



HAL
open science

Approches du bilan hydrique de deux centres de stockage des déchets ménagers dans les pays en développement : cas de Go Cat (Vietnam) et Essaouira (Maroc)

Fouad Zahrani, Rémy Gourdon, Philippe Revin, Paul Vermande, Pascale Naquin, Tien Dung Tran Ngoc

► To cite this version:

Fouad Zahrani, Rémy Gourdon, Philippe Revin, Paul Vermande, Pascale Naquin, et al.. Approches du bilan hydrique de deux centres de stockage des déchets ménagers dans les pays en développement : cas de Go Cat (Vietnam) et Essaouira (Maroc). *Environnement, Ingénierie & Développement*, 2005, N°39 - 3ème Trimestre 2005, pp.32-35. 10.4267/dechets-sciences-techniques.1989 . hal-01952758

HAL Id: hal-01952758

<https://hal.science/hal-01952758>

Submitted on 29 Mar 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Approches du bilan hydrique de deux centres de stockage des déchets ménagers dans les pays en développement : cas de Go Cat (Vietnam) et Essaouira (Maroc)

Fouad ZAHRANI¹, Remy GOURDON¹, Philippe REVIN¹, Paul VERMANDE¹, Pascale NAQUIN² et Tien Dung TRAN NGOC¹

¹ Laboratoire d'analyse environnementale des procédés et des systèmes industriels (LAPSI), INSA de Lyon, Bâtiment Sadi-Carnot, 9, rue de la physique, 69621 Villeurbanne Cedex

² PCLDEN, Insavalor, BP 2132, 69603 Villeurbanne Cedex

Du fait de son impact sur l'homme et sur l'environnement, la gestion des déchets dans les pays en développement (PED) est une préoccupation de plus en plus forte. La "mise en décharge" est la méthode la plus ancienne et la plus largement pratiquée pour l'élimination des déchets solides, du fait de son coût plus faible que celui des autres filières d'élimination.

Dans les PED, l'insuffisance des moyens financiers et techniques oblige les municipalités et la population à déverser les déchets dans des décharges, souvent non contrôlées. Le présent travail entre dans le cadre du programme de l'ADEME intitulé "Connaissance des conditions de traitement des déchets ménagers dans les PED", basé sur l'expertise expérimentale de sites.

L'objectif recherché est de proposer une méthodologie pour la conception et l'exploitation des centres de stockage de déchets (CSD) urbains adaptée aux PED. Cet article présente quelques résultats obtenus sur trois sites dont nous avons entrepris l'expertise dans le cadre de ce programme : le CSD d'Essaouira, au Maroc, en climat méditerranéen, le CSD de Nkolfooulou, à côté de Yaoundé, au Cameroun, en climat équatorial, et le CSD de Go Cat, à Hô Chi Minh-Ville, au Vietnam, en climat tropical humide

Mots-clés : *gestion des déchets urbains, CSD, PED, audit des CSD, bilan hydrique.*

Waste management in developing countries is a growing concern because of its impact on Man and on the environment. The traditional method, known as "landfilling", is still the most widespread for solid waste disposal, because of its relatively low cost.

In the developing countries, the insufficiency of financial and technical means too often causes the municipalities and the population to dump waste into uncontrolled sites. This study has been carried out within the frame program of the French Agency for Environment and Energy Management (ADEME), dealing with the landfilling of municipal waste in developing countries. The major objective is the definition of a methodology for designing and operating municipal waste landfilling facilities, suitable for developing countries.

This paper presents the first results obtained on three sites, i.e. the landfilling facility of Essaouira (Kingdom of Morocco),

under mediterranean climate, the facility of Nkolfooulou, located near the city of Yaounde (Republic of Cameroon), under equatorial climate, and the facility of Go Cat, located by Hô Chi Minh-City, in Vietnam, under wet tropical climate.

Key-words : *solid waste management, landfill, developing countries, audit, water balance.*

INTRODUCTION

La gestion des ordures ménagères, du fait de l'urbanisation grandissante, a des conséquences fortes sur l'assainissement et la santé publique dans les pays en développement. La mauvaise gouvernance et les difficultés économiques constatées dans ces pays, constituent les principaux obstacles à la mise en place d'une gestion efficace des ordures ménagères. En effet, l'insuffisance de moyens financiers et techniques conduit le plus souvent les populations à éliminer leurs ordures ménagères dans les cours d'eau et dans des décharges. Il y a donc une certaine urgence à mener des recherches en vue de trouver des méthodes rationnelles de gestion des centres de stockage des déchets dans les PED.

