



PROJET D'EMPLOYABILITE DES JEUNES DANS LES METIERS VERTS YES GREEN



Manuel de Formation



LA GESTION ET L'EXPLOITATION DES DÉCHARGES CONTRÔLÉES DES DÉCHETS MÉNAGERS ET ASSIMILÉS

Avant-Propos

Rabat, novembre 2013

Préparé par l'AMEDE (association marocaine des experts en gestion des déchets et en environnement : www.amede-maroc.org)

Avec la contribution de :

CHOUAOUTA Hassan, Coaching DESED

EL BARI Hassan, Université Ibn Tofail, Kenitra

EZZAOUAQ Mohammed , Impact Plus

El HANID Ali, Novec

MEGARD Brice, Sita

MOUHSINE Abderrahim, Commune Urbaine de Tanger.

Coordination générale : CHOUAOUTA Hassan, Président de l'AMEDE

Comité de lecture : CHOUAOUTA Hassan, EZZAOUAQ Mohammed et BENYAHIA Sefiane (membres du Bureau de l'AMEDE).

Sommaire

Le secteur des déchets au Maroc	6
Planification et conception d'une décharge contrôlée	16
Exploitation d'une décharge contrôlée	36
Annexes	58



1. PRÉAMBULE

Au Maroc, et à l'instar des pays en voie de développement, l'évolution rapide du contexte socio-économique a favorisé l'émergence de modes de production et de consommation peu soucieux de la problématique de l'environnement. Cette situation s'est traduite essentiellement par des modifications notables au niveau des quantités et de la qualité des déchets solides produits et qui sont passés de près 600 000 tonnes par an en 1960 à plus de 6 millions par an actuellement.

La gestion de ces déchets se heurte à un ensemble de contraintes à caractère institutionnel, juridique, technique, social et financier.

Compte tenu de l'importance de ce secteur, les pouvoirs publics ont déployé des efforts considérables pour assurer un niveau satisfaisant des différents services liés à la gestion des déchets :

- Adoption de la loi 28.00 relative à la gestion des déchets et leur élimination en juillet 2006 et promulgation de plusieurs décrets et arrêtés d'application;
- Promotion de la participation du secteur privé notamment en matière de collecte et de mise en décharge des déchets ménagers et assimilés;
- Mise en place d'un programme national des déchets ménagers – PNDM : professionnalisation de la collecte, mise en place d'une dizaine de décharges, réhabilitation des anciennes décharges non contrôlées, initiation de plusieurs études de plans directeurs provinciaux et préfectoraux,...
- Elaboration en cours d'un plan directeur national des déchets industriels dangereux – PDNDD : avec la programmation d'installation d'un centre national d'élimination des déchets dangereux (CNEDS).

Toutefois, malgré les efforts déployés par l'administration

au niveau central (Ministères de l'Intérieur et de l'Environnement), la majorité des collectives territoriales n'est pas en mesure de mettre au point des solutions durables de gestion à long terme des déchets.

En effet, la grande partie des déchets municipaux est éliminée dans des décharges sans traitement préalable pour réduire et maîtriser les impacts de celles-ci sur le milieu environnant (lixiviats, odeur,...) et les quantités de déchets récupérées et recyclées demeurent très minimales et loin de refléter les potentialités offertes par la composition des déchets municipaux au Maroc.

2. INTRODUCTION

La décharge constitue la méthode la plus ancienne d'évacuation des déchets urbains et est le dernier maillon dans la chaîne de leur gestion.

Elle a toujours été considérée comme mode de traitement privilégié des déchets du fait de son coût particulièrement bas.

Toutefois, cette conception a complètement changé en raison de l'évolution de la réglementation, devenue de plus en plus stricte, et les enjeux de protection de l'environnement ce qui a conduit à un renchérissement progressif des coûts d'exploitation de ce type d'installation : adoption de nouvelles mesures de conception et de construction faisant appel à plusieurs barrières de sécurité pour prévenir les risques de pollution des eaux souterraines et des sols.

En Europe, la mise en décharge concerne uniquement la fraction des déchets qui ne peut pas être valorisée par réemploi ou recyclage.

Au Maroc, l'intérêt porté aux décharges, dont l'implantation est sauvage et spontanée, s'est développé considérablement et la priorité d'actions a été accordée à la maîtrise des impacts engendrés par la multiplication de ces décharges non contrôlées.

Dans la dernière décennie, la culture d'études se rapportant aux décharges a été intégrée par les décideurs concernés. C'est ainsi que plusieurs sites de décharges ont fait l'objet d'étude d'impact environnemental et d'opérations de réhabilitation pour réduire les nuisances engendrées faute de bonne gestion et d'emplacement approprié.

Et avec l'appui de l'Etat (PNDM), la majorité des grandes agglomérations dispose actuellement de nouvelles décharges contrôlées.

Et après une dizaine d'expériences en matière de mise en décharge au Maroc, l'élimination au sens traditionnel ne prévaut plus, puisqu'elle ne favorise aucunement la valorisation, perpétuant ainsi la tendance à l'épuisement des matières premières au détriment de l'environnement.

La gestion et l'exploitation de nos décharges constituent de réels défis pour les collectivités territoriales qui sont appelées notamment :

- A mettre en place de nouvelles mesures pour traiter les déchets ménagers avant leur mise en décharge,
- De revoir leur manière de conception et d'exploitation de leurs décharges,
- De tenir compte des nouvelles exigences en matière de protection de l'environnement : implications financières, évaluation et suivi des performances d'une décharge, suivi-environnemental,...
- De renforcer les capacités humaines et matérielles pour une meilleure gestion de leurs décharges.

Le présent manuel de formation sur la conception et l'exploitation d'une décharge contrôlée **a pour objet** d'outiller les acteurs concernés directement ou indirectement par la gestion et l'exploitation des décharges contrôlées (responsables communaux et préfectoraux, exploitants des décharges, formateurs, consultants,...).

Il a été conçu pour la formation des jeunes sur la gestion et l'exploitation des décharges contrôlées des déchets ménagers prévue du 19 au 28 novembre 2013 à l'IEA (Institut international de l'eau et de l'assainissement) à Rabat (IEA : ONEP – Akreuch).

Il a été préparé par les membres de l'AMEDE¹ (association marocaine des experts en gestion des déchets et en environnement) pour le compte du projet Yes Green (projet d'employabilité des jeunes dans les métiers verts) financé par le Département de l'Environnement avec l'appui du PNUD.

¹www.amede-maroc.org

A stylized graphic in shades of blue, featuring a sun with rays at the top, several large leaves below it, and a grid-like pattern on one of the leaves. The background is a solid blue color.

Le secteur des déchets au Maroc

Thème n°1

A white graphic element in the bottom right corner, consisting of a thick arrow pointing to the right, with a curved tail.

Le secteur des déchets ménagers et assimilés suscite de plus en plus l'intérêt de plusieurs acteurs au niveau local et national : ministères (Intérieur, Environnement, Eau, Equipement, Santé, Tourisme,...), Collectivités locales (communes, provinces et préfectures, régions), ONGs, etc.

Il a fait l'objet de plusieurs réformes et réaménagements juridiques et institutionnels depuis l'adoption de la loi 28-00 sur la gestion des déchets et leur élimination en 2006.

Les principaux développements et initiatives liés au secteur des déchets et des décharges en particulier sont présentés dans le présent chapitre.

1. CADRE JURIDIQUE

L'arsenal juridique marocain s'est renforcé en 2006 par l'adoption de la loi n° 28-00 spécifique à la gestion des déchets et leur élimination. Cette loi promulguée après des années d'attente a pour finalités de jeter les bases d'une politique qui s'articule autour d'un double objectif :

- Moderniser les processus de gestion en vigueur dans le secteur ;

- Et réduire autant que possible les impacts négatifs des déchets sur la santé de l'homme et l'environnement.

Quelques apports de la nouvelle loi sur les déchets :

- Définit les différents types des déchets ;
- Introduit la planification comme outils de gestion des déchets : d'ici 5 ans² des plans de gestion des déchets sont à élaborer (plan directeur national pour les déchets dangereux, plans communaux et provinciaux pour les déchets ménagers et assimilés,...) ;
- Réglemente la gestion des différents types de déchets : déchets hospitaliers, inertes, industriels,...
- Réglemente les mouvements transfrontières des déchets ;
- Spécifie les conditions d'ouverture, de fermeture et de gestion des installations de traitement et de valorisation des déchets ;
- Met les bases d'un système de contrôle, d'infractions et de sanctions en cas de non respect des différentes dispositions de la loi ;
- Prévoit des mesures d'accompagnement pour son application.

² Date de publication de la loi (2006)

Tableau 1 : Quelques dispositions de la loi 28-00 liées aux décharges

Article	Enoncé de l'article
3	Décharge contrôlée : installation ou site, répondant aux caractéristiques et prescriptions techniques réglementaires où sont déposés d'une façon permanente les déchets
12	Dans un délai de cinq (5) ans courant à compter de la date de publication de la présente loi, le territoire de chaque préfecture ou province doit être couvert par un plan directeur préfectoral ou provincial de gestion des déchets ménagers et assimilés
17	Le plan communal ou intercommunal doit tenir compte des orientations du plan directeur préfectoral ou provincial de gestion des déchets ménagers et assimilés
48	Les décharges contrôlées sont classées selon les types de déchets comme suit : Classe 1 : les décharges des déchets ménagers et assimilés ; Classe 2 : les décharges des déchets industriels, médicaux et pharmaceutiques non dangereux, des déchets agricoles, des déchets ultimes et inertes ; Classe 3 : les décharges des déchets dangereux.

49	L'ouverture, le transfert, la modification substantielle ou la fermeture des décharges contrôlées de la classe 1 sont subordonnés à une déclaration, à condition de se conformer aux prescriptions techniques prévues à l'article 48.
50	Les décharges contrôlées ne peuvent être autorisées à s'installer à proximité des zones sensibles, des zones d'interdiction et de sauvegarde prévues par la loi n°10-95 sur l'eau et ses textes d'application, des parcs nationaux et aires protégées, des zones d'intérêt touristique, des sites d'intérêt biologique et écologique, des zones humides et forestières, des périmètres irrigués, des zones bour à haute potentialité agricole et en dehors des sites désignés par les plans directeurs de gestion des déchets prévus par la présente loi.
51	En cas de fermeture d'une décharge contrôlée, l'exploitant ou le propriétaire est tenu de remettre le site dans son état initial ou dans un état écologiquement acceptable.
52	L'ouverture, le transfert, la fermeture ou la modification substantielle des installations de traitement, de valorisation, d'incinération, de stockage, d'élimination ou de mise en décharge des déchets ménagers et assimilés donnent lieu à une déclaration auprès de l'administration, à condition de se conformer aux prescriptions techniques fixées par voie réglementaire
84	Dans un délai qui sera fixé par voie réglementaire, les communes ou leurs groupements doivent mettre en place des décharges contrôlées des déchets ménagers et assimilés conformément aux articles 20 et 48
85	Les sites où sont implantées des décharges des déchets ménagers et assimilés, avant la publication de la présente loi, doivent être réaménagés conformément aux dispositions des articles 48 et 50 ci-dessus, dans un délai fixé par voie réglementaire.

Pour favoriser son application, le Département de l'Environnement –MEMEE et ses partenaires ont déployé de grands efforts pour l'élaboration/finalisation de ses différents décrets d'application.

En matière de mise en décharge, un Décret sur la gestion des décharges contrôlées a été adopté en 2010 (4 janvier) fixant les procédures administratives et techniques pour l'ouverture et la fermeture de ces décharges (Cf. annexe 2).

Décret n° 2-09-284 fixant les procédures administratives et les prescriptions techniques relatives aux décharges contrôlées

Contenu du dossier de déclaration d'ouverture d'une décharge contrôlée

1. Nom, domicile et adresse du déclarant, à défaut, le nom du responsable de l'exploitation de la décharge objet de la déclaration ;

2. Plan à échelle de 1/2000 précisant les limites maximales d'extension en termes de superficie de la décharge et de la zone à exploiter ainsi que la hauteur sur laquelle la zone à exploiter peut être comblée ;
3. Description des moyens techniques et des installations proposées, notamment celles relatives au gaz de décharge, aux réseaux de lixiviats, aux eaux de ruissellement et du système d'imperméabilisation
4. Décision d'acceptabilité environnementale prévue par l'article 2 de la loi n° 12-03 relative aux études d'impact sur l'environnement ;
5. Durée d'exploitation et la capacité totale en masse et en volume des types de déchets qui peuvent être admis dans la décharge ;
6. Liste des équipements destinés à la décharge pour assurer les conditions de sécurité et de protection de l'environnement ;

7. Personnel devant être affecté à la décharge en précisant son effectif, sa qualification et les missions de ses membres ;
8. Plan prévisionnel d'exploitation précisant l'organisation et l'échéancier des étapes d'exploitation de la décharge;
9. Dispositions paysagères qui seront mises en œuvre durant les différentes phases de l'exploitation et de la réhabilitation du site en fin d'exploitation de la décharge.

Pour les décharges de classes 2 et 3, une garantie financière est exigée. Elle est destinée notamment à couvrir les dépenses afférentes à la réhabilitation des décharges contrôlées des déchets dangereux, industriels ou médicaux et pharmaceutiques.

La liste des autres décrets adoptés est présentée dans le tableau ci-dessous :

Tableau 2 : Décrets de la loi 28-00 adoptés

Décrets adoptés	Portées
Catalogue marocain des déchets (2008)	Permet la classification des déchets : dangereux et non dangereux
Décret pour la gestion des déchets médicaux et pharmaceutiques (21 mai 2009)	Catégorisation des déchets médicaux Conditionnement des déchets Conditions d'autorisation et d'élimination Certification d'élimination
Plan directeur national pour la gestion des déchets dangereux (janvier 2010),	Comité national des DD : composition, fonctionnement, Plan pour les installations des déchets dangereux (en cours de réalisation)
Plan directeur régional de gestion des déchets industriels, médicaux et pharmaceutiques non dangereux et des déchets ultimes, agricoles et inertes (mars 2010),	Comité régional : composition, organisation, Plan des déchets non dangereux : installations de traitement et d'élimination
Plan directeur préfectoral ou provincial de gestion des déchets ménagers et assimilés (mars 2010)	Comité provincial : composition, organisation, Plan des déchets non dangereux : installations de traitement et d'élimination
Décret sur l'incinération et la co-incinération des déchets	Ce décret définit les conditions techniques et procédurales d'incinération et de co-incinération des déchets ainsi que les seuils des rejets desdites installations
Décret sur la gestion des huiles usagées	Il définit les conditions de stockage, de transport et de valorisation/élimination des huiles usagées (autorisation, contrôle,...)

Tableau 3 : Projets de décrets en cours de finalisation

Projets de décrets	Portées
Projet de décret sur le mouvement transfrontalier des déchets	Fixe les modalités et les conditions d'importation et d'exportation des déchets non dangereux
Projet de décret sur la gestion des boues	Pour la réglementation de la valorisation et l'élimination des boues des STEP
Projet de décret sur le traitement des déchets dangereux	Fixe les modalités d'octroi des autorisations et les conditions de traitement, du transport et de gestion en général des déchets dangereux
Projet de décret sur la gestion des pneus usés	Il définit les conditions de stockage, de transport et de valorisation/élimination des pneus usés (agrément, contrôle,...)
Projet de décret sur la gestion des batteries usagées	Il définit les conditions de stockage, de transport et de valorisation/élimination des batteries usagées (autorisations, contrôle,...)

Autres textes ayant trait à la gestion des déchets

D'une manière générale, le secteur des déchets au Maroc a été régi par des textes depuis le début du 19^{ème} siècle. Les principaux textes ayant trait directement ou indirectement à ce secteur (notamment les décharges) sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 4 : Principaux textes

Texte	Domaine d'application et principales dispositions ayant trait aux déchets
Le dahir du 25 août 1914 relatif à la réglementation des établissements insalubres, incommodes et dangereux	Ce dahir confère à l'administration le contrôle et la surveillance des établissements et les risques qu'ils puissent engendrer notamment en ce qui concerne la sécurité, la salubrité ou la commodité publique. Depuis quelques années, ce texte est en discussion pour sa révision et son adaptation au contexte industriel actuel.
Le dahir du 25 décembre 1912, complété par le dahir du 30 juillet 1918, relatif aux mesures sanitaires pour la protection de l'hygiène publique	Ce Dahir confère aux autorités locales des prérogatives pour assurer l'hygiène publique et la salubrité urbaine.
La loi du 10 novembre 1917 relative aux associations syndicales des propriétaires urbains	Cette loi stipule l'obligation d'autorisation pour toutes constructions à l'intérieur des villes et centres urbains. Elle prévoit également la gestion des déchets ménagers par la l'organisation de la pré-collecte et le nettoyage.

