites étant donné qu'il n'y a pas d'activités industrielles dans la zone pouvant engendrer telles émissions.

On rencontre pratiquement les mêmes effets quel que soit le climat à des intensités variables selon la vitesse de dispersion liée au vent.

IV.3 Eaux

Autant l'air commence à faire l'objet d'études, autant l'eau fait figure de parent pauvre. Peu de recherches ont été réalisées dans ce domaine. Les eaux souterraines et de surface sont pourtant l'eau est une denrée rare dans ces pays.

Les polluants sont très nombreux et varient comme les polluants atmosphériques en fonction de la gestion de la décharge et de la qualité des déchets. On évalue en général une pollution globale. L'efficacité de l'étanchéité des décharges est le point majeur pour la protection des nappes et des eaux de surface, mais celle-ci laisse souvent à désirer notamment pour ces dépotoirs. Les polluants sont très nombreux et varient comme les polluants atmosphériques en fonction de la gestion de la décharge et de la qualité des déchets. On évalue en général une pollution globale. L'efficacité de l'étanchéité des décharges est le point majeur pour la protection des nappes et des eaux de surface, mais celle-ci laisse souvent à désirer notamment pour la décharge A qui défraye la chronique et qui fait planer une épée de Damoclès sur les populations. Cette décharge est située à 1 km environ d'un lac qui constitue la ressource en eau de tout un village et est même exploité à quelques kilomètres (environ 50 km) par la société de distribution d'eau du pays.

Les analyses ont porté sur les paramètres généraux (pH, conductivité), les substances eutrophisantes (azote kjeldahl, azote ammoniacal), les substances inorganiques (sulfates, chlorures) et dans une moindre mesure les paramètres organiques et les métaux lourds.

Toutes les eaux de surface situées dans les environs immédiats des différents sites étudiés sont polluées. On assiste à de fortes teneurs en métaux lourds, chlorures dans les eaux souterraines.

IV.4 Santé publique

Nous avons effectué une enquête descriptive qui a pour objectif de comparer les fréquences de déclaration de symptômes dans la population exposée par rapport à une population d'un village voisin pris comme témoin. Les principaux résultats sont :

- Les habitants exposés ont déclaré plus souvent des signes irritatifs et neuropsychologiques : toux (25/60) et expectoration (19/60), écoulements nasaux ou éternuements (46/60), picotements des yeux (37/45), nausées (21/60), maux de tête (40/60), difficultés d'endormissement (47/60), irritabilité (52/60) et nervosité (28/60) ;

Ces proportions sont significativement différentes des déclarations enregistrées dans les zones dites témoins pour l'expectoration, la gêne respiratoire, les picotements des yeux, les nausées, les difficultés d'endormissement et l'irritabilité. Les données obtenues auprès des médecins exerçant leur activité sur les communes riveraines des décharges et ou lieu de

dépôts étudiés signalent régulièrement des troubles de santé qui leur paraissent anormaux compte tenu de leur expérience. Ce sont :

- Des rhinites, conjonctivites, rhinopharyngites non infectieuses, irritatives ou allergiques.
- Des allergies cutanées, une urticaire géante
- Une thrombopénie inexplicée.
- Des toux chroniques, des dyspnées d'effort, des expectorations chez des patients n'ayant aucune pathologie respiratoire avant l'exposition à la décharge.
- De l'anxiété, des syndromes dépressifs, des céphalées.

Il est manifeste que céphalées, rhinites, conjonctivites et dépressions sont les pathologies les plus fréquemment retrouvées. Les médecins généralistes pensent que l'augmentation de ces pathologies qu'ils constatent depuis quelques années est imputable à la proximité de la décharge dont les nuisances (olfactives – visuelles – auditives) sont manifestes. Par ailleurs ils signalent une baisse de la qualité de vie, notamment pour des patients déjà atteints de tumeur maligne ou d'affection grave.