La « mise en décharge » des déchets est la méthode la plus ancienne et la plus utilisée pour l'élimination des déchets solides, du fait de son faible coût par rapport aux autres filières d'élimination (combustion, traitements biologiques, pyrolyse...) [Thonart 1998, Yen-Cho Chen 2003]. Dans les PED la maîtrise des rejets engendrés par le stockage de déchets n'est pas encore assurée : les lixiviats et le biogaz issus de la biodégradation des déchets constituent des sources de pollution pour les nappes phréatiques et pour l'atmosphère (Bellenfant, 2000). La connaissance des conditions de production et les modalités de la gestion de ces rejets représentent donc un élément essentiel dans le suivi des CSD.

Notre travail rentre dans le cadre du Programme de l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie) "Connaissance des conditions de traitement des déchets ménagers dans les PED", qui concerne les 3 principaux modes de traitement des déchets : décharge, compostage, incinération. Ce programme est basé sur l'expertise expérimentale de sites avec pour but d'élaborer des éléments de méthodologie générale en vue d'une exploitation et d'une gestion rationnelles des centres de stockage d'ordures ménagères, adaptée aux

PED. En préalable, un protocole d'audit expérimental des CSD, conçu pour répondre aux besoins et aux conditions particulières des PED, a été commandité par l'ADEME auprès de deux bureaux d'études avec la participation de l'INSA et d'un groupe de travail. Ce protocole prend en compte 20 paramètres qui seront suivis régulièrement. Notre travail consistera à valider ce protocole par un suivi de 12 mois sur des sites aux conditions climatiques différentes. Nous présentons quelques résultats obtenus sur 3 sites que nous avons proposés : le CSD d'Essaouira au Maroc en climat méditerranéen, le CSD de Nkolfooulou à côté de Yaoundé au Cameroun en climat équatorial, et le CSD de Go Cat à Ho-Chi-Minh-Ville au Vietnam en climat tropical humide.

LES SITES ÉTUDIÉS

CSD d'Essaouira (sud du Maroc) :

Le centre, qui reçoit environ 18 000 tonnes/an, est un espace clos avec un gardiennage permanent. Situé à 12,5 km de la ville, il couvre une superficie de 12,6 ha appartenant au domaine des Eaux et Forêts, et il est géré par la société privée GMF (Gare Maroc France). Il est équipé d'un pont-bascule nécessaire à la pesée des déchets entrants, de quatre alvéoles de 50 400 m³ avec géomanciens, et d'un bassin pour recevoir les lixiviats.

CSD de Nkolfooulou (Yaoundé) :

La ville de Yaoundé achemine environ 200 000 t/an de déchets au CSD. Il occupe une surface de 45 ha et il est exploité sous convention entre la société HYSACAM (Hygiène et Salubrité du Cameroun) et la communauté urbaine de Yaoundé. Ses fonctions principales sont la réception et le confinement des ordures de Yaoundé. Depuis le début des travaux d'aménagement en septembre 1998, le site s'est vu doter des éléments de base pour une exploitation rationnelle : un pont-bascule, des locaux pour les 30 employés, un réseau de drainage des eaux de pluie, un bassin de rétention des lixiviats et un système d'incinération des déchets hospitaliers.

CSD de Go Cat (Hô Chi Minh-Ville) :

Construit au Vietnam selon une conception moderne par la société néerlandaise Vermeer, il a ouvert ses portes en 2001. La date prévue pour sa clôture est 2005. On peut distinguer deux périodes dans son exploitation. Dans un premier temps la décharge a admis les déchets de démolition et les boues d'égout, puis elle a été fermée en 1996. Par la suite, le CSD a été aménagé pour recevoir de grandes quantités de déchets et les traiter de façon plus rationnelle. Il a une surface totale de 25 ha pour recevoir environ 840 000 t/an.

LE PROTOCOLE D'AUDIT DÉFINI PAR L'ADEME DEVRAIT RETENIR 20 PARAMÈTRES PRINCIPAUX :

On peut les regrouper de la façon suivante :

Caractérisation des « entrants » :

- typologie physique et échantillonnage
- humidité et le comportement à l'eau
- densité.

Caractérisation des « sortants » :

- lixiviats : quantités et composition
- biogaz : potentiel méthanogène, production sur le

site, composition.

Paramètres pour la gestion courante :

- température
- tassement
- perméabilité du sol
- perméabilité des déchets
- origine et flux des déchets entrants
- coût d'exploitation
- bilan hydrique.