La loi n° 12-90 relative à l'urbanisme	Cette loi qui définit les différents documents d'urbanisme et stipule que le schéma directeur d'aménagement urbain prévoit les sites devant servir de décharges publiques.
La loi n°19-95 relative à l'eau	Cette loi définit les responsabilités des différents acteurs pour la gestion du secteur de l'eau et confère à l'autorité administrative des prérogatives pour la protection et la préservation des ressources en eau notamment en interdisant de déposer ou d'enfouir des déchets solides dans le domaine public hydraulique.
La loi cadre de protection et mise en valeur de l'environnement	Cette loi de portée générale, définit les principes et les orientations d'une stratégie juridique environnementale au Maroc. La cohérence juridique de l'ensemble des textes ayant une incidence sur l'environnement a été objectivement recherchée avec la promulgation de cette loi. La gestion des déchets et des rejets en général est couverte par les différentes dispositions de cette loi.
La loi sur les études d'impact	Cette loi stipule l'obligation d'élaboration d'une étude d'impact pour l'ouverture d'une nouvelle décharge ou toute installation de traitement de valorisation des déchets.
La loi relative à la lutte contre la pollution de l'air	Cette loi vise la prévention et la lutte contre les émissions des polluants atmosphériques (inclus le méthane issu des décharges) susceptibles de porter atteinte à la santé de l'homme et à l'environnement ;
La charte communale de 1976 révisée en février 2003	Cette charte définit les compétences des communes et leurs prérogatives en matière d'assainissement solide et liquide. En vertu de cette loi, l'article 69 de cette charte donne des prérogatives au conseil communal pour arrêter les modes de gestion des services publics communaux notamment le secteur des déchets.
La loi n° 54-05 relative à la gestion déléguée des services publics (promulguée en février 2006)	Cette loi s'applique aux contrats de gestion déléguée de services et d'ouvrages publics passés par les collectivités locales ou leurs groupements et par les établissements publics. Le délégué assure ses prestations au moindre coût et dans les meilleures conditions de sécurité, de qualité et de protection de l'environnement ³ . Cette loi fixe les modalités de gestion déléguée, les droits et obligations des parties prenantes, les modalités de suivi et de révision,...
Loi cadre portant charte de l'environnement et de développement durable	Définit les responsabilités des parties prenantes pour un développement durable harmonieux du pays.

2. CADRE INSTITUTIONNEL

Au Maroc, le secteur des déchets ménagers et assimilés connaît l'intervention de plusieurs opérateurs : le Ministère de l'Intérieur, les collectivités locales (communes, wilayas et provinces), le Département de l'Environnement, le Ministère de la Santé (déchets médicaux) le Ministère de l'Agriculture (pesticides), ...

Les missions des principaux partenaires institutionnels (Intérieur et DE-MEMEE) dans le domaine des déchets et plus particulièrement les décharges sont présentées dans cette partie (les autres Départements ministériels interviennent dans ce secteur dans le souci de préservation de leurs domaines et champs de compétences ou pour la gestion d'autres types de déchets) :

Ministère de l'Intérieur

Le Ministère de l'intérieur apporte tout son appui et son assistance aux collectivités locales pour la gestion des services publics d'une manière générale. Cette mission est assurée par la Direction Générale des Collectivités Locales (DGCL) qui comprend sept directions dont celle de l'eau et de l'assainissement (DEA).

En matière de décharge, la DEA apporte son soutien pour le choix des sites, la réhabilitation et l'amélioration de la gestion des décharges existantes, la création de nouvelles décharges,...

La DEA réalise également les études stratégiques et définit les lignes directrices pour le développement du secteur des déchets au Maroc.

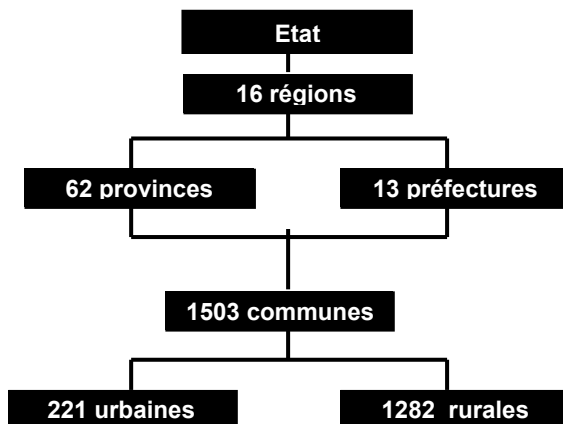
Elle participe activement à l'élaboration des textes juridiques régissant la gestion du secteur des déchets notamment la loi n°28-00 et ses décrets d'application en cours de finalisation.

Elle apporte également son assistance aux collectivités locales à travers l'élaboration des schémas directeurs de la gestion des déchets, la formation des cadres en charge du secteur, la mobilisation des fonds notamment pour la mise en place des projets pilotes et le transfert de la gestion au secteur privé. La DEA assure aussi la mission

d'évaluation et de contrôle de la gestion déléguée en la matière.

Les collectivités territoriales

Figure 1 : Organisation administrative au Maroc3



Les collectivités territoriales

Figure 1 : Organisation administrative au Maroc4

La région

La région coordonne l'aménagement du territoire des provinces et préfectures de son ressort. La loi sur la région⁵ stipule la création de commissions permanentes chargées notamment de l'environnement (déchets, eau, ...). Toutefois, les moyens mis à disposition restent limités pour pouvoir assurer son intervention dans le secteur des déchets.

Les préfectures et provinces

Les préfectures et les provinces ont le double statut d'entité déconcentrée et décentralisée. Leurs moyens

³ Article 3 de cette loi

⁴ Direction de la statistique, dernier découpage de 2009

⁵ Dahir de 1997 sur la région

restent limités. Les opérations liées à la gestion des déchets sont supervisés par celles-ci en cas de participation de plusieurs communes notamment en ce qui concerne la mise en place d'une décharge : Larache, El Jadida, ...

Les plans directeurs provinciaux et préfectoraux constituent une occasion pour l'engagement de ces collectivités dans le secteur des déchets.

Les communes

La commune à travers son conseil municipal doit assurer le développement économique, social et culturel de son territoire⁶.

La charte confère à la commune des prérogatives en matière d'hygiène, de prévention des épidémies et de gestion des services publics : eau, assainissement, électricité, gestion des déchets...

En ce qui concerne le secteur des déchets, le conseil communal décide du mode de gestion approprié et mobilise les moyens nécessaires pour le fonctionnement d'un tel système : collecte, transport, traitement et mise en décharge,...

Il décide des modes de gestion des déchets par voie directe, de régie autonome, de concession ou de toute autre forme de gestion déléguée des services publics.

La gestion des grandes villes est assurée par des conseils de villes qui reprennent quelques fonctions de la commune (arrondissement).

Département de l'Environnement

Le Département de l'Environnement est l'autorité gouvernementale chargée de l'élaboration et de la mise en œuvre de l'action gouvernementale dans ce domaine.

Sa mission consiste à animer, susciter, promouvoir et coordonner, en collaboration avec les départements ministériels concernés, l'action gouvernementale en matière de gestion de l'environnement.

Les principales attributions se résument à :

- Renforcer le cadre institutionnel et juridique dans le domaine de l'environnement ;
- Mettre en place les instruments appropriés de surveillance continue et de contrôle de l'état de l'environnement ;
- Formuler des avis sur les projets de développement ayant des implications sur l'environnement et sur leur étude d'impact sur l'environnement;
- Prévenir la lutte contre toutes formes de pollution et nuisances pouvant porter atteinte à la santé de la population ;
- Procéder aux contrôles qui lui sont dévolus par la législation en vigueur et d'assister les personnes morales de droit public ou de droit privé en matière d'environnement ;
- Intégrer la dimension Environnement dans les programmes de développement et notamment ceux de l'éducation, de la formation, de la recherche et de l'information;
- Développer toutes activités en matière de coopération régionale et internationale dans ce secteur.

Les structures relevant du département de l'environnement sont :

- La Direction des études, de la planification et de la prospective ;
- La Direction du partenariat, et de la communication et de la coopération ;
- La Direction de la surveillance et de la prévention des risques ;
- La Direction de la réglementation et du contrôle ;
- Et la division des projets pilotes et des études d'impacts.

Les interventions de ces structures dans le domaine des déchets sont résumées ci-dessous :

⁶ Article 30 de la charte communale de 1976

Structure	Interventions et domaines de compétences
Direction de la surveillance et de la prévention des risques (DSPR).	Le service de la gestion des déchets solides relève de la Division de la Gestion Environnementale du Milieu Naturel faisant partie de cette direction. Il est l'outil technique du Département en ce qui concerne le secteur des déchets : études, requêtes, projets, aspects réglementaires techniques en rapport avec ce secteur,...
Direction de la réglementation et du contrôle	C'est la direction chargée de l'élaboration des textes ayant trait à l'environnement en partenariat avec les autres départements ministériels. Cette direction a été chargée de l'élaboration de la loi sur les déchets et des ses décrets d'applications (en cours). Le rôle de cette direction n'est pas assez défini en ce qui concerne le contrôle dans ce secteur.
Direction du partenariat, de la communication et de la coopération	Elle élabore les partenariats avec les opérateurs économiques et mobilise des fonds extérieurs pour le financement des études et projets. Elle négocie les projets de coopération (bilatérale et multilatérale) avec les bailleurs de fonds et elle assure le suivi et l'évaluation desdites projets. Elle abrite également le service FODEP qui finance des actions de dépollution.
La Direction des études, de la planification et de la prospective	Elle gère les études de planification et a un rôle de veille prospective dans le domaine de l'environnement et de développement durable.
Division des projets pilotes et des études d'impacts.	Elle anime la commission nationale des études d'impacts : évaluation des études impacts notamment celles relatives aux décharges et aux installations de traitement

3. Les décharges au Maroc

3.1 Décharges non contrôlées

Les expériences des décharges contrôlées au Maroc sont toutes récentes. Avant 2002, toutes les décharges étaient non contrôlées et engendraient toutes les mêmes nuisances :

- Impact visuel : emplacement et nuisances quant au panorama général, éparpillement des déchets hors du site des décharges notamment les sacs en plastique,...;
- Pollution des ressources en eau : écoulement du lixiviats dans les oueds (Taza), dans les plages (Tanger) et les champs,...;
- Pollution de l'air par l'émission de biogaz;
- Décharges non clôturées permettant l'accès aux récupérateurs (gène des véhicules lors de la mise en décharge) et au bétail,...;
- Voies de circulation non aménagées;
- Plan d'exploitation non existant;
- Personnel insuffisant et non qualifié.

En 2004, le nombre de décharges recensées⁷ s'élevait à 118 :

Tableau 5 : Répartition des décharges sauvages selon leur date d'ouverture

Période	Nombre de décharges	Pourcentage
1970>	3	2,54
1980-1970	12	10,17
1990-1980	32	27,12
2000-1990	52	44,07
1990<	19	16,10
Total	118	100

⁷ Diagnostic des déchets au Maroc, MATEE, 2004

Ces décharges sont des sites qui font l'objet d'un apport régulier de déchets et sont exploitées par des communes ou des sociétés délégataires.

Les morphologies courantes de ces décharges sont présentées ci-dessous :

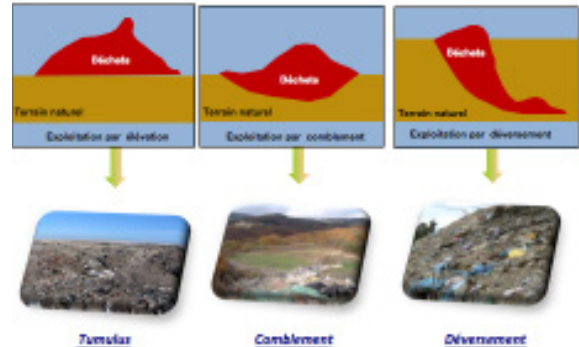


Figure 2 : Morphologies courantes des décharges

3.2 Décharges contrôlées – PNDM


Conscients des nuisances générées par les décharges non contrôlées, les pouvoirs publics ont entrepris plusieurs initiatives pour leur réhabilitation et la construction de nouvelles décharges contrôlées en application des dispositions de la loi 28-00.

Ces initiatives s'inscrivent dans le cadre du programme national de gestion des déchets ménagers.

Ce programme vise notamment l'amélioration du cadre de vie de la population marocaine, la protection des ressources naturelles, la rationalisation des dépenses engagées dans le secteur des déchets,...

Étalé sur 15 ans (2007-2021), ce programme a pour objectifs :

- D'assurer la collecte et nettoyage des déchets ménagers dans les agglomérations et atteindre un taux de collecte satisfaisant (90%) qui actuellement est d'environ 70% ;
- De réaliser des décharges contrôlées des déchets

The background features a stylized sun with rays and a plant with large leaves, all rendered in a light yellow color against a darker yellow background. The text is centered and reads:

**PLANIFICATION
ET CONCEPTION
D'UNE DÉCHARGE
CONTRÔLÉE**
Thème n2°



Le processus d'installation et d'exploitation d'une décharge contrôlée est présenté ci-dessous :

Choix du site
Etudes techniques et EIE
Appel d'offres
Exploitation et fonctionnement
Fermeture et réhabilitation

Les différentes étapes sont développées ci-après.

1. ETUDES PRÉALABLES POUR LA RÉALISATION D'UNE DÉCHARGE

1.1. Caractérisation des déchets ménagers et assimilés

Selon le Département de l'Environnement, la quantité annuelle des déchets ménagers et assimilés produite au Maroc est de l'ordre de **6.5 millions** de tonnes :

- 5 millions de tonnes en milieu urbain,
- 1.5 millions de tonnes en milieu rural (0.3 Kg /hab/j).

Cette estimation a été faite sur la base des ratios extraits des études dans quelques villes et communes au Maroc.

1.2. Composition des déchets

Les déchets ménagers sont un mélange hétérogène de matériaux ayant des propriétés physiques et chimiques très différentes. Cette composition est largement déterminée par la nature des déchets et leur emballage ainsi que les pratiques de consommation, qui varient en fonction du niveau de vie et des habitudes culturelles. L'analyse de l'évolution de la composition de ces déchets montre une légère diminution des matières organiques au bénéfice d'autres produits.

La composition des déchets et les classifications utilisées pour recueillir des données sur la composition des déchets varient grandement d'une région à une autre et d'un pays à un autre.

Les études réalisées au Maroc montrent que nos déchets

ménagers contiennent les familles suivantes : déchets alimentaires, déchets provenant des jardins (cours) et parcs, papier et carton, bois, textiles, couches jetables, caoutchouc et cuirs, plastiques, métaux verre (poterie et porcelaine), et autres (ex.: cendres, saletés, poussières, terre, déchets électroniques).

Les caractéristiques des déchets ménagers au Maroc sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 6 : Caractéristiques des déchets ménagers au Maroc

Produits	Pourcentage
Matières organiques	50% à 70%
Papier carton	5% à 10%
Plastique	6% à 8%
Verre	1% à 4%
Métaux	1% à 2%
Divers	16%
Densité	0,4 à 0,5

1.2.1. Taux D'humidité

Le taux d'humidité ou teneur en eau (Hu) représente la quantité pondérale d'eau contenue dans une masse de déchets rapportée à la quantité pondérale de ce déchet humide. Pour enflammer les déchets, ils doivent être secs ce qui implique que l'eau contenue soit évaporée.

Après séchage, le récipient contenant la prise d'essai est pesé et l'humidité Hu exprimé en pourcentage de la masse totale est donnée par l'équation :

$$Hu = \frac{M2 - M3}{M2 - M1}$$

Avec :

M_1 masse en gramme de la tare propre et sèche.

M_2 masse en gramme de la tare et de l'échantillon avant séchage.

M_3 masse en gramme de la tare et de l'échantillon après séchage.

1.2.2. Pouvoir calorifique

On appelle pouvoir calorifique supérieur à volume constant (PCS) la quantité de chaleur dégagée par la combustion complète de l'unité de masse de déchets, en supposant que l'eau provenant du combustible ou formée en cours de combustion se retrouve à l'état liquide dans les produits de cette combustion.

Le tableau montre que la valeur du PCS peut varier de manière importante pour certaines classes et relativement peu pour d'autres.

Tableau 7 : Variation du PCS pour trois catégories de déchets.