Conclusion

Les études épidémiologiques menées dans d'autres pays établissent clairement un impact sanitaire au sein de la population riveraine des décharges confortant ainsi les déclarations des médecins. Ces enquêtes considèrent la qualité des milieux environnementaux qui sont en contact avec les populations de manière globale et notamment l'air et les odeurs qu'il véhicule souvent mises en cause sur ce site. S'il est difficile de prouver scientifiquement l'imputabilité de la décharge aux maux déclarés par les populations, en revanche, on notera que de nombreuses études menées dans différents pays ont conclu à l'association de la perception des odeurs avec des troubles de santé tels que ceux déclarés par les populations riveraines de la décharge. Ils ne s'expliquent pas toujours par l'approche toxicologique classique car ils peuvent survenir pour des concentrations inférieures à celles considérées comme toxiques.

La quantification des risques survenant après une exposition prolongée ne permet pas de présager une augmentation de pathologies particulières notamment cancérigènes. Les résultats d'études menées dans des pays développés où la gestion des déchets est différente sont contradictoires et ceux qui sont positifs indiquent des malformations congénitales, des anomalies chromosomiques et des cancers dont la localisation est fonction des polluants rencontrés.

L'étude présente des paramètres d'évaluation simples pour chaque compartiment de l'environnement, pour le sol : couleur des sols, la charge organique et les chlorures ; pour l'air le CH₄, CO₂, H₂S et surtout les effets immédiats observés sur les humains ; pour les eaux : les substances eutrophisantes, les substances inorganiques tels que les chlorures et les sulfates sont déterminantes sans oublier la charge organique qui provient du lixiviat de la décharge ; pour la flore la génotoxicité se révèle comme un bon indicateur d'évaluation.

Références bibliographiques

www.sciencedirect.fr

www.scd.unilim.fr : Base documentaire de l'université de Limoges

www.sandec.ch : SANDEC (Water and Sanitation in Developing Countries)

www.ademe.fr : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

www.cemagref.fr : Centre National de Machinisme Agricole du Génie Rural des Eaux et des Forêts.

www.afnor.fr : Association Française de Normalisation

<http://fr.allafrica.com> : Moteur de recherche

<http://www.atodechets.com> : Informations et services en matière de déchets

<http://www.ulg.ac.be/cwbi/index.html> : Centre Wallon de Biologie Industrielle, Université de Liège

<http://www.jxj.com> : developing landfill

ADEME (1999). Composition des ordures ménagères en France. Site Internet.

FOLLEA V., BRUNET F., *et al.* (2001). "Revue comparative des modes de gestion des déchets urbains adoptés dans différents pays de la ZSP." Agence française du Développement. octobre 2001. 24 p.

HILIGSMANN S., LARDINOIS M. *et al.* (2001) Investigation of the biological activity in MSW landfills under dry climates (Tunisa and Haiti) in proceding Sardinia 01. Eight International Waste Management and landfill Symposium. Cagliari, Italy. 4, 131-138.

LARDINOIS M. HILIGSMANN S. *et al.*, (2002) Atlas of MSW landfills and and dumpsites in developing countries in procedings ISWA 02. International Solid Waste Association Symposium. Istanbul, Turkey : 2, 1167 –1172.

LIBANCONSULT, Ingénieurs Conseils (2002). Étude d'impact de la décharge contrôlée de HBALINE (JBEIL).

LUIS F. DIAZ *et al.*, (1997) Disposal of waste on land is a common method of waste management in economicaly developing countries (internet).

MATEJKA G., DE LAS HERAS F., *et al.* (2001). "Composting of municipal solid waste in Labé (Guinea): Process optimisation and agronomic development." dans " Eight International Waste Management and Landfill Symposium". Cagliari, Italy.pp 451-457.

ONU pour l'alimentation et l'agriculture (2002).Centre d'enfouissement technique (CET) État de la situation au Maroc.

SOCLO H. AGUEWE M. *et al.*, (1999) Recherche de compost type et toxicité résiduelle au Bénin. TSM 9 pages 68- 76.