Une fiche a été établie pour chaque paramètre : elle permettra une comparaison plus aisée à partir des mesures effectuées sur les différents sites.

Caractérisation des « entrants »

Echantillonnage et qualité des déchets

La connaissance de la composition des ordures ménagères est indispensable à leur bonne gestion. Elle permet de choisir et de dimensionner correctement les outils de traitement et d'élimination. Il s'en suivra une meilleure gestion et une maîtrise des coûts. Les trois caractérisations citées dans le tableau 1 proviennent soit des données fournies par les exploitants actuels pour Yaoundé et Go Cat, soit de nos mesures effectuées à Essaouira avec la méthode MODECOM simplifiée (ADEME, 1993).

Catégories	Essaouira (% de déchets brut)	Yaoundé (% de déchets brut)	Go Cat (% de déchets égouttés)
Fermentescibles	54,6	61,7	72,5
Papiers	2,5	-	0,5
Cartons	3,4	3,8	0,6
Composites	0,9	-	1,0
Textiles	1,4	1,2	4,6
Textiles sanitaires	2,9	-	0,7
Plastiques	7,6	2,1	13,8
Verres	2,8	2,1	0,2
Métaux	0,5	3,6	4,2
Combustibles NC	0,8	-	0,2
Incombustibles NC	5,6	2,9	1,6
Déchets dangereux	2,5	-	0,1
Fines	14,5	20,7	-
Tissus, cuirs	-	1,9	-

Tableau 1 : Composition des déchets entrants dans chaque CSD

Les catégories retenues dans chaque cas ne sont pas toutes les mêmes, mais elles permettent des comparaisons : le point commun est la forte proportion des fermentescibles, comme dans tous les PED. A ce pourcentage, il convient d'ajouter celui des « fines » pour avoir une bonne appréciation de la quantité de matière organique (dans les deux cas ci-dessus, les fines contiennent très peu d'inertes).

Les déchets dangereux sont constitués essentiellement des déchets hospitaliers et des déchets ménagers contaminés par des produits toxiques ou par des pansements de soins. Ils ne sont pas toujours répertoriés mais ils présentent de graves risques en termes de salubrité et de contamination : ils sont explicitement mentionnés dans le protocole.

Les proportions des « plastiques » sont celles qui enregistrent les plus grandes différences. Elles sont liées à des modes de vie et de consommation propres à chaque pays concerné.

Humidité et teneur en eau

L'eau libre, mentionnée à Go Cat, est celle qui reste dans le bac de tri (107 %). Elle n'a pas été observée dans les deux autres sites. Cependant, dans le protocole, le « comportement des

déchets à l'eau » sera un paramètre important à mesurer. L'humidité des ordures ménagères est un paramètre essentiel à connaître pour tous les traitements envisagés car il conditionne notamment l'évolution biologique et physico-chimique des produits stockés. Elle n'est pas toujours facile à déterminer, souvent à cause du manque de matériel (étuve). Dans le cas d'Essaouira, nous avons donc suivi l'évolution de la teneur en eau de l'échantillon global et des principaux constituants jusqu'à poids constant. Le "séchage à l'étuve" a été effectué avec le matériel du laboratoire d'un hôpital à une température de 96 °C, et un séchage préalable à l'air libre a eu lieu dans le centre de transfert des déchets de la société GMF. Les déchets sont pesés sans être compactés, dans un filet très perméable ne gênant pas les échanges avec l'atmosphère mais retenant les fines. Il forme alors une balle de forme presque parallélépipédique d'épaisseur maximale de 0,5 m. Les mesures de la masse ont été effectuées à intervalles réguliers.

Humidité obtenue en (%)	Matière organique	Fines	Papiers et cartons	Echantillon global
Séchage à l'étuve	64,2	59,7	37,7	68,1
Séchage à l'air libre	53,1	35,6	36,0	36,0

Tableau 2 : Comparaison du séchage à l'étuve et du séchage à l'air libre

L'échantillon global, observé au cours du séchage à l'étuve, a le pourcentage le plus élevé d'humidité (68,1 %), sans doute à cause de la présence d'eau « interstitielle ». Les fermentescibles (64,2 %) et les fines (59,7 %) ont des pourcentages voisins parce qu'ils sont constitués principalement de matière organique. Des écarts notables existent, bien que le séchage à l'air libre ait été conduit sur une période de 144 h au lieu de 80 h pour le séchage à l'étuve. Les deux graphes ci-dessous montrent l'évolution du poids de différents constituants.