Classe de déchets	PCS (kcal/kg)		
	Moyenne	Ecart type	Nombre d'échantillons
Végétaux et alimentaires	4 176	414	49
Papier journal	4 205	78	11
Sacs-poubelle	10 011	211	10

1.2.3. Choix du site de la décharge

L'approche rationnelle généralement suivie dans le choix du site consiste à trouver le meilleur site pour lequel des conditions favorables sont réunies du point de vue des contraintes posées par :

- Les aspects environnementaux (population, cadre de vie, esthétique, ...);
- La protection des ressources en eau ;
- L'adéquation avec les plans de développements régionaux, communaux ;
- La distance du site par rapport aux agglomérations, Etc.
- L'ossature de la recherche du site de décharge d'ordures ménagères comprend :

- La collecte des données ;
- La définition des thèmes d'exclusion des sites inadéquats;
- La détermination (présélection) des surfaces libres (cartographie);
- Les enquêtes et visites des terrains identifiés (carte des surfaces libres);
- L'analyse multicritère des surfaces potentielles retenues;
- La classification des sites potentiels;

Le choix proprement dit du site optimal.

L'approche de présélection de sites de décharges d'ordures ménagères est décrite et explicitée dans les étapes suivantes :

a) Détermination des surfaces libres

Inventaire du milieu et élaboration des cartes thématiques

Dans une première étape, il est nécessaire de procéder à un inventaire systématique des activités dans la région d'étude ainsi que toutes les contraintes environnementales à la création d'une décharge d'ordures ménagères y compris les documents d'urbanisme et de développement de la zone d'étude.

Les informations recueillies sont reportées sur des cartes dites thématiques dans lesquelles des rayons de sécurité (ou d'exclusion) sont attribués à chaque paramètre pouvant créer un conflit à l'installation d'une décharge d'ordures ménagères.

Les rayons de sécurité à donner à chaque paramètre sont définis conformément au guide⁸ de présélection des sites de décharge d'ordures ménagères de 2002.

Dans ces cartes, des zones d'exclusion sont reportées pour protéger les paramètres à risques : forêts, habitat, ressources en eau, ressources naturelles, etc.

⁸ Hassan CHOUAOUTA et Mohammed EZZAOUAQ, DE-GTZ, 2002

b) Exclusion des zones non permises du point de vue sanitaire, pour une décharge contrôlée

Après la première étape de délimitation, on procède à l'exclusion d'autres zones où il n'est pas permis d'installer une décharge contrôlée. Cette exclusion est basée sur les facteurs suivants :

- Respect d'une distance minimale par rapport à des agglomérations, des bâtiments de santé (dispensaires, hôpitaux, etc.) de population ;
- Voies d'accès favorables et ne causant pas de nuisances sanitaires aux agglomérations et à certaines industries vulnérables comme l'industrie avicole, etc.

Les distances à respecter sont considérées également pour les infrastructures non encore existantes ou projetés par les plans d'urbanisme ou de développement.

c) Exclusion des zones vulnérables du point de vue environnemental

En plus des exclusions ci-dessus, on procède également à l'exclusion des zones libres mais vulnérables du point de vue environnemental.

Nous précisons par ces zones :

- Les zones des nappes classées comme vulnérables. La vulnérabilité est estimée à partir de la perméabilité des zones, du pouvoir épurateur et de l'étendue de la zone en utilisant la méthode DRASTIC si les données sont suffisantes à cet effet ;
- Les périmètres de protection des captages. Si ces périmètres ne sont pas encore établis par l'organisme chargé de la protection des ressources en eau, ils sont estimés et pris en considération au niveau de la zone d'étude ;
- Les lits des oueds et les thalwegs ;
- Les sites protégés et d'intérêts biologiques ;
- Les sites culturels et cultuels ;
- Statut foncier du site (militaire, ...) ; etc.

d) Autres exclusions

D'autres exclusions de zones peuvent être faites selon la zone d'étude et les contraintes de terrains propres aux sites recherchés.

Des cartes thématiques sont alors élaborées. Les thèmes les plus fréquents sont :

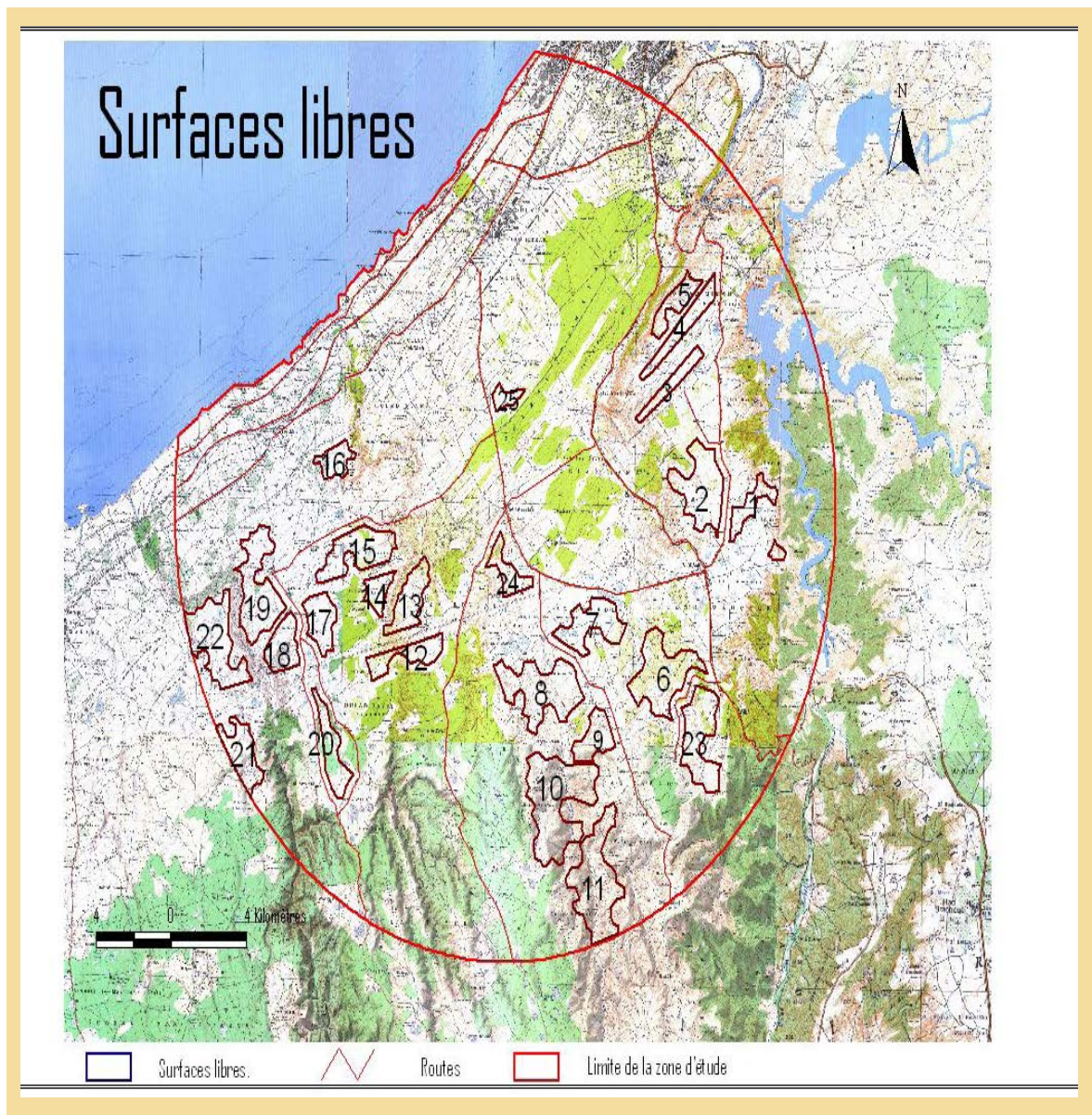
- L'eau ;
- L'agriculture ;
- La géologie ;
- La socio-économie ;
- Les réserves naturelles et les forêts ...etc.

e) Identification des surfaces libres

Les cartes thématiques sont superposées et l'intersection des zones d'exclusion donne ce qu'on appelle les surfaces libres. Il s'agit d'une nouvelle carte (résultat de la superposition des cartes thématiques) qui donne les surfaces jugées provisoirement aptes à abriter une décharge des déchets après exclusion des paramètres à conflit.

Cette carte des surfaces libres donne une première idée sur la localisation éventuelle du site de la décharge. Cette étape est considérée comme un premier niveau de réflexion et de recherche du site de la décharge d'ordures ménagères (Cf. exemple de carte ci-dessous).

Figure 3 : Exemple de carte de surfaces libres



f) Appréciation des surfaces libres visitées

L'objectif ici est à partir d'une enquête sur le terrain, sur la base de la carte des surfaces libres, d'identifier des sites potentiels et de sélectionner, parmi les quelques sites dégagés, celui ou ceux qui conviennent le mieux à l'implantation d'une décharge d'ordures ménagères. Ce diagnostic comprend le plus souvent les reconnaissances décrites ci-après :

- Examen des chemins de transit à partir du lieu de production de déchets (états des routes, des pistes, distances);
- Examen des écoulements des eaux superficielles, des profondeurs de la nappe;
- Examen de la végétation et de l'usage des milieux environnants: pâturages, forêts, cultures irriguées ou non,...;
- Examen de la propagation des ondes sonores et de l'exposition de la décharge au vent;
- Examen des distances du futur site aux habitations.

Ce diagnostic est reporté sur le tableau ci-dessous (appréciation sommaire des sites potentiels à l'intérieur des surfaces libres) élaboré à partir des appréciations collectées sur le terrain et consignées sur les fiches d'enquêtes (citée ci-dessus) sous forme d'évaluation en signes de (+), (0), ou (-) ce qui signifie pour un paramètre donné les jugements :

(+) = Conditions favorables ;

(0) = Conditions indifférentes ;

(-) = Conditions défavorables.

L'étape suivante consiste à faire un tri parmi tous les sites recensés et examinés sur la base des fiches d'enquêtes et d'évaluation des paramètres sur le terrain. Des paramètres clefs peuvent être identifiés et serviront à procéder à l'élimination irréversible de certains sites dégagés lors de l'élaboration de la carte des surfaces libres.

Ces paramètres clefs diffèrent d'une région à l'autre, des

conditions du milieu objet de la recherche de site et des objectifs fixés. Les paramètres clefs ci-après sont donnés à titre indicatif :

- 1- La distance par rapport aux habitations ;
- 2- Le risque de glissement du corps de la décharge ;
- 3- Le volume de la décharge ;
- 4- La présence d'infrastructure particulière (Station de transmission des télécommunications) ;
- 5- Le risque d'inondation ;
- 6- La profondeur de la nappe ;
- 7- La forêt ;
- 8- La distance par rapport au lieu de production des déchets.

Un jugement négatif (Killer) sur l'un de ces paramètres clefs exclurait le site définitivement de la suite de la présélection.

Les sites retenus (provisoirement appropriés) seront soumis à l'analyse multicritère.

Tableau 8 : Exemple de fiche de site (surfaces libres)

- N°- D'identification :	- Nom du site :		
- Commune :	- Province :		
- Position			
<u>Données générales</u>	+	0	-
Volume d'incorporation			
Rattachement au réseau de transport			
Position dans le relief géologique (situation morphologique)			
Visibilité			
<u>Géologie, Hydrogéologie et protection des eaux</u>			
Barrière géologique			
Perturbations géologiques			
Matériel de couverture			
Aspects géotechniques (par. Ex. risque de glissement)			
Zone de protection d'eau potable, (position par rapport à la zone)			
Bassin versant d'alimentation en eau potable			
Entrée d'eau stratifiée			
Profondeur de la nappe			
Risque d'inondation			
Dérivation des eaux superficielles			
Déversement des eaux d'infiltrations, lixiviats			
<u>Météorologie</u>			
Conditions d'extensions (vents, air froid)			
<u>Protection contre nuisances</u>			
Transit d'agglomérations			
Distance par rapport aux habitations			
Condition pour la propagation des ondes sonores			
<u>Protection de la nature et du paysage</u>			
Nuisances générales du panorama			
Fonction de la forêt			
Utilisation des surfaces			
<u>Autres</u>			

+ = Conditions favorables

0 = Conditions indifférentes

- = Conditions défavorables

Observations :

Résultats de la première évaluation

Inapproprié

Conditionnellement approprié

approprié

Enquêteur :

Date :

g) Analyse multicritères (Choix du site)

Les sites provisoirement appropriés font l'objet d'une analyse multicritère dans laquelle une notation de chaque paramètre sur une échelle adéquate est attribuée à chaque site retenu.

Par la suite les paramètres ou thèmes sont classés et notés selon le degré d'importance (eau, forêt, habitat, ...) et également selon le degré de leur réalisation :

- Situation la plus favorable : note la plus élevée;
- Situation moyenne : note moyenne;
- Situation défavorable : note faible.

Un système de notation (de 1 à 5 par exemple) est adopté pour cette analyse. L'échelle des notes permet d'établir une matrice où chaque facteur caractérisant est muni d'un coefficient qui lui est attribué (voir tableau ci-après).

Tableau 9 : Exemple d'une matrice d'analyse multicritère qui sera établie

Facteur	Sites								
	1 Site		Site 2	3 Site		Site n			
Capacité de stockage du site	CP	N f = N x C P							
Distance									
Vulnérabilité de la nappe									
Vents dominants									
Pente du terrain									
Coût du terrain									
Facilité d'accès									
Etc									

Total des notes		NT= \sum Nf							
-----------------	--	------------------	--	--	--	--	--	--	--

Nf : note finale, CP : coefficient de pondération, N : note attribuée au paramètre, NT : Note totale

Le meilleur site sera celui qui obtiendra la note (NT) la plus élevée.

1.3. Etude d'impact sur l'environnement

Les études d'impact sur l'environnement sont régies par la loi 12-03 qui définit également le contenu d'une étude d'impact à savoir :

- une description globale de l'état initial du site susceptible d'être affecté par le projet notamment ses composantes biologiques, physique et humaine ;
- une description des principales composantes, caractéristiques et étapes de réalisation du projet.
- une évaluation des conséquences prévisibles, directes et indirectes des activités, de travaux d'aménagements et d'ouvrages sur l'environnement
- les mesures envisagées par le pétitionnaire pour supprimer, atténuer ou compenser les conséquences dommageables sur l'environnement.
- Un programme de surveillance et de suivi du projet ainsi que les mesures envisagées en matière de formation, de communication et de gestion du projet.

La loi prévoit l'institution d'un Comité National des Etudes d'Impact sur l'Environnement qui a pour mission d'examiner les études d'impact et de donner un avis sur l'acceptabilité environnementale des projets.

La loi prévoit obligatoirement une enquête publique dont les conditions d'application sont fixées par voie réglementaire.

1.3 .1 L'analyse de l'état initial de l'environnement

L'analyse détaillée de l'état initial sur les éléments pertinents de l'environnement susceptibles d'interagir avec les différentes activités du projet (travaux de construction, transport, déchargement et enfouissement

des déchets, rejets des lixiviats).

Ces éléments comprennent notamment :

- Les zones protégées légalement (Exemples : les réserves naturelles, les zones humides, les sites archéologiques, ...);
- Les ressources naturelles, les infrastructures et tout patrimoine ayant une grande valeur économique, sociale, culturelle et religieuse ;
- Les composantes environnementales reconnues sensibles par les experts (Par exemple, les écosystèmes fragiles, les habitats naturels, les milieux fermés, ...).

L'analyse doit également porter sur les autres activités existantes et projetées qui ont un lien avec le projet de décharge et/ou qui ont ou peuvent avoir des impacts sur les éléments pertinents de l'environnement dans la zone d'étude.

Il s'agit en particulier :

- Des différents rejets (liquides, solides et atmosphériques) ;
- Des activités socio économiques (Secteurs agricole, touristique, urbain).

Une attention particulière doit être portée sur les éléments de l'environnement susceptibles d'être affectés par les rejets des lixiviats et les émissions du biogaz.

1.3.2. Description des principales composantes du projet

La description du projet doit permettre de bien comprendre la conception et le fonctionnement des principales composantes du projet (systèmes de collecte et de transfert des déchets, techniques d'enfouissement des déchets, procédés de traitement et de gestion des lixiviats, mesures prises au niveau de la conception du projet pour la prévention des nuisances et des impacts négatifs, etc.).

Les éléments à décrire portent notamment sur : la zone d'implantation et la capacité de la décharge, la nature et la quantité des déchets, les techniques d'exploitation,

les procédés de traitement, les travaux de construction, le planning de mise en oeuvre ; l'équipe, les moyens et les appuis nécessaires à la réalisation et l'exploitation de la décharge, les opérations de maintenance ; la durée de vie ; les dépenses d'investissement et d'exploitation.

1.3.3. Les principaux impacts du projet

Les impacts positifs :

- Protection de l'environnement et des ressources en eaux ;
- Mise en place des infrastructures d'élimination des déchets à faible coûts ;
- La réduction ou l'élimination des dépotoirs anarchiques;
- Mise en place de mesures d'accompagnement pour l'amélioration du système de collecte des déchets (réduction et tri des déchets à la source, récupération et recyclage, optimisation des coûts et de la fréquence de la collecte).

Les impacts négatifs

- La dégradation du cadre de vie de la population par les nuisances olfactives et sonores, les dégagements de poussières) ;
- à la pollution des eaux et la dégradation du couvert végétal ;
- à la dévalorisation des biens immobiliers, aux pertes de revenus (perte de terrains agricoles, déplacement des personnes, etc.).

Les impacts des travaux de construction de la décharge

Ils sont en majorité communs à tous les chantiers et généralement limités dans le temps.

Les impacts de la phase exploitation de la décharge

Les activités potentiellement génératrices d'impacts négatifs sont :

- le transport, le déchargement et l'enfouissement des déchets (bruits, poussières, éparpillement des

déchets légers,...),

- le déversement des lixiviats (pollution des ressources en eau),
- l'évacuation du biogaz (odeurs, risque d'incendie, ...).

Le tableau ci dessous donne un aperçu sur le lien entre l'événement et les nuisances

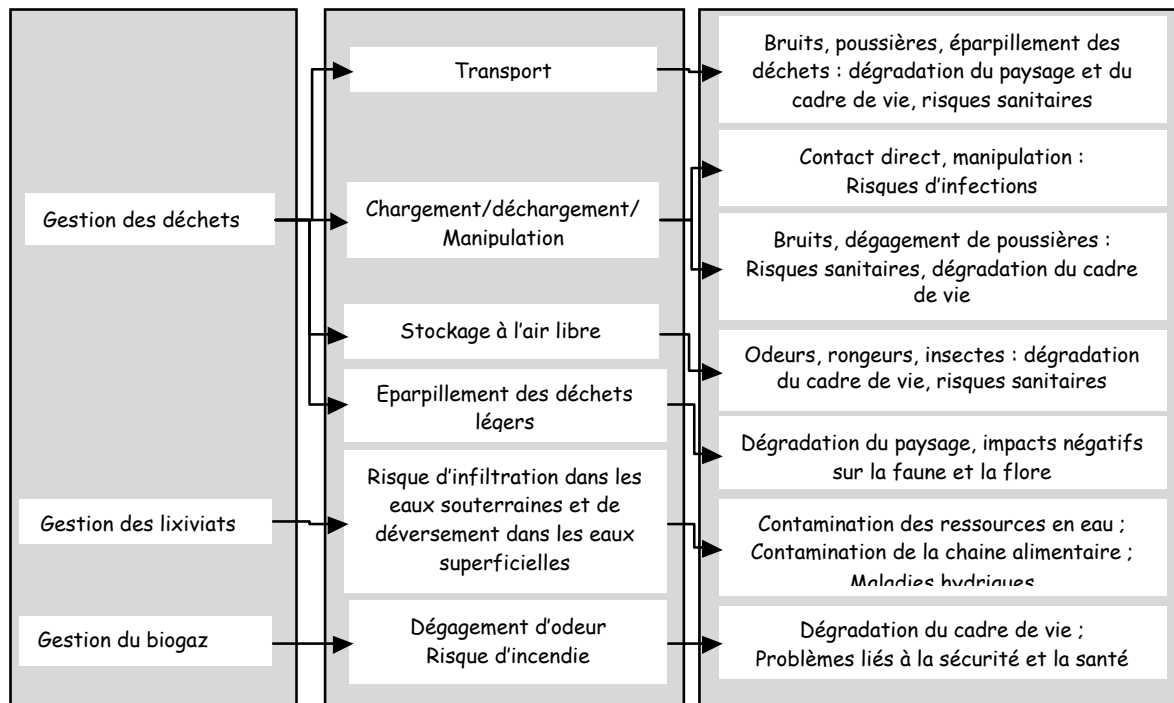


Figure 4 : Risques environnementaux et sanitaires majeurs

La synthèse des résultats d'analyse des impacts est présentée sur un tableau où sont classés les impacts en fonction

de leur importance en vue de faire ressortir les seuils au dessus desquels des mitigations sont nécessaires. Le tableau ci dessous donne un exemple des caractéristiques des impacts d'une décharge.

Tableau 10 : Exemple de caractéristiques des impacts d'une décharge

Caractéristiques des impacts	Environnement affecté				
	Eau	Air	Santé	Riverains	Autres
Nature	Négatif direct	Négatif direct	Positif direct/ indirect	Négatifs direct	
Intensité	Faible	Faible	Forte	Moyenne	
Importance/étendue	en ha ou en m ³	en ha ou en m ³	Taux de réduction de maladie respiratoire	Nombre de personnes touchées	
Date/période	Exploitation	Exploitation	Exploitation et après fermeture	Travaux	
Durée	Continue	Continue	Continue	intermittent	
réversibilité	Réversible	Réversible	-	Réversible	
Probabilité	Probable	Probable	Très probable	Probable	
Portée	locale	locale	Régionale	Zone du projet	

1.3.4. Mesures d'atténuation des impacts

Les mesures d'atténuation peuvent comprendre une réduction de la taille de la décharge, une réalisation par tranches échelonnées dans le temps, une révision de la conception de certains éléments de la décharge (par exemple, pour le drainage et le traitement des lixiviats, la récupération des gaz, le tri des déchets, la modification des itinéraires et des accès,...) et des mesures de gestion des impacts (procédures d'exploitation et de maintenance, renforcement des capacités, dispositifs d'alerte et d'intervention).

Les principales mesures d'atténuation des impacts négatifs de la phase exploitation doivent porter notamment sur :

- L'enfouissement des déchets dès leur arrivée à la décharge et la réhabilitation progressive des fronts;
- La recirculation et/ou le traitement des lixiviats à des niveaux acceptables, conformément à la réglementation en vigueur régissant les rejets dans le milieu récepteur, la protection des ressources naturelles, particulièrement les ressources en eau ;
- L'application rigoureuse des procédures d'exploitation et de maintenance des ouvrages et la formation du personnel exploitant ;
- Les systèmes d'alerte et de détection de fuite des lixiviats ;
- Les plans d'intervention urgente pour faire face aux accidents de pollution en cas de panne des équipements, rupture des ouvrages, inondation, incendie, ... ;
- La gestion et le traitement des nuisances (lutte contre les rongeurs, les odeurs, les insectes, les poussières). Ces nuisances sont les principales sources de dégradation du cadre de vie de la population limitrophe et il convient que le site d'implantation de la décharge et les itinéraires des engins soit suffisamment éloigné des zones urbaines ;
- L'installation de clôtures grillagées de hauteur suffisamment haute ou de végétation pour éviter l'envol des déchets légers ;
- L'installation de baies de lavage des roues et des bennes des engins de transport de déchets ;

- La vaccination des ouvriers et personnel manipulant les déchets, l'obligation de port d'équipements de sécurité ;
- Le traitement esthétique des installations et l'intégration du projet dans le paysage (Exemples : plantation de rideaux d'arbres, aménagement d'espaces verts).

Tableau 11 : Exemples d'impacts majeurs et des mesures d'atténuation

Action	Impacts majeurs	Mesures d'atténuation
Pendant la construction		
Acquisition des terrains	Expropriation, perte de revenu Déplacement des personnes	Indemnisation, compensation des propriétaires Aides à la réinstallation des personnes déplacées
Installation du chantier, préparation de l'emprise des ouvrages	Arrachage d'arbres Décapage des terres végétales Dégagement de poussières, bruits, etc.	Replantation des arbres, aménagement d'espaces verts Arrosage, entretien des engins, respect des horaires de repos
Travaux de génie civil (excavations, construction des bâtiments, des casiers, des routes d'accès, etc.	Poussières, bruits, vibrations, risques d'accidents, perturbation de l'écoulement naturel des eaux de ruissellement, déchets de chantier, etc.	Choix adéquat des techniques de construction Respect des consignes de sécurité Stockage des produits inflammables dans des zones aménagées et sécurisées Mise en place d'un système de gestion des déchets Assurer le gardiennage du chantier et limiter les accès
Travaux de fouilles et d'excavation	Destruction accidentelles de vestiges et sites archéologiques	Prévoir des clauses de notification et de protection des propriétés culturelles dans le contrat des travaux

Action/origine de l'impact	Impacts	Mesures d'atténuation
Pendant l'exploitation		
Equipements et ouvrages réalisés	Dégradation du paysage et de l'esthétique	Plantation de rideaux d'arbres Création d'espaces verts, jardins publics aux alentours de la décharge Réhabilitation et plantation des fronts exploités
Gestion des lixiviats	Pollution des ressources en eaux superficielles et souterraines, des eaux de baignade	Choix de site dans les zones à sol imperméable, et à une distance suffisante des ressources eaux de surfaces Conception des casiers de manière à laisser une profondeur suffisante à la protection de la nappe souterraine Mise en place d'un dispositif d'étanchéisation des casiers, de drainage et de traitement des lixiviats et des eaux superficielles polluées par les déchets ; Mise en place d'un système de recirculation des lixiviats ; Déversement des lixiviats dans le réseau d'égout
Défaillance ou pannes des équipements générant des déversements des accidentels des déchets et des lixiviats dans le milieu récepteur	Pollution des eaux réceptrices Risques sanitaires Dégradation du cadre de vie (nuisances olfactives)	Maintenance régulière des équipements Formation du personnel d'exploitation Mise en place de dispositifs d'alarme et d'intervention urgente pour agir rapidement et contenir efficacement la pollution

Déchets industriels, biomédicaux,	Perturbation de l'exploitation fonctionnement de la décharge Présence de substances toxiques	Inventaires des déchets industriels Contrôle des déchets à la réception, pesées et tenu de registres Installations de traitements de certains types de déchets, espaces réservées aux déchets spéciaux
Déchargement, manipulation, stockage et enfouissement des déchets	Risque sanitaires par contact direct Dégagement de poussières et de gaz Eparpillement des déchets légers emportés par le vent	Utilisation obligatoire d'équipements de protection Enfouissement et couverture rapides des déchets Installation de dispositifs de récupération et de contrôle des gaz Programme de suivi et de surveillance des mesures de sécurité et de la qualité des eaux Capotage des aires de déchargement des déchets équipées de systèmes de ventilation et de filtration de l'air Hauteur adéquate des clôtures
Transport des déchets	Dégagement de poussières Bruits et vibrations Eparpillement des déchets et fuites des lixiviats sur les routes Risques d'accidents	Utilisation de véhicules adaptés aux déchets, munis de bennes fermés et réservoir de récupération des lixiviats ; Utilisation d'itinéraire goudronné, à l'écart des zones habitées, revêtement des pistes Respect des horaires de transport et des consignes de sécurité
Gestion de la décharge, des centres de transfert et du transport des déchets	Nuisances olfactives et sonores, dégagement de poussières, émissions gazeuse ; détérioration de la végétation, accumulation des gaz dans les espaces confinées, risques d'explosion	Création de zones tampon séparant la décharge des zones urbaines et y interdire la construction Choix de sites et itinéraires éloignés des zones résidentielles Arrosage des zones de manutention des déchets utilisation de matériel peu bruyant Installations de récupération des gaz Formation du personnel aux procédures de sécurité Obligation de port d'équipement de protection Equipement de contrôle et détection de gaz

Le plan de suivi, de surveillance de communication et de formation (PSSCF)

Les performances des décharges sont conditionnées par le bon choix d'une conception et d'une technique d'exploitation adaptées au contexte local, un suivi régulier de la qualité de l'environnement affecté et la façon dont elles sont exploitées et maintenues d'autre part. La planification du projet doit en tenir compte au moment de la conception et définir les procédures de gestion à respecter pendant l'exploitation.

Ce sont des aspects importants de l'EIE. Ils doivent être analysés et de mesures appropriées doivent être prévues dans le plan de gestion.

1.4. Etudes techniques

Après le choix du site, l'autorité responsable de la décharge (ou son délégataire) réalise une étude technique pour

Cette étude porte généralement sur :

- Une description détaillée des travaux prévus pour les aménagements généraux, les terrassements, les mesures de protection de l'environnement, les moyens de contrôle mis en place pour le site de la décharge contrôlée et le réaménagement final du site de la décharge ;
- Les spécifications particulières nécessaires pour répondre aux exigences de la Collectivité (prétraitement ou traitement des déchets : compostage, valorisation énergétique pour la production du biogaz ou de combustibles alternatifs notamment pour les cimentiers) ;
- Les indications concernant la provenance et la qualité des matériaux et fournitures,
- L'ensemble des plans permettant la compréhension du projet dans toutes ses composantes : plan général, plan des travaux, plan des réseaux de lixiviats et de biogaz, plans de bâtiment, ... ;
- L'estimation détaillée des durées de réalisation des travaux de construction et de leur phasage pendant

toute la durée de l'exploitation ;

- Les détails des procédés de traitement des effluents ou rejets liquides ;
- Les notes de dimensionnements des différentes infrastructures prévues ;
- Estimation financière du montant des travaux avec les prix unitaires et le calcul des métrés ;
- Le mode de financement.

2. CONCEPTION D'UNE DÉCHARGE CONTRÔLÉE

2.1. Principe général

Une décharge publique contrôlée de classe I au Maroc ou un CET (Centre d'enfouissement technique) est un lieu public où l'on déverse les déchets ménagers et assimilés.

La loi 28-00 et les autres réglementations pour la protection de l'environnement imposent d'éliminer certains risques de pollution : protection d'une nappe phréatique, lixiviats, méthane,....

Une décharge contrôlée se compose généralement :

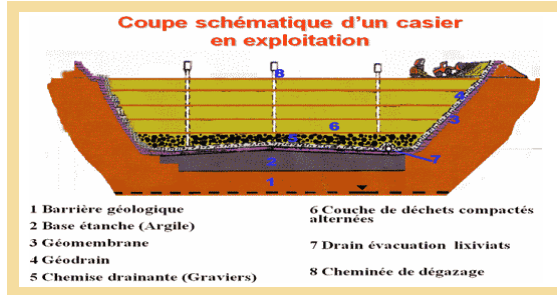
- D'une barrière passive: couche d'argile, bâches imperméables (géomembranes),
- D'une barrière active : sable, réseau de drains qui récupère le lixiviats avant son traitement,
- D'une zone de service où l'on contrôle l'admission des déchets avec leur pesée dans un pont bascule. Cette zone abrite également les bureaux, vestiaires et autres locaux,
- Des zones d'enfouissement qui comporte les casiers d'enfouissement et la station de traitement des lixiviats (liquides émanant des déchets),
- D'un réseau de voiries (bitumé) qui relie l'ensemble des éléments composant la décharge,
- D'une couche de terre en fin d'exploitation pour la réhabilitation avec une nouvelle végétation.

Une décharge comprend une surface de stockage de plusieurs dizaines d'hectares composé de casiers, indépendants, sur le plan hydraulique, constitué d'alvéoles, dans lesquelles sont entreposés les déchets, dont la hauteur doit être déterminée de façon à ne pas dépasser la limite de stabilité des digues.

En pratique, les casiers ont fréquemment des surfaces maximales allant de 5000 m² pour une petite décharge à 1,5 ha pour une grande décharge. Les casiers sont entourés de digues étanches et l'ensemble des casiers est entouré d'une digue périphérique pouvant avoir des pentes internes de 2/1 et des pentes externes de 3/1.

Les déchets sont entreposés dans un lieu confiné, sans échange avec les milieux environnant (eaux souterraines, sol et atmosphère) : Cf. schéma ci-dessous.

Figure 5 : Coupe schématique d'un casier de décharge



Entre le stockage des déchets et ces différentes infrastructures, des dispositifs de sécurité sont aménagés sous forme de «barrières», passives et actives pour assurer une meilleure protection du sol et des ressources locales : Cf. schéma ci-dessous.