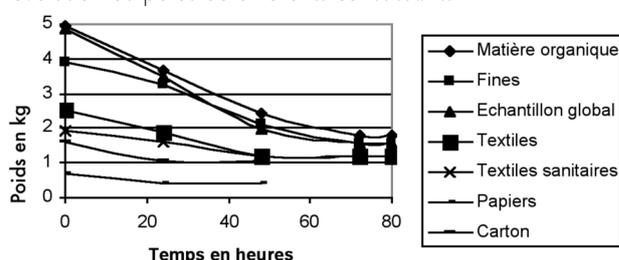


Figure 1 : Courbes d'évolution des déchets séchés à l'étuve

Les échantillons (fig. 1) d'environ 5 kg sont stables après 72 heures : ils n'ont plus d'humidité résiduelle. C'est la méthode que nous préconisons pour le protocole.

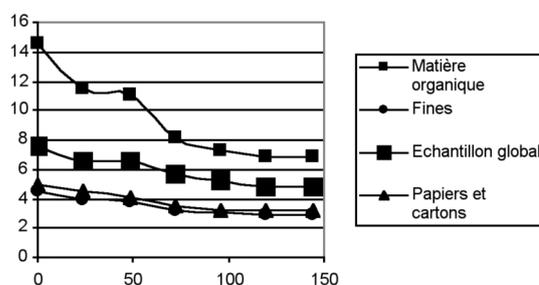


Fig. 2 : Courbes d'évolution des déchets séchés à l'air libre

La matière organique (fig. 2) perd la moitié de son poids en 4 jours alors que l'échantillon global n'en perd qu'un tiers, tout comme les fines. La courbe d'évolution du séchage à l'air libre montre qu'après 144 h (environ huit jours), la stabilité n'est pas encore atteinte pour la matière organique qui n'est pas encore totalement sèche.

En comparant les deux méthodes, on note que les valeurs d'humidité obtenues lors du séchage à l'étuve sont plus élevées que celles obtenues lors du séchage à l'air libre. La méthode de séchage à l'air libre dans un filet peut donner certains renseignements intéressants pour la manipulation des déchets, mais elle ne peut être préconisée comme méthode standard de détermination de l'humidité dans un protocole.

Caractérisation des « sortants »

Caractéristiques des lixiviats récoltés

Le protocole recommande de mesurer le volume quotidien de lixiviat et de prévoir un traitement approprié. Les analyses physico-chimiques régulières permettront de calculer la charge organique et minérale et d'évaluer la toxicité de cet effluent.

Le biogaz

Les différents aspects de la production de biogaz dans les CSD sont importants, d'abord en terme de sécurité mais aussi par rapport à la production de gaz à effet de serre (GES). Les mesures seront difficiles à mettre en œuvre dans les PED, mais des partenariats de coopération sont à l'étude pour les réaliser.

Paramètres pour l'exploitation d'un CSD

Des différents paramètres cités dans le paragraphe II, seuls les bilans hydriques des CSD de Go Cat et d'Essaouira feront ici l'objet d'une première approche en utilisant des moyennes annuelles.

Bilan hydrique du CSD de Go Cat (Vietnam)

La présence de l'eau dans le CSD de Go Cat nous a incité à développer ces calculs et à les adapter au contexte : le protocole prévoit que le bilan hydrique sera effectué tous les trimestres. Il permettra en outre d'évaluer la quantité des lixiviats produits et de prévoir le dimensionnement des installations pour leur traitement.

L'équation générale qui permet de calculer le volume de lixiviats pour tous les CSD est :

entrée d'eau = sortie d'eau +/- rétention (ADEME, 1999)

Les entrées d'eau doivent être équilibrées par les sorties. On peut écrire l'équation :

$$L = (P + R_1 + E_1 + E_d + E_s) - (R_2 + E_i + ETR) - E_c$$

L : lixiviats produits	E _s : eaux de la solution des désodorisants utilisés sur site
P : pluie journalière moyenne	R ₂ : ruissellement du site vers l'extérieur
R ₁ : ruissellement extérieur au site	E _i : eaux d'infiltration dans le substratum
E ₁ : eaux libres dans les déchets	ETR : évapo-transpiration
E _d : eaux constitutives des déchets	E _c : eaux retenues dans les alvéoles par les déchets.

Si cette équation du bilan hydrique paraît simple et cohérente, la difficulté réside dans l'incertitude associée à la détermination des valeurs prises par chacun des paramètres (Bellenfant, 2001).