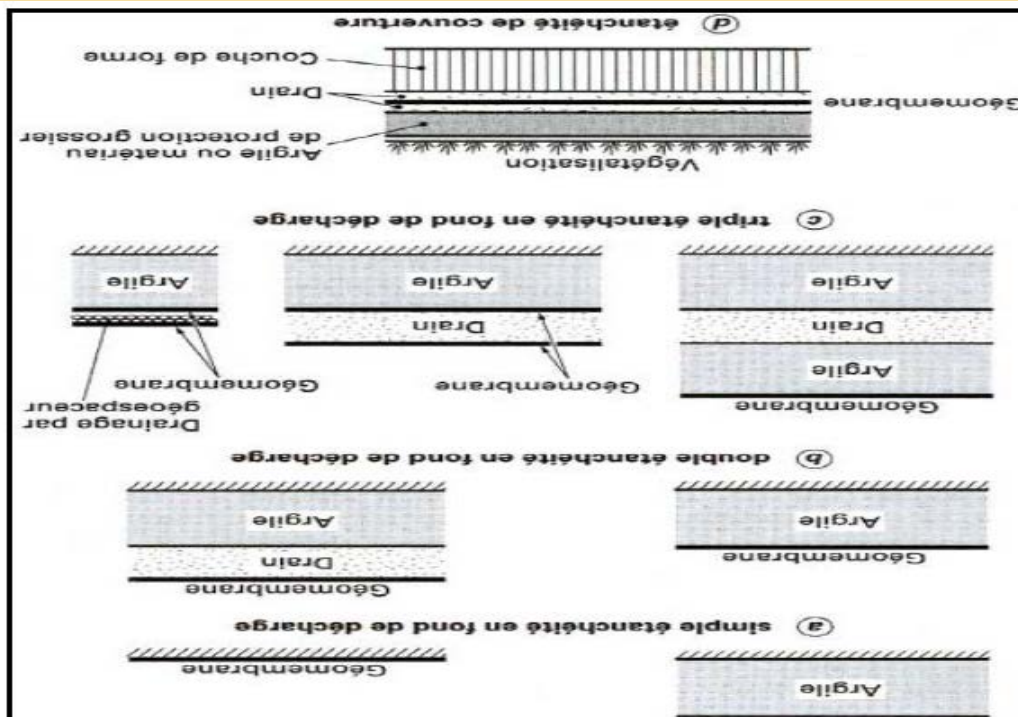


Figure : Différentes combinaisons et structures d'étanchéité d'une décharge (Bordes, 1995)

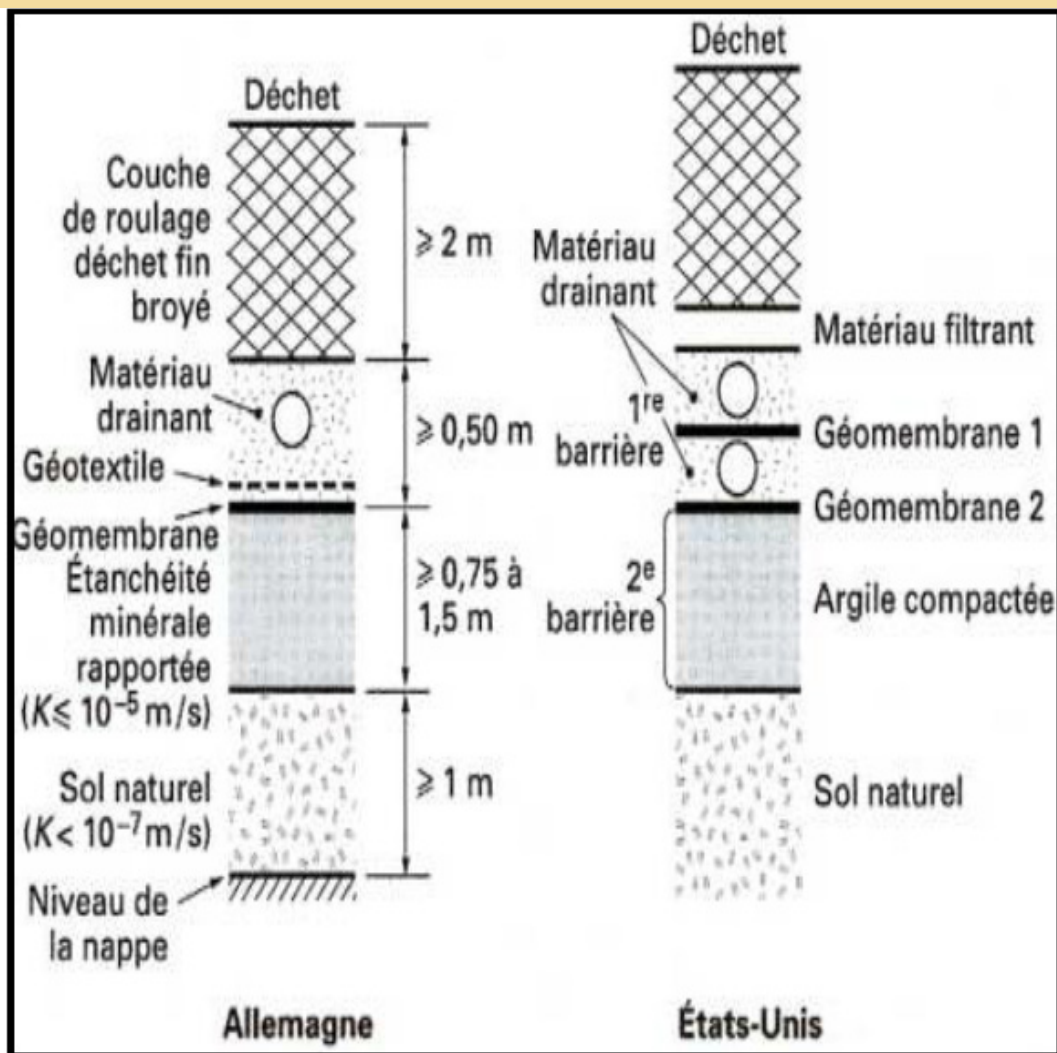


Figure 6 : Etanchéité de fond de la décharge, Bordes 1995

Une décharge est généralement conçue pour une durée de 20 à 30 ans. Les émissions de biogaz doivent également être collectées pour maintenir le massif de déchets en dépression.

Il est également possible d'installer un centre de tri au niveau d'une décharge ou d'autres filières /plateformes de traitement et de valorisation des déchets.

Ceci permettra :

- La réduction des volumes de déchets à enfouir;
- La valorisation des fractions récupérables à partir des déchets;
- L'amélioration de la qualité des lixiviats qui devront être traités (en l'absence de piles, batteries et métaux récupérés, les lixiviats seront moins chargés en polluants dangereux et donc plus faciles à traiter).

Lors de la conception d'une décharge contrôlée, les éléments suivants doivent être bien définis:

- Programme (planning) d'exploitation : procédure d'admission des déchets, mode d'exploitation des casiers et éventuellement du centre de tri, mode de fermeture de chaque casier, mode d'exploitation et contrôle de la station de traitement des lixiviats, captage et évacuation des biogaz, calendrier d'exploitation ;
- Equipements nécessaires au fonctionnement de chaque élément du projet ;
- Durée de vie de la décharge : durée de vie unitaire pour chaque casier prévu, et cumulée pour l'ensemble du site ;
- Programme de fermeture de la décharge et son intégration dans son environnement ;
- Programme de contrôle et surveillance de la décharge après sa fermeture : contrôle des étanchéités et du fonctionnement des systèmes de drainage, contrôle des biogaz, contrôles de la stabilité des ouvrages...etc.

2.2. Lixiviats

L'exploitation des casiers génère des lixiviats. Ce mécanisme est la conséquence de deux phénomènes :

- Durant les épisodes pluvieux, l'eau s'infiltré à la surface des déchets et percole gravitairement vers le fond du casier en se chargeant biologiquement et chimiquement au contact des déchets ;
- Le compactage mécanique des déchets lors de leur mise en place dans le casier va abaisser leur teneur en eau par re-largage d'eau libre. Au Maroc, la teneur en eau des déchets pouvant dépasser 75%, ce mécanisme est considéré comme prépondérant dans la génération d'effluents liquides notamment si la couverture des déchets et le drainage des eaux superficielles sont correctement réalisés par l'exploitant. Ce phénomène est important aussi dans la phase de collecte au niveau de la benne de stockage. Ainsi, la plupart des camions de collecte sont équipés d'un dispositif de récupération et stockage de ce lixiviats. Afin de ne pas le déverser dans les casiers, il faut prévoir un dispositif de purge des camions après le passage sur le pont bascule et avant le vidage dans les casiers ou le centre de tri. Ce dispositif est directement relié au réseau de collecte gravitaire des lixiviats.
- Les effluents liquides collectés à la base des casiers sont ensuite acheminés dans la mesure du possible gravitairement (pas de pompage actif qui génère des problèmes de maintenance et de fiabilité), par un dispositif de collecte, vers une station afin d'être traités.

2.2.1 Réseau de collecte et de drainage

Dispositif de Drainage en fond de casier

Les lixiviats sont collectés par un drainage, disposé au fond des casiers sur le complexe d'étanchéité et dans des tranchées de drainage qui pourront avoir les caractéristiques suivantes :

- Profondeur 0,5 m,

- Largeur en fond 0,5 m,
- Ouverture en tête 1,5 m
- Tube drain PEHD PN 10 diamètre 200 mm à 315 mm fendu sur les 2/3 supérieur posé en fond de tranchée et enrobé dans un massif de gravier lavé non calcaire de granulométrie 20/40 mm à raison de 0,5 m³ de gravier par mètre linéaire de drain.

Ces tranchées de drainage sont installées en pied de digue périphérique des casiers et le long des diguettes de séparation des alvéoles uniquement pour les diguettes qui recourent le sens d'écoulement des lixiviats.

Puits de drainage vertical

Les déchets étant très organiques et avec une forte teneur en eau, leur perméabilité est bien moins importante que celle rencontrée dans les déchets européens ou nord américain. Aussi, l'infiltration verticale des lixiviats n'est pas favorisée et le dispositif de drainage installé au fond des casiers ne pourra pas capter le lixiviat des couches supérieures de déchets notamment lorsque l'épaisseur du massif de déchets dépasse 3 à 5 mètres. On assistera alors à des phénomènes de migration horizontale et de ruissellement des lixiviats à la surface de la zone de stockage.

Pour améliorer la perméabilité verticale du massif de déchets et diriger les flux de ruissellement de lixiviats vers le dispositif de collecte/drainage de fond, il faut prévoir la mise en place de plusieurs puits de drainage vertical par casiers.

Chaque puits doit être ancré et raccordé à sa base au massif de drainage de fond de casier et devra être monté progressivement au fur et à mesure du remplissage du casier de manière à ce que le puits puisse constituer en permanence un point d'évacuation vers le réseau de drainage de fond des lixiviats qui ruissellent latéralement ou en surface de la zone de stockage des déchets.

Ces puits pourront avoir les caractéristiques suivantes :

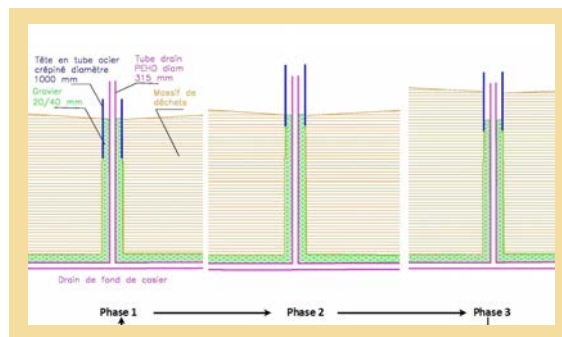
- Au centre : tube drain en PEHD diam 315 mm et perforé sur tout le pourtour ;

- Autour du tube, sur 30 cm d'épaisseur : massif de gravier lavé non calcaire de granulométrie 20/40 mm, ce qui portera le diamètre total du puits à plus de 900 mm.

Leur mise en œuvre se fera à l'avancement de l'exploitation à l'aide d'une tête en tube acier qui sera remonté au fur et à mesure de l'élévation du niveau des déchets de manière à ce que la tête de puits dépasse toujours le niveau des déchets (cf. croquis ci-dessous).

Chaque casier sera équipé de plusieurs puits de drainage verticaux qui sont en définitive des puits mixte biogaz/lixiviats, car ces puits draineront également du biogaz en plus du lixiviat.

Figure 7 : Exemple de croquis représentant les 3 principales phases mise en œuvre d'un puits



Réseau de collecte

Dans la mesure du possible, les fonds de casiers doivent être terrassés de manière à ce que le lixiviat puisse être drainé et évacué gravitairement, sans pompage, au point bas de chaque casier via une ou plusieurs conduites. Cet écoulement gravitaire facilite l'exploitation et limite les risques de débordement et de percolation du lixiviat vers le milieu extérieur.

Ces conduites d'évacuation qui traversent le complexe d'étanchéité et la digue périphérique du casier de stockage doivent être en PEHD de manière à pouvoir résister aux caractéristiques chimiques du lixiviat. Leur diamètre devra être surdimensionné pour pouvoir

assurer l'évacuation du flux de lixiviats même en cas de réduction de son diamètre dû au colmatage inéluctable des conduites sous l'effet du lixiviats.

Les conduites de gros diamètre qui sortent des casiers sont ensuite en général connectées à un bassin de stockage. Ensuite les lixiviats sont transférés de ce bassin vers la station de traitement des lixiviats via une station de pompage et une conduite forcée.

Regard de raccordement

Chaque conduite doit être raccordée au collecteur principal au moyen d'un regard de raccordement en PEHD et visitable permettant de vérifier le bon fonctionnement du collecteur pendant la période d'exploitation du casier et le ringardage du collecteur (par hydrocurage par exemple).

2.3. Biogaz

2.3.1. Formation du biogaz

Chaque fois qu'il y a un dépôt de déchets biodégradables (déchets organiques, papiers, cartons...) dans une décharge publique, et après épuisement de l'oxygène (processus anaérobie) il y a génération de gaz constitué essentiellement de mélange de gaz inflammable et asphyxiant à savoir le méthane (CH_4 , 50 à 60%) et le dioxyde de carbone (CO_2 , 30 à 40%).

Cette génération se fait par activité microbienne (agent bactérien). Ces gaz sont dangereux aussi bien pour l'homme que pour l'environnement. En effet leurs effets néfastes se divisent en deux échelles :

Impact local :

Le méthane peut causer des incendies ou des explosions quand la concentration en volume dans l'air dépasse 5% (limite inférieure d'explosion), il peut aussi détériorer la végétation.

Impact Global

Comme le gaz carbonique, le méthane est connu comme étant un gaz à effet de serre impliquant ainsi l'augmentation de la température de la terre. On sait

aujourd'hui que le méthane contribue de 20% aux récentes augmentations de la température du globe.

En outre, les décharges publiques sont connues pour être l'une des principales ressources de méthane. Il ressort de tous cela que les sites de dépôts de déchets organiques doivent être impérativement évalués et contrôlés.

Il est donc nécessaire d'installer un système de contrôle et de pilotage afin de prévoir une éventuelle migration incontrôlée de gaz.

Notons qu'une tonne de déchets biodégradables peut générer, selon les conditions du site, jusqu'à 500 m³ de gaz dont 50 à 60% est constitué de méthane.

Plus de détails techniques et définitions sur la formation du biogaz et la biométhanisation sont données en annexe 4.

2.3.2. Réseau de captage du biogaz

Le biogaz qui contient 30 à 60% de méthane est explosif, inflammable et génère un effet de serre bien plus important que le CO₂ (un kilogramme de méthane (CH₄) a un potentiel de réchauffement global (PRG) sur 100 ans, 23 fois supérieur à un kilogramme de dioxyde de carbone). Il doit être drainé et collecté pour assurer la mise en sécurité du site et la préservation de l'environnement (effet de serre, mauvaises odeurs).

Ce drainage et cette collecte doivent être assurés par l'intermédiaire :

- Du réseau de drainage et de collecte des lixiviats et notamment via les puits de drainage vertical du lixiviats ;
- D'un réseau de puits de collecte dédié uniquement au biogaz et forés à l'avancement sur le massif de déchets un fois la couverture finale mise en place

Le rayon d'action d'un puits de captage est estimé à 20 m.

Le réseau de collecte comprend en général :

- les têtes de puits étanches sur les puits mixtes biogaz/lixiviats et sur les puits dédiés au biogaz seul,

- Le raccordement des têtes de puits au dispositif de traitement via un réseau aérien de tube PEHD posé sur la couverture des déchets.

Au démarrage de l'exploitation, compte tenu des faibles quantités de biogaz en jeu, le dispositif de traitement est en général composé d'un dispositif d'aspiration et d'une torchère permettant le brûlage et l'élimination du biogaz dans des conditions sécurisées et saines pour l'environnement.

Figure 8 : Photos du réseau de collecte de biogaz



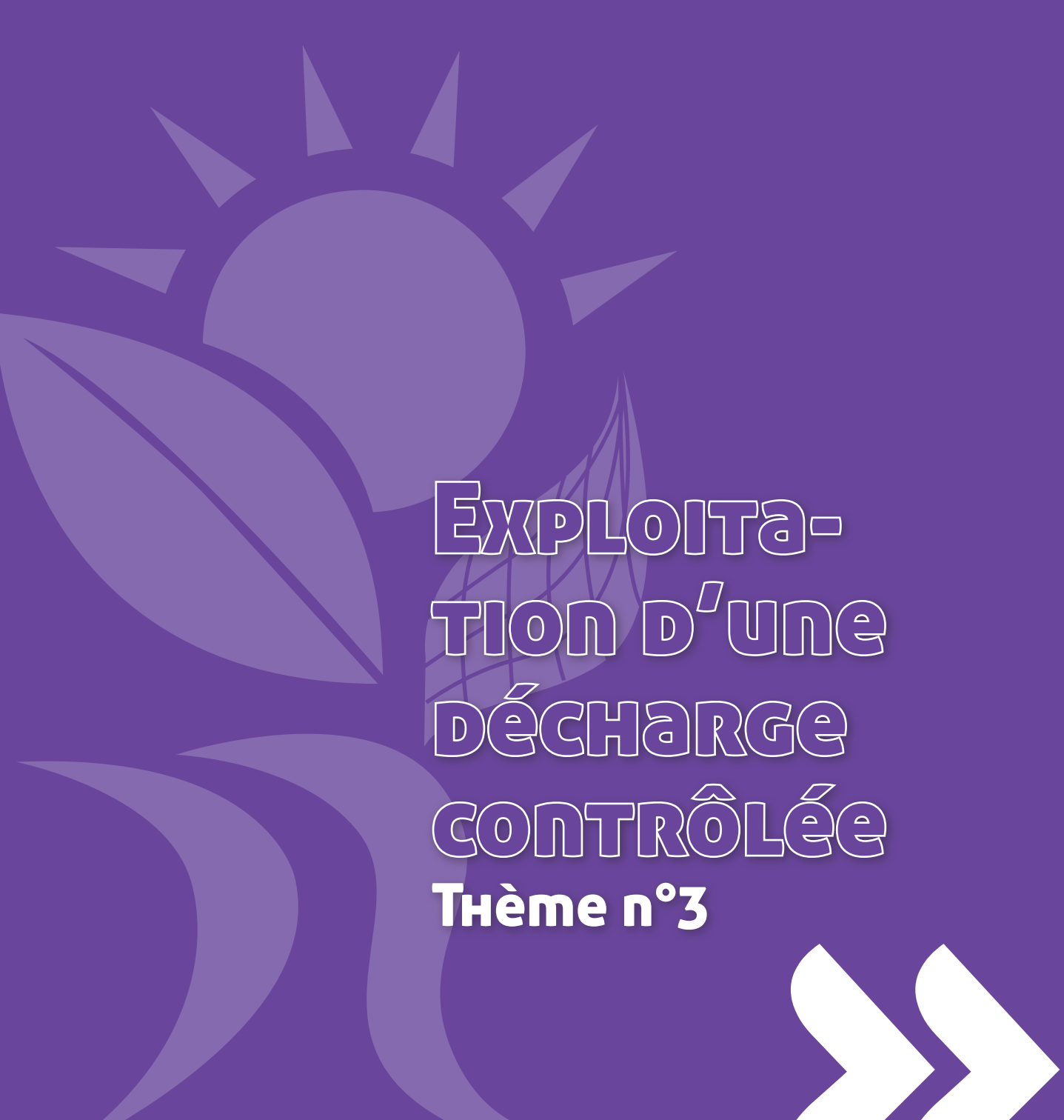
Tête de puits étanche raccordé au réseau de collecte du biogaz



Réseau de collecte du biogaz reliant les puits à la torchère



Dispositif d'aspiration et torchère

A stylized graphic in shades of purple and white. It features a sun with triangular rays at the top, and several large, overlapping leaves or petals below it. The background is a solid purple color.

EXPLOITA- TION D'UNE DÉCHARGE CONTRÔLÉE

Thème n°3



1. RÉCEPTION ET CONTRÔLE DES DÉCHETS À ENFOUIR

Conformément à la loi 28-00, la décharge classe I devrait recevoir les déchets ménagers et assimilés.

Liste des déchets admissibles dans une décharge contrôlée de classe I selon la loi 28/00

- Ordures ménagères
- Papiers, cartons, plastiques, verres, textiles...
- Déchets verts (élagage, de jardin, parc...)
- Déchets organiques (boyaux naturels, algues, refus de compostage, refus de pâte à papier...)
- Produits agroalimentaires périmés, coquilles d'œuf
- Encombrants
- Déchets du nettoyage public (balayage, désherbage...)
- Déchets inertes non contaminés de construction ou de démolition (terre, gravats...) – uniquement pour les besoins d'exploitation
- Boues organiques (STEP, curage du réseau d'assainissement, fosse septique) ne contenant pas de métaux lourds ni d'hydrocarbures et avec une teneur en eau inférieure à %70

Et d'une façon générale tous les déchets ménagers et assimilés

Liste des déchets interdits dans une décharge contrôlée de classe I selon la loi 28/00

- Déchets hospitaliers, médicaux et pharmaceutiques
- Déchets liquides (siccité < %30)
- Déchets Industriels
- Déchets agricoles
- Déchets radioactifs
- Déchets dangereux : inflammables, explosifs ou non refroidis corrosif, comburant ou toxiques
- Pneumatiques usagés
- Déchets contenant plus de 50mg/kg de PCB

et d'une manière générale tout déchet dangereux définis dans le Catalogue Marocain des Déchets (cf. décret n°2-07-253 du 18/07/2008)

Cependant, en l'absence de site de classe 2 (selon la loi 28/00) à proximité de la zone de production de déchets et sous réserve d'une procédure d'acceptation spécifique et d'éventuels aménagement spécifiques, les déchets suivants peuvent également être admis sur les sites de classe 1 :

- Pneumatiques usagés (sous conditions d'utilisation, de besoin et d'adéquation pour l'aménagement des casiers) ;
- Certains déchets industriels banals ;
- Certains déchets agricoles non dangereux ;
- Certains déchets hospitaliers, médicaux et pharmaceutiques non dangereux.

En vue de vérifier l'admissibilité d'un déchet à enfouir et avant toute admission, l'exploitant de la décharge doit demander au producteur du déchet une information préalable sur la nature de ce déchet.

Cette demande d'information doit être formalisée par écrit et peut prendre la forme d'une fiche selon le modèle ci-dessous (modèle élaboré dans le cas où l'exploitation de la décharge publique est confiée à un délégataire dans le cadre d'un marché de gestion déléguée) :

Figure 9 : Fiche de contrôle d'admission des déchets

ENREGISTREMENT		Système de Management Environnemental
INFORMATION PREALABLE A L'ACCEPTATION DE DECHETS (IPAD)		
PRODUCTEUR		
Raison Sociale, adresse et coordonnées		Adresse du site de production des déchets
N° patente		Interlocuteur :
Activité		Téléphone :
		Fax :
DECHET		
Nom usuel du déchet :		
Origine (Processus de production du déchet) :		
Principaux constituants du déchet :		
Destination : <input type="checkbox"/> Centre de tri <input type="checkbox"/> Plate-forme compostage <input type="checkbox"/> Décharge contrôlée directement		
Quantité prévisionnelle (tonnage par jour, semaine ou mois) : T		
Fréquence d'apport (nbre de voyage/j, semaine ou mois) :		
Etat Physique : <input type="checkbox"/> Solide <input type="checkbox"/> Liquide <input type="checkbox"/> Pâteux <input type="checkbox"/> Boueux <input type="checkbox"/> Pulvérulent Autre :		
Odeur : <input type="checkbox"/> Nauséabonde <input type="checkbox"/> Forte <input type="checkbox"/> Moyenne <input type="checkbox"/> Faible <input type="checkbox"/> Aucune		
Couleur (Si homogène): <input type="checkbox"/> Couleur Multiple		
OPERATEUR		
Raison Sociale :		Interlocuteur :
		Téléphone :
		Fax :
TRANSPORTEUR*		
Raison Sociale :	Conditionnement	Type de Véhicules
	<input type="checkbox"/> Vrac	<input type="checkbox"/> Semis Fma
Adresse :	<input type="checkbox"/> Compacté	<input type="checkbox"/> Semis Benne
Interlocuteur :	<input type="checkbox"/> Big Bag	<input type="checkbox"/> Camion à Bras
Téléphone :	<input type="checkbox"/> Palette	<input type="checkbox"/> Camion à Chaîne
Fax :	Autre :	Autre :
PRODUCTEUR	DELEGATAIRE	AUTORITE DELEGANTE
Nom :	Nom :	Nom :
Date :	Date :	Date :
Signature	<input type="checkbox"/> Accepté <input type="checkbox"/> CAP <input type="checkbox"/> Refusé	<input type="checkbox"/> Accepté <input type="checkbox"/> Refusé
	Valable jusqu'au : Fiche IPAD N° : Motif du refus :	Jusqu'au : Motif du refus :
Cachet :	Cachet et signature :	Cachet et signature :

A la réception de cette fiche, sur la base de la liste des déchets admissibles et interdits figurant ci-après, l'exploitant peut émettre un pré-jugement sur la possibilité de recevoir les déchets à la décharge.

Pour les déchets non mentionnés sur ce listing et pour lesquels une acceptation peut quand même être délivrée, l'exploitant devra demander des analyses et informations complémentaires.

Sur la base des résultats présentés, un Certificat d'Acceptation Préalable (CAP) valable un an maximum pourra être délivré. Ce certificat donne le droit d'accès à la décharge pour ce déchet sous réserve de respecter des consignes et modalités spécifiques à ce déchet.

Une fois l'acceptation prononcée, la fiche approuvée est retournée au producteur et les livraisons peuvent avoir lieu.

A chaque livraison de déchets l'exploitant réalise ensuite les actions suivantes :

- Vérification du port par le chauffeur et les accompagnants éventuels des équipements de protection individuelle obligatoires (chaussures de sécurité, gilet réfléchissant et gants) ;
- Vérification de l'existence d'une information préalable ou d'un certificat d'acceptation préalable pour le déchet livré ;
- Contrôle visuel de la nature du déchet ;
- Délivrance d'un accusé de réception écrit (ticket de pesée) pour chaque livraison admise sur le site.

Le tonnage de déchets livrés doit être calculé par double pesée du camion (différence entre le poids du véhicule à l'entrée du site et le poids du véhicule en sortie, après dépotage).

L'ensemble de ces informations doit faire l'objet d'un bon de réception, remis au chauffeur à la sortie du site, attestant de la prise en charge des déchets.

2. FLUX DES DÉCHETS ET MOUVEMENTS DES ENGIN

Au vu des premiers contrôles et de la fiche d'acceptation, l'agent d'accueil installé au niveau du pont bascule doit indiquer au chauffeur le lieu de dépotage. L'agent d'accueil est en contact permanent avec la personne en charge du contrôle des opérations de déchargement au niveau du lieu de vidage des déchets (centre de tri ou alvéole en cours d'exploitation).

L'accueil doit donc avoir la possibilité de signaler au contrôleur tout chargement suspect nécessitant un contrôle approfondi.

Tout véhicule suspect doit être retenu sur le site pour la durée du contrôle. La non-conformité des déchets entraîne leur reprise immédiate par le chauffeur et donne lieu à un procès-verbal de non-conformité à l'attention du producteur du déchet.

Toutes les données relatives au contrôle des déchets doivent être archivées sous format informatique, un bilan doit en être dressé mensuellement et doit faire l'objet d'un rapport transmis aux autorités chargées du contrôle (Wilaya, Commune, Délégation Régionale du Ministère de l'Energie, des Mines de l'Eau et de l'Environnement).

Le déplacement des camions venant livrer les déchets doit être limité au maximum et encadré de manière à :

- Eviter tout risque de collision avec les engins d'exploitation du site ;
- S'assurer que les déchets sont déversés à l'endroit souhaité

3. EXPLOITATION DES INFRASTRUCTURES DE STOCKAGE DES DÉCHETS

3.1. Principe de gestion des casiers et alvéoles

La gestion des casiers et alvéoles d'une décharge contrôlée répond à plusieurs impératifs :

3.1.1. Gestion prévisionnelle du vide de fouille disponible

Un site bien géré a toujours devant lui, **au moins une**

année d'exploitation assurée en termes d'alvéoles équipées. Il est par contre souvent contre-productif d'équiper trop à l'avance des alvéoles car elles sont susceptibles d'être dégradées par toutes sortes d'événements naturels ou autres.

En effet, une alvéole équipée trop à l'avance :

- Risque de se détériorer rapidement à cause des intempéries (ravinement des terrassements, dégradation du complexe d'étanchéité, dégradation des géotextiles au contact des UV, colmatage du réseau de drainage par le ruissellement de fines...);
- Complique la gestion des eaux et des lixiviats avec des surfaces étanches importantes générant d'important ruissellement en cas de précipitations

3.1.2. Atténuation maximale des nuisances

Pour limiter les nuisances au maximum, il faut éviter d'avoir des surfaces d'exploitation trop importantes.

En effet, si la surface est trop grande, ceci a des conséquences sur :

- La production en période pluvieuse de lixiviats ;
- La possibilité d'envols d'éléments légers ;
- La dispersion de mauvaises odeurs.

Par ailleurs, le compactage est plus difficile à mettre en œuvre sur de grande surface. Or, c'est la qualité du compactage qui permet d'optimiser le vide de fouille disponible, de stabiliser le massif de déchets, de limiter les envols, de diminuer la production d'odeurs, d'empêcher la propagation des incendies.

3.1.3. Réaménagement à l'avancement

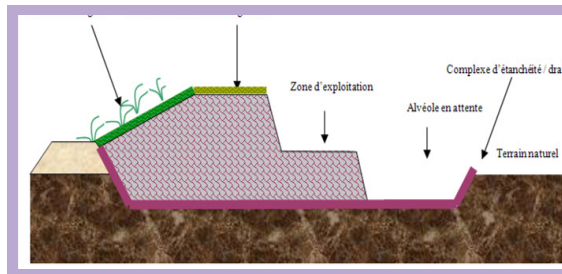
La nécessité de réintégrer au plus vite le site dans son environnement naturel et l'optimisation des travaux conduisent à préconiser un réaménagement à l'avancement.

Il faut donc prévoir de réaménager les alvéoles saturées simultanément à la création de nouvelles alvéoles. Ceci permet d'optimiser les travaux de terrassement en une

seule opération déblais / remblais sans reprise :

les déblais issus de la création des alvéoles servent à la couverture des alvéoles saturées.

Le site exploité selon ces principes aura donc très rapidement l'aspect suivant :



3.2. Aménagement des casiers et alvéoles de stockage

La zone de stockage doit être conçue et aménagée de manière à répondre aux 6 impératifs suivants :

1. Protection des eaux souterraines et du sous-sol par mise en place d'un complexe étanche en fond de casier et sur les talus terrassés sous le niveau du terrain naturel. Au Maroc, la mise en place de ce complexe étanche est une obligation réglementaire mais il n'existe pas encore de prescriptions réglementaires précises quant à ses caractéristiques et ses modalités de mise en œuvre. A minima, et si le site retenu pour l'implantation de la décharge ne présente pas de sensibilité majeure aux eaux souterraines (site implanté sur des terrains marneux ou argileux avec des eaux souterraines absentes ou à plusieurs centaines de mètres de profondeur et non exploitées), l'étanchéité en fond de casier peut être assurée par une couche de 50 cm de matériau ayant une perméabilité inférieure à 10^{-9} m/s ou par un complexe géosynthétique équivalent.

2. Découper la zone de stockage en casiers eux même découpés en alvéoles de manière à ce que les eaux pluviales propres qui s'écoulent sur les zones non encore exploitées ne rentrent pas en contact avec les déchets et ne viennent pas augmenter d'une manière

importante le volume de lixiviats. Pour cela, le site peut être découpé en casiers de 5 à 10 ha environ et chaque casier sera constitué d'alvéoles de 1 à 2 ha maximum.

3. Optimisation du volume de stockage du site et équilibre des remblais/déblais : afin de profiter au maximum de la capacité du site, il faut prévoir d'excaver le fond des casiers tout en cherchant à équilibrer le volume de déblais avec les besoins en remblais pour l'aménagement et l'exploitation de la décharge.

4. Intégration paysagère : la côte finale de remplissage des casiers ne doit pas être trop haute par rapport au modelé et à la géographie des environs du site. De plus les pentes des talus externes de digue ne doivent pas être trop raides pour pouvoir être stabilisée, végétalisées et ne pas créer un effet d'écran trop important. Au global il ne faut pas que l'enveloppe externe de la zone de stockage ne présente un profil moyen de pente supérieure à 3H/1V.

5. Stabilité du massif de déchets et de la couverture finale : afin d'éviter tout glissement du massif de déchets tout en assurant le drainage des lixiviats, le fond des casiers ne doit pas avoir une forte pente (10 à 15% maximum) et le massif de déchets doit être bloqué en point bas par une digue de pied constituée de remblais compactés. Pour assurer la stabilité de la couverture finale, l'enveloppe extérieure des dépôts aura un profil global à 3H/1V. La stabilité globale de la zone de stockage ainsi aménagée doit être étudiée et vérifiée au cas par cas selon le modèle du terrain, la nature des déchets, la nature géotechnique du sol et du sous-sol du site.