Pluie journalière moyenne P :

$$P = Q \times S / n$$

Avec Q : pluviométrie annuelle exprimé en mm (1979 mm) ;

S : surface en m² (86750m²) ; n : nombre de jours (365)

$$P = 470,35 \text{ m}^3/\text{j}$$

Ruissellement extérieur arrivant dans le site R₁ :

On a considéré temporairement R₁ = 0

Eaux libres dans les déchets E_l :

Le pourcentage moyen des « eaux libres » dans les déchets a été déterminé à 8,69 % (CITENCO, 2003)

$$E_l = 8,69 \% \times M = 8,69 \% \times 2300 = 199,87 \text{ t/j} = 199,87 \text{ m}^3/\text{j}$$

(M : masse de déchets journaliers, en moyenne 2 300 tonnes)

Eaux constitutives des déchets E_d :

La valeur moyenne de l'humidité des déchets admis à Go Cat a été évaluée :

$$H \% = 48,05\% \quad E_d = 746,47 \text{ m}^3/\text{j}$$

Eaux de la solution des désodorisants utilisés :

On utilise en moyenne 1 950 L de deux produits pour les 2 300 t de déchets admises par jour. Le facteur de dilution est de 50.

$$\text{On aura : } E_s = 1950 \times 50 = 107\,500 \text{ L/j} = 107,5 \text{ m}^3/\text{j}$$

Ruissellement du site vers l'extérieur R₂ :

Les eaux de ruissellement du site vers l'extérieur sont collectées et acheminées vers le bassin de stockage de lixiviats, donc R₂ = 0

Eaux d'infiltration dans le substratum E_i :

Grâce aux barrières de sécurité passives et actives, on considère E_i = 0

Evapo-transpiration ETR :

La quantité de l'évapo-transpiration moyenne sur l'année a été calculée égale à 1399 mm. La surface est S = 86 750 m², donc ETR = 332,50 m³/j

Eaux retenues dans les alvéoles par les déchets E_c :

La capacité au champ estimée par des chercheurs vietnamiens pour le nouveau CSD est de 15 % (Nguyen, 1996) (0,15 m³ d'eau/l tonne de déchets), d'où :

$$E_c = 0,15 \times 2300 = 345 \text{ t/j} = 345 \text{ m}^3/\text{j}$$

A partir de la formule donnée au début du paragraphe, on peut calculer la valeur du bilan hydrique :

$$L = (470,35 + 0 + 199,87 + 746,47 + 107,5) - (0 + 0 + 332,50) - 345 = 846,69 \text{ m}^3/\text{j}$$

Le présent calcul nous donne une valeur de l'ordre 850 m³/j. Elle est plus élevée que celles données par le gérant du site (650 m³/j) et que celle prévue pour la station de traitement des lixiviats (300 m³/j).

Remarques : Le site de Go Cat est situé environ à 2 m au

dessus du niveau de la mer, située à 70 km. Cette topographie particulière, et l'intensité des pluies tropicales, font qu'il est très difficile de maîtriser les eaux entrantes et sortantes, durant la période de mousson ou pendant les pluies tropicales où, par exemple, un maximum de 300 mm a été relevé en une seule journée. En effet, le site est, lors de ces phases climatiques extrêmes, en situation d'inondation. Il semblerait donc qu'un des paramètres-clés soit la situation topographique du site, notamment son altitude par rapport au niveau de la nappe phréatique locale (dans les grandes plaines alluviales, le sol est en moyenne à + 0,40 m du niveau des eaux...). Il semblerait aussi de bon sens de prendre des lixiviats comme eaux de dilution des produits désodorisants, mais nous n'avons pas d'information sur le bien-fondé de cette proposition.

Bilan hydrique du CSD d'Essaouira

Nous avons suivi la même méthode que celle utilisée pour le CSD de Go Cat. Les valeurs calculées pour un casier en exploitation sont rassemblées dans le tableau 3.