6. Drainage gravitaire des lixiviats vers la zone de traitement de manière à éviter tout pompage actif pour extraire le lixiviats des casiers et limiter ainsi la charge hydraulique en fond de casier. Afin de permettre cet écoulement gravitaire, les fonds de casiers doivent être équipé d'un niveau de drainage sur le complexe d'étanchéité et présenter une pente minimale de 1,5 à 2%. Ce complexe de drainage pourra être constitué d'une couche de 50 cm d'épaisseur de gravier lavé non calcaire de granulométrie 20/40 mm ou par un géotextile

de drainage équivalent. En effet, les matériaux non lavés risquent de colmater le réseau de drainage et les matériaux calcaires se dégradent facilement au contact du lixiviats. La granulométrie de 20/40 mm est un compromis entre la capacité de drainage et la capacité de filtration du gravier. Cependant, la granulométrie et l'épaisseur de la couche drainante et l'utilisation ou non d'un géotextile de drainage doivent être étudiés et adaptés à chaque cas en fonction de la configuration du site et des matériaux disponibles. Les drains et conduites collectant le lixiviats au niveau des points bas doivent avoir une pente minimum de 1 %.

3.3. Enfouissement des déchets

Les déchets arrivant dans les alvéoles de stockage proviennent des camions de collecte ou des camions de transfert en provenance d'un centre de tri ou d'un centre de transfert, et les déchets sont vidés au niveau d'un quai de vidage ou d'une plate-forme.

Le déversement des déchets ne doit pas s'effectuer à une hauteur supérieure à 5 m (hauteur maximum de l'alvéole) et doit faire l'objet d'un contrôle visuel. Les déchets déversés au niveau du quai ou de la plate-forme, sont ensuite repris par le bulldozer, et régalés sur le casier.

Au moment du régalage, une attention toute particulière doit être accordée au mélange des déchets de natures différentes.

Ce mélange permettra d'augmenter l'efficacité du compactage (mélange des déchets humides avec des secs ; mélange de déchets à forte teneur en vide avec des déchets à fine granulométrie) et de diminuer les nuisances (mélange de déchets légers avec des déchets humides ou pâteux ; mélange de déchets odoriférants, comme ceux de poisson, avec des déchets absorbants).

Une fois régalés par couche d'épaisseur égale à 50 cm, les déchets sont soumis à plusieurs passes croisées (en forme de croix) de l'engin de compactage. Les conducteurs doivent être formés afin d'éviter des passes successives croisées à angle droit, qui entraînent une légère perte d'efficacité.

En situation de plan incliné, le compactage est effectué en montant.

A noter qu'au Maroc, compte tenu de la forte humidité et de la forte teneur en matière organique des déchets, il est préférable d'utiliser un bulldozer pour la mise en œuvre et le compactage des déchets ménagers dans le casier et non pas un compacteur à pieds de mouton car la pression induite par les compacteurs à pieds de moutons est trop forte pour ce type de déchets ce qui génère rapidement une boue dans laquelle le compacteur perd toute sa motricité et son efficacité.

Le bulldozer du fait de la répartition de sa charge sur toute la surface de ses chenilles applique une plus faible pression qui permet le compactage du déchet mais sans le dégrader sous la forme d'une boue.

Cela permet au bulldozer d'être en définitive bien plus efficace qu'un compacteur à pieds de mouton.

De plus le bulldozer est un engin beaucoup plus polyvalent et il pourra intervenir efficacement pour effectuer les travaux de couverture et de terrassement des casiers en plus de son travail de mise en œuvre des déchets.

La nature des déchets (notamment leur teneur en eau), le choix de l'engin de compactage (notamment son poids et la largeur des chenilles pour un bulldozer), la formation des conducteurs d'engins et la rigueur de la méthodologie employée doivent permettre d'atteindre une densité moyenne des déchets de 0.9 à 1 tonne/m³.

Figure 10 : Engins de compactage des déchets



Compacteur à pied de moutons

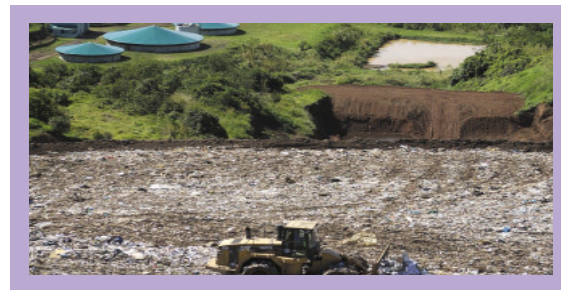


Tracteur à chaîne (bulldozer)

Quotidiennement, à la fin du service, les déchets une fois mis en couches minces et compactés doivent être couverts provisoirement par une couche de matériaux de 10 à 20 cm d'épaisseur ou par un système synthétique de bâches.

Cette couverture provisoire journalière permet de limiter la propagation des mauvaises odeurs, l'envol des déchets, la prolifération d'animaux, la production de lixiviats en période pluvieuses.

Ainsi, durant l'exploitation, la quantité de matériaux nécessaire à la couverture doit toujours être disponible à proximité du casier. D'autre part, cette réserve de matériaux pourra être utilisée pour étouffer tout éventuel démarrage de feu.



Si dans le plan d'exploitation des zones ou alvéoles partiellement remplies de déchets doivent être mises en attentes (arrêt d'exploitation sur ces zones pendant plusieurs semaines ou plusieurs mois), alors ces zones doivent être couvertes par une couche de matériaux plus importante (50 cm d'épaisseurs au moins) afin d'assurer un meilleur confinement et une meilleure tenue dans le temps que les découvertures quotidiennes.

3.4. Réaménagement final

Les alvéoles ayant atteint la côte de remplissage maximum doivent faire l'objet d'un réaménagement final bien plus conséquent que les couvertures temporaires mentionnées auparavant.

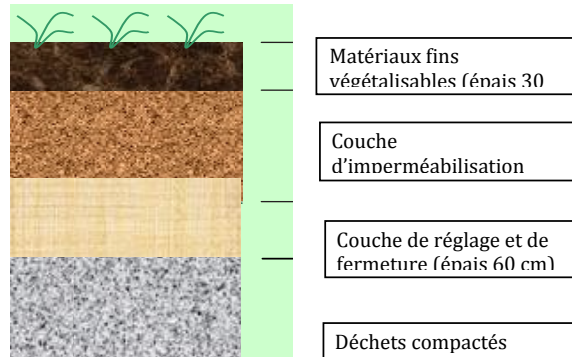
L'objectif du réaménagement final est triple :

- Assurer le confinement des déchets par la mise en place d'une couverture finale peu perméable. Les entrées d'eau à l'intérieur de la masse de déchets sont donc limitées et la production de lixiviats en est d'autant plus réduite. Elles sont cependant suffisantes pour ne pas freiner la dégradation des déchets et la production de biogaz ;
- Laisser un site qui s'intégrera bien dans le paysage. Dans ce but, l'ensemble des zones exploitées sera végétalisé en cohérence avec les espèces locales et le climat. De plus, les pentes du sommet du dôme final sont dimensionnées (3 à 10 %) pour favoriser le ruissellement sans générer un risque d'érosion important ;
- Garantir un devenir à long terme du site compatible avec la présence de déchets.

La couverture finale est une structure multicouche qui peut se décomposer de bas en haut comme suit (Cf. croquis ci-après):

- Les déchets compactés par des couches horizontales de 0,3 à 0,5 m d'épaisseur ;
- Une couche de réglage et de fermeture des déchets constituée de matériaux inertes issus des terrassements du site, d'une épaisseur de 0,6 m ;

- Une couche d'imperméabilisation de 1 m d'épaisseur constituée de 2 couches de 50 cm de marnes argileuses compactées ou d'un autre matériau imperméable ;
- Une couche de matériaux fins végétalisables issus du décapage du site, d'une épaisseur de 0,3m;
- Une végétalisation et un amendement de surface ;



La végétation sera constituée d'espèces locales xérophiles, inféodées au milieu avec notamment :

- Un système racinaire superficiel et développé permettant de limiter les risques d'érosion de la couverture ;
- Une bonne résistance à la sécheresse. En effet, la couverture finale est conçue pour écarter le plus rapidement possible les eaux pluviales de la zone d'exploitation. La seule réserve d'eau disponible pour la végétation sera constituée par la capacité de rétention de la couverture finale.

L'objectif ultime étant de rendre l'espace à la nature par reconstitution d'un biotope compatible avec les biotopes naturels environnants.

4. GESTION DU LIXIVIATS

4.1. Procédés de traitement

4.1.1. Caractéristiques du lixiviats

Au Maroc, les lixiviats contiennent une très forte charge organique (DCO à plus de 70 000 mg d'O₂/l et DBO₅ de 50 000 mg d'O₂/l) et des teneurs en sels importantes (conductivité de l'ordre de 40 000 µS/cm) alors que les métaux lourds sont relativement peu présents.

Figure 11: Photo d'échantillons de lixiviats brutprélevé sur un site de décharge au Maroc



4.1.2. Objectifs de traitement

Il n'existe pour le moment pas de normes ni de réglementation spécifiques quant aux objectifs de traitement des lixiviats et à la qualité du rejet des lixiviats traités. Ces objectifs de traitement et de qualité du rejet de lixiviats après traitement sont définis au cas par cas, à la lumière des résultats de l'étude d'impact sur l'environnement.

En première approche et en se référant aux valeurs de l'annexe III de l'arrêté français du 31/12/2011 article 1er-30 relatif aux critères minimaux applicables aux rejets d'effluents liquides, on peut considérer les objectifs de traitement figurant dans le tableau en annexe3.

Soit notamment un rendement de 99,3% sur la DCO, 99,8% sur la DBO₅ et 75 % sur la conductivité (cf. tableau ci-dessous).

Paramètres	Unité	Teneur dans les lixiviats bruts	Teneur en rejet après traitement	Rendement à prévoir pour atteindre cet objectif
DCO	mg d'O ₂ /l	70 000	500	99,29%
DBO ₅	mg d'O ₂ /l	50 000	100	99,80%
Conductivité	µS/cm	40 000	10 000	75,00%

4.2. Choix de la technique de traitement

Le choix de la technique de traitement est guidé par les données d'entrée, l'expérience de l'exploitant et la situation géographique du projet.

La qualité des lixiviats à traiter

Comme c'est le cas généralement dans les pays du Maghreb, le lixiviats des déchets marocains a une concentration de composés organiques élevée.

Cette concentration très importante le rend similaire à ce que nous connaissons en Europe sur des digestats issus de procédés de méthanisation de déchets organiques.

Ces digestats font partie des effluents les plus chargés communément rencontrés dans la gamme des effluents couramment traités en Europe.

Ces eaux se caractérisent par de :

- Fortes charges organiques (DCO et DBO₅) ;
- Forte charge d'azote sous forme ammoniacale ;
- Forte charge saline (chlorures et conductivité) ;
- Fortes charges de matières en suspension (MES) ;
- Présence d'hydrocarbures, fait nouveau par rapport aux digestats.

Les normes de rejet

L'analyse des normes de rejet permet de souligner les

points suivant :

- Le traitement organique doit être poussé étant donné les valeurs de DCO et DBO5 élevées,
- Le niveau de matières en suspension est faible en rejet et nécessite une séparation physique.
- La norme sur l'azote global implique un traitement complet de l'azote,
- La conductivité élevée impose une séparation des sels dans le système,
- Les sous-produits doivent être concentrés à %30 de siccité puisqu'il n'y a pas de possibilité de retourner les concentrats « simplement » sur le site. Ceci est une bonne mesure pour la pérennité du site puisque de nombreux sites en Europe ont connu des problèmes à cause de la recirculation de concentrats d'osmose inverse (problème de qualité de lixiviats de plus en plus chargés et de quantités à traiter de plus en plus importantes, de méthanisation du déchet stoppé...).

Les techniques de traitement possibles

Les techniques de traitement disponibles sont les suivantes :

Traitement biologique et son système de déshydratation ;

- Traitement physiques (dégrillage, membranes : ultrafiltration, osmose inverse...);
- Traitement physico chimiques : flottation, décantation... ;
- Traitement par adsorption sur charbon actif ;
- Traitement par évaporation : évapo-concentration, évapo-séchage,

Les applications principales sont récapitulées dans le tableau ci-dessous :

	Traitement Biologique	Osmose inverse	Évapo-concentration ou séchage	Adsorption	Physico chimique
DCO	+++	+++	+++	+++	+
DBO5	+++	+++	++	+++	+
NH4	+++	++	-	-	-
SELS	-	+++	+++	-	-
MES	+	+++	+++	+	+

Retour d'expérience

Le traitement biologique intensif type Bioréacteur à membranes accepte généralement mieux les variations de charge, produit moins de boues en excès et est plus compact. La biologie doit être réalisée dans des cuves profondes (7 à 8m de hauteur d'eau) pour optimiser le fonctionnement biologique et le rendement d'aération.

Le traitement par osmose inverse utilisé en direct sur le lixiviats est très encrassant et nécessite de nombreux lavages, ce qui serait d'autant plus le cas au Maroc du fait de la forte charge. Les concentrats qu'on en ressort sont en quantité importante et très chargés. Ils sont difficiles à traiter et s'ils sont recirculés trop longtemps sur le massif de déchets, ils peuvent augmenter significativement la quantité de lixiviats produits et impacter négativement la dégradation anaérobie du déchet.

L'évaporation en direct sur le lixiviats est également très encrassante.

L'osmose inverse comme l'évaporation est utilisée de préférence après un traitement biologique. Ces procédés sont alors beaucoup moins encrassants et plus performants.

L'évapo concentration est d'exploitation plus contraignante que l'évapo séchage.

Les techniques d'adsorption sont chères en termes de coût d'exploitation, il est recommandé d'en optimiser l'utilisation au maximum.

Solutions possibles

Hydrocarbures : Le traitement des hydrocarbures peut se faire par flottation.

Sels : Comme le montre le tableau, il y a le choix entre les procédés d'évaporation et d'osmose inverse. On favorisera une préconcentration par osmose inverse et une finition par évaporation pour des raisons d'économie. En effet, les techniques d'évaporation sont plus chères à mettre en œuvre sur de gros débits.

composantes suivantes : bioréacteur à membranes d'ultrafiltration, osmose inverse, gestion possible des concentrats par évaporation (procédé Evalix ou équivalent).

Pour l'évaporation, on favorisera l'évapo-séchage, plus « rustique » en exploitation.

Comme précisé dans le retour d'expérience, un prétraitement biologique devra être mis en place pour avoir des outils de traitement de finition exploitables dans de bonnes conditions et de façon pérenne.

Le choix technique qui découle de cette analyse aboutit à un procédé de traitement qui allie les différentes

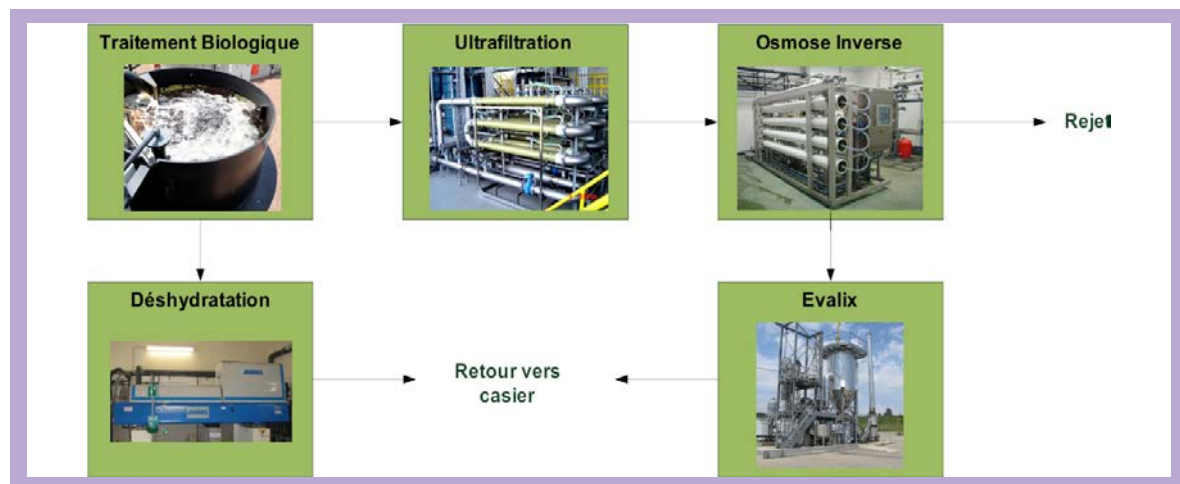


Figure 12 : Schéma des solutions préconisées pour le lixiviat Prétraitement

- Filtration des MES sur tamis rotatif ;
- Séparation des hydrocarbures sur flottation.