Tableau 3 : Calculs du bilan hydrique de CSD de Go-Cat et d'Essaouira

Paramètres (en m ³ /j, sauf les surfaces en m ²)	CSD d'Essaouira casier de 8400 m ²	CSD de Go Cat 86 750 m ²
Eaux de pluie P	5,52	470,35
Ruissellement extérieur au site R ₁	0	0
Eaux libres dans les déchets E _l	0	199,87
Eaux constitutives des déchets E _d	20,25	746,47
Eaux de la solution des produits désodorisants	0	107,5
Ruissellement du site vers l'extérieur R ₂	0	0
Evapo-transpiration ETR	5,3	332,50
Eaux retenues dans les alvéoles par les déchets E _c	7,4	345
Surface d'infiltration (m ²)	8400	86750
Eaux d'infiltration dans le substratum E _i	0	0
Quantité de lixiviats produits	13,1	846,69

La capacité de rétention retenue pour ce calcul est la même que celle donnée à Go Cat (0,15 %). Les valeurs données ici sont des moyennes approximatives, et si le taux de rétention, qui sera mesuré expérimentalement à Essaouira, est plus élevé, la quantité de lixiviats sera plus faible. Ceci correspondra mieux à ce que nous avons observé sur le site. Ces calculs seront revus en détail pendant le travail de thèse.

Pour établir correctement ce bilan, la mesure précise de tous les paramètres concernant l'eau est indispensable. L'évaluation habituelle du volume de lixiviats, que l'on assimile souvent à un quart de celui des eaux de pluie tombant sur un site, n'est pas suffisamment rigoureuse.

CONCLUSION

Les études concernant les sites d'enfouissement des ordures ménagères dans les PED révèlent des situations très dégradées. De plus, les sites sont trop souvent choisis sans étude scientifique préliminaire. Les études d'impact sur l'environnement sont désormais indispensables mais les risques sanitaires et ecotoxicologiques ne sont pas suffisamment pris en considération. La maîtrise des « entrées » (déchets, eaux) et des « sorties » (lixiviats, biogaz) dans les centres de stockage des PED peut être obtenue en suivant un protocole qui est désormais disponible. Nous avons proposé trois sites pour réaliser sa validation, dans des conditions climatiques forts différentes et nous avons déjà effectué quelques mesures. Nous espérons pouvoir donner

une appréciation exhaustive sur l'utilisation de chacun de ces 12 paramètres après une année de suivi, et contribuer ainsi à l'amélioration de la gestion des déchets ménagers dans ces pays.

Références

Thonart Ph., Steyer E., Drion R. et Hiligsmann S., 1998, La gestion biologique d'une décharge, Tribune de l'eau, n° 590/591.

Yen-Cho Chen, 2003, Numerical Simulation of Gas Flow around a Passive Vent in a Sanitary Landfill, Journal of Hazardous Material, B100, 39 p.

Johannessen LM., 1999, Guidance Note on Leachate Management for Municipal Solid Waste Landfills, Banque mondiale.

Ngnikam E., 2000, Evaluation environnementale et économique de systèmes de gestion des déchets solides municipaux : analyse du cas de Yaoundé au Cameroun, thèse, LAEPSI, INSA de Lyon, 355 p.

Abuhngiendoo RT., 2004, Maîtrise des entrées et des sorties d'un centre de stockage des ordures ménagères : cas de Yaoundé, mémoire de fin d'étude, ENSP de Yaoundé, 71 p.

Bellenfant G., 2001, Modulation de la production de lixiviats en centre de stockage de déchets ménagers, thèse, Ecole nationale supérieure de géologie de Nancy, 164 p.

ADEME, 1999, Les installations de stockage de déchets ménagers et assimilés, Paris, 106 p.

CITENCO, 2003, Registre des données des déchets admis dans le site de Go Cat, Hô Chi Minh-Ville.

CITENCO, 2003, Bao cao quan trac moi truong khu vuc Go Cat, Hô Chi Minh-Ville, 18 p.

Nguyen VH., 1996, Bao cao danh gia tac dong moi truong bai chon lap hop ve sinh o dong nai, Hô Chi Minh-Ville, 120 p.

ADEME, 1993, MODECOM™, Méthode de Caractérisation des Ordures Ménagères, collection Connaitre pour agir, Paris, 61 p.

Remerciement

Nos remerciements à l'ADEME qui finance le travail de thèse et co-finance les projets avec les partenaires locaux.

DÉCHETS SCIENCES & TECHNIQUES, REVUE FRANCOPHONE D'ÉCOLOGIE INDUSTRIELLE

SAP - 38 rue Victor Lagrange - 69362 LYON CEDEX 07- Mèle : dst@pro-environnement.com

Service abonnement : SAP/DPE - Service abonnement - 38 rue Victor Lagrange - 69362 LYON CEDEX 07

Tél. : 04 72 98 26 69 - Fax : 04 72 98 26 70

N° de commission paritaire : 76929 - N° ISSN : 0753-3454. Dépôt légal : juillet 2005 - Imprimerie Louis Jean/Gap - Photocomposition SAP

Principaux associés : DPE