Traitement biologique

- Dégradation biologique de la fraction biodégradable des polluants carbonés (DCO, DBO, COT) ;
- Transformation de l'azote contenu dans les lixiviat sous forme d'ammonium en nitrates (NO₃) par nitrification, puis azote atmosphérique (N₂) par dénitrification. La biologie aura également un effet

sur les métaux lourds qui sont fixés sur les floccs biologiques.

Ultrafiltration

- Séparation des floccs biologiques et de l'eau interstitielle traitée ;
- Intensification du traitement biologique grâce aux membranes qui permettent de concentrer la biologie jusqu'à son optimum ;
- Rétention totale des MES qui permet d'optimiser le traitement de finition.

Osmose inverse

- Rétention des pollutions résiduelles avant rejet, notamment la DCO dite « dure » qui est la DCO réfractaire mais également les sels ;
- Production d'un concentrat (environ 30 à %45 des quantités d'entrée, fonction de la salinité entrante).

Charbon actif

- Le charbon actif est utilisé en by pass de l'osmose pour s'adapter sur les normes de rejet en DCO et dans la limite du seuil de conductivité. L'idée est de maximiser la quantité rejetée au milieu naturel. L'osmose rejette un effluent très pur en conductivité et en DCO. On peut donc mélanger l'effluent en sortie de biologie chargé en DCO dure et en sels au perméat d'osmose inverse pour arriver au final à la qualité de rejet requise sur le site. On peut avoir une limite en DCO, le rôle du charbon actif est d'écrêter l'éventuel surplus de DCO.

Evalix® ou équivalent

- Traitement thermique des concentrats (évaporation-séchage des lixiviats) à partir de la chaleur produite par la combustion du biogaz ;
- Pas de rejet gazeux : pas de rejet en azote ou éléments volatils grâce à la biologie en amont et la filtration en sortie de combustion ;
- Très peu de sous-produits qui peuvent retourner sur le site en bigbags ;
- Adaptation à une forte salinité par le doublement du séparateur.

Déshydratation :

Les boues biologiques en excès sont déshydratées pour être ramenées à 30% de siccité et permettre leur enfouissement sur le site (y compris chaulage).

4.3. Phasage et capacités du dispositif de traitement prévu

Compte tenu de l'augmentation au cours du temps des

volumes de lixiviats à traiter du fait de l'augmentation du tonnage de déchets frais entrant et de l'augmentation du volume stocké sur site, la capacité de la station devra elle aussi augmenter au cours du temps y compris le dispositif de pré-traitement biologique.

Par sécurité, le débit nominal de la station doit toujours être au moins 20% supérieur au débit de lixiviats produit.

5. VALORISATION DU BIOGAZ

La valorisation du biogaz consiste à utiliser l'énergie produite par sa combustion. Cette valorisation nécessite une quantité minimale de biogaz et est de ce fait envisageable à partir de la 3^{ème} ou 4^{ème} année d'exploitation du site mais pas dès le démarrage.

Le biogaz n'est alors plus un polluant mais un combustible.

L'utilisation du biogaz pour le traitement des concentrats via le dispositif d'EVALIX ou un système équivalent est une première valorisation possible.

En complément à cette valorisation, en fonction du contexte particulier à chaque site une valorisation complémentaire du biogaz peut-être mise en place. Mais avant sa mise en place un certain nombre d'études et de mesures doivent être réalisés pour préciser le choix et la faisabilité technico-économique du procédé de valorisation.

Le panel des utilisations est assez large. Nous pouvons citer pour mémoire et d'une manière non exhaustive des applications qui ont fait déjà leurs preuves :

- La production d'électricité par un moteur à explosion ou par une turbine à vapeur, pour une consommation interne ou une revente à l'extérieur ;
- Le chauffage de serre ou d'élevage, de bâtiment public ou privé ;
- La déshydratation de fourrage pour fabriquer des granulés pour l'alimentation animale ;
- La mise en bouteille après épuration ;

- La production d'un carburant pour des bennes tasseuses ou des bus ;
- L'utilisation pour l'évaporation des lixiviats ou des concentras ;
- La production d'eau chaude en appoint à des usines agro-alimentaires (conserverie) ;
- Des utilisations spécifiques au site telles que l'alimentation les fours de potier ou de briqueterie riveraine ;
- La possibilité d'incinérer les déchets hospitaliers, est aussi à envisager à l'aide d'un incinérateur alimenté au biogaz.

Un projet de valorisation du biogaz repose ainsi dans un premier temps sur l'analyse des différents paramètres qui définissent ce combustible :

- La quantité de gaz produite pour une durée connue (gisement). Ceci déterminera la durée des amortissements de l'équipement et influera sur le montant de ces investissements. La quantité et la cinétique de production sont fonction de divers paramètres dont les plus importants sont la teneur en matière organique, le taux de compaction, la teneur en eau et la qualité de la couverture des déchets ;
- La qualité du biogaz : c'est la proportion de méthane dans le mélange qui détermine son pouvoir calorifique et donc le rendement du process ;
- La proportion dans ce mélange de composant spécifique, tel que les mercaptans, la silice qui peuvent être très pénalisants pour certains type de valorisation.

Il faut ensuite valider l'existence d'un marché potentiel à un prix connu pour l'énergie produite par le process retenu et effectuer une étude financière sur sa rentabilité.

Lorsque les valeurs de production et de qualité du biogaz mesurées sur le terrain seront acquises, on peut alors en déduire un process optimal de valorisation en fonction de la qualité et des composants du biogaz.

A partir de ce moment, on peut évaluer l'intérêt financier, social et/ou écologique de la mise en œuvre d'un procédé de valorisation du biogaz.

Au final pour qu'il soit viable, un projet de valorisation du biogaz mettra en valeur :

- Soit, un avantage financier (recette réelle qui sera à partager entre le délégant et le délégataire) ;
- Soit, pour un même coût un impact social fort (création d'emplois ou amélioration de la condition de vie des riverains) ;
- Soit, pour un même coût, un avantage écologique significatif (traitement combiné biogaz / déchets hospitaliers, diminution de l'utilisation du bois de chauffe etc...).

Cette démarche de recherche et développement doit s'inscrire dans une logique forte de partenariat entre les différents acteurs du projet (autorités locales, élus locaux, exploitant, riverains, Ministères tels que celui de l'Environnement, Office Public tel que l'ONEE...) pour pouvoir aboutir et être pleinement bénéfique.

6. Ressources humaines

6.1. Besoins en personnel, qualification requise, missions

Un site de décharge contrôlée qui s'apparente à un chantier regroupant des domaines d'intervention aussi variées que les terrassement, les réseaux et l'hydraulique, le drainage, la collecte et le traitement des eaux, le drainage la collecte et le traitement/valorisation des gaz doit mobiliser des personnels spécialisé ayant un bon niveau de technicité.

De plus, l'activité du site n'étant pas régulière : des travaux d'aménagement et d'extension de la zone de stockage, des réseaux de drainage et collecte des effluents (gaz et lixiviats) ainsi que de réaménagement final s'ajoute ponctuellement et fréquemment à l'activité continue de réception et d'enfouissement des déchets et de traitement des effluents.

Ainsi, les besoins en personnel peuvent se résumer comme suit :

6.1.1. Personnel mobilisé en permanence sur le site

- Structure / encadrement :
 - Chef de centre : management général, organisation et supervision de l'ensemble du personnel et des moyens matériels, veille à l'exécution et au respect du plan d'exploitation, des consignes de sécurité et de protection de l'environnement ;
 - Chef d'équipe: organisation et supervision du travail des équipes responsables de la réception et l'enfouissement des déchets ;
 - Chef de parc et mécaniciens: maintenance et entretien des engins et matériels du site (sauf matériel de collecte/traitement du lixiviats et biogaz) ;
 - Responsable RH comptabilité ;
 - Assistante administrative.
- Réception et enfouissement des déchets :
 - Agent de pont bascule,
 - gardien/placeur/agent de propreté,
 - Chauffeur d'engins et poids lourds
- Collecte et traitement des lixiviats et du biogaz :
 - électromécanicien,
 - technicien soudeur

Le nombre de chacun des postes et personnel indiqués ci-dessus dépend de la taille du site, de sa capacité et de ses horaires de fonctionnement.

6.1.2. Personnel mobilisé ponctuellement

- Suivi environnemental :
 - Topographe : levé topographique dans le cadre du suivi environnemental, implantation des ouvrages et phase travaux ;

- Technicien et laborantin : prélèvement et l'analyse des gaz, lixiviat et eaux sous-terraines et superficielles ;
- Ingénieur en environnement: organisation et supervision du suivi environnemental, analyse des résultats et rédaction du rapport de suivi environnemental.
- Etudes d'exécution des travaux d'extension ou de réaménagement final :
 - Ingénieur génie civil et travaux publics pour la rédaction des CCTP et la conception des plans d'exécution ;
 - Projeteur pour la réalisation et la mise à jour des plans d'exploitation et de travaux.
- Travaux d'extension ou de réaménagement final :
 - Ingénieur travaux pour l'organisation, le pilotage et la coordination (OPC) du chantier ;
 - Conducteur de travaux pour le suivi, le contrôle et la supervision sur site des travaux.

Ces ressources sont en général sous-traitées ou mutualisées au sein d'un groupement d'entreprises pour être mobilisées ponctuellement selon les besoins de chacune des entreprises du groupe

7. PERFORMANCES D'UNE DÉCHARGE CONTRÔLÉE

Les performances des décharges dépendent largement du choix d'une conception et d'une technique d'exploitation adaptée au contexte local, à la nature du site et de la qualité du suivi des indicateurs environnementaux.

Les indicateurs de ces performances sont généralement identifiés lors de la planification et de la conception de la décharge avec définition des procédures de sa gestion et de son exploitation.

Ces indicateurs sont définis également sur la base des dispositions réglementaires (lois, décrets, normes de rejets, cahier de charges,...) régissant la gestion des

déchets et les décharges en particulier.

Et pour le respect de ces dispositions et la vérification régulière de ces indicateurs, l'autorité responsable de la conception et /ou de l'exploitation de la décharge est appelée à prendre et à mettre en place les mesures adéquates dont notamment :

- Un choix adéquat des équipements ;
- Un personnel qualifié : personnel d'exploitation, techniciens de maintenance,... ;
- Des procédures de gestion adaptées ;
- Prise en compte des possibilités de traitement des déchets et également des modes de collecte et de

transfert des déchets vers la décharge ;

- Des moyens financiers appropriés : respect des plans d'investissement, maîtrise des dépenses ;
- Un cahier de charges définissant clairement des responsabilités des différents intervenants.

Généralement ces critères sont largement traités et analysés dans l'étude d'impact sur l'environnement préalable à l'ouverture d'une décharge contrôlée (Cf. partie sur l'EIE d'une décharge plus haut).

Les principaux axes du suivi- surveillance des performances d'une décharge contrôlée en exploitation et post exploitation sont présentés ci-dessous.

Tableau 12 : Indicateurs de performances d'une décharge

Axes de performances	Indicateurs	Exemple de mesures à mettre en œuvre
Cadre social : satisfaction du voisinage et des employés de la décharge	Requêtes de l'enquête publique	
	Nombre de plainte du voisinage	
	Protestations (sit-in ,...)	
	Cadre de travail et protection des employés	Respect du code de travail et mise à disposition des équipements de protection individuels
	Récupérateurs	Inclusion dans la planification de la décharge une zone de récupération (ou centre de tri) avant l'enfouissement
	Existence de décharges non contrôlées	Prendre en compte dans la planification de la décharge la réhabilitation des anciennes
Accès à la décharge	Existence de déchets sur les voies de transport vers la décharge	Restriction d'horaires, arrosage ou revêtement des pistes , construction d'une nouvelle route contournant les zones urbaines Utilisation d'équipements appropriés (benne fermée et équipée de récipient de collecte des lixiviats)
Nuisances sonores	définir les niveaux de bruit max exigé	Emploi de matériel peu bruyant

Qualité de l'air	Fumée, Mauvaises odeurs, Poussières lors des déchargements des déchets Pollution atmosphérique Incendie et d'explosion	Mise en place du système de collecte au fur et à mesure de l'avancement des fronts Torçage et/ou valorisation énergétique des gaz
Qualité du paysage	Envol des déchets légers	Clôture grillagée autour des casiers (Définir la hauteur) Equipe de collecte des déchets éparpillés à l'extérieur de la décharge Plantation de rideau d'arbres autour de la décharge
Fonctionnement du système d'étanchéité et de drainage : qualité des eaux dans le milieu environnant	Volume du lixiviats collecté et stocké, Qualité des lixiviats et eaux rejetés : Paramètres de qualité réglementaires (Exemples, pH, Température, DOB, DOC, Huiles et graisses minérales, MES, Métaux lourds, Azote, phosphore, oxygène dissous, coliformes, Cyanure, Fluor, Phénols Sulfures, etc.)	Réaliser des contrôles du système d'étanchéité et de drainage lors de la réalisation de la décharge Réaliser des analyses régulières (à définir par l'EIE) des paramètres environnementaux Réaliser des puits ou piézomètres de contrôle des fuites
Collecte du biogaz	Volume de biogaz collecté Volume valorisé	
Quantité et qualité des déchets reçus à la décharge	Pesage à l'entrée Présence des déchets autres que ménagers et assimilés : dangereux et à risque infectieux,...	Pont bascule, Veiller au respect du cahier de charges pour la nature des déchets à enfouir
Respect du cahier de charge et du plan d'investissement	Réalisation de certaines composantes : traitement des lixiviats, système informatique de gestion de la décharge, ...), Assistance technique,	Veiller au respect des engagements financiers
Qualité du personnel	Diplômes, qualifications, expériences, formations,...	
Plan de gestion et d'exploitation	Maintien du plan (avec mise à jour régulière) : Formation, Intervention urgente (Cas de pollution accidentelle, incendie, etc.) Système d'alerte, Plan d'urgence (procédures, Moyens de lutte contre la pollution	Intervention urgente en cas de Pollution accidentelles, incendie, etc. Préparation, approbation et diffusion du plan d'intervention urgente Notification, alerte des intervenants Rapport de suivi des opérations de dépollution Notification de fin d'intervention

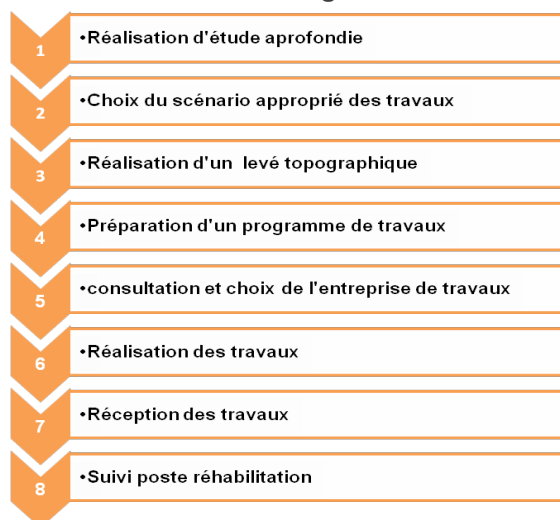
Communication	Qualité des outils et de communication, sensibilisation Surveillance de la mise en œuvre des mesures d'atténuation et de l'état du milieu récepteur:	brochures et dépliants, organisation de séminaires, campagnes de sensibilisation, diffusion de spots télévisés, Notification en cas de dépassement des seuils nécessitant la mise en œuvre de mesures correctives, Préparation de comptes rendus, de rapports de suivi mensuels et annuels, à transmettre à l'autorité gouvernementale chargée de l'environnement
Rapport final	Pertinence des informations, Exploitation du rapport : réunion d'échange avec les parties concernées, Pertinence des recommandations d'amélioration,...	

8. RÉHABILITATION D'UNE DÉCHARGE

8.1. Principe de réhabilitation

La réhabilitation d'une décharge non contrôlée consiste à stocker les déchets dans un volume confiné, c'est-à-dire isolé du milieu naturel. Ceci consiste en l'installation d'une couverture protectrice sur les déchets pour minimiser l'infiltration d'eau de pluie et donc la production de lixiviats. Elle envisage aussi la mise en place d'un système de drainage de lixiviats et biogaz.

Grandes étapes de réhabilitation d'une décharge



8.2. Etude de cas : Réhabilitation de la décharge de l'Oulja de Salé

8.2.1. Présentation du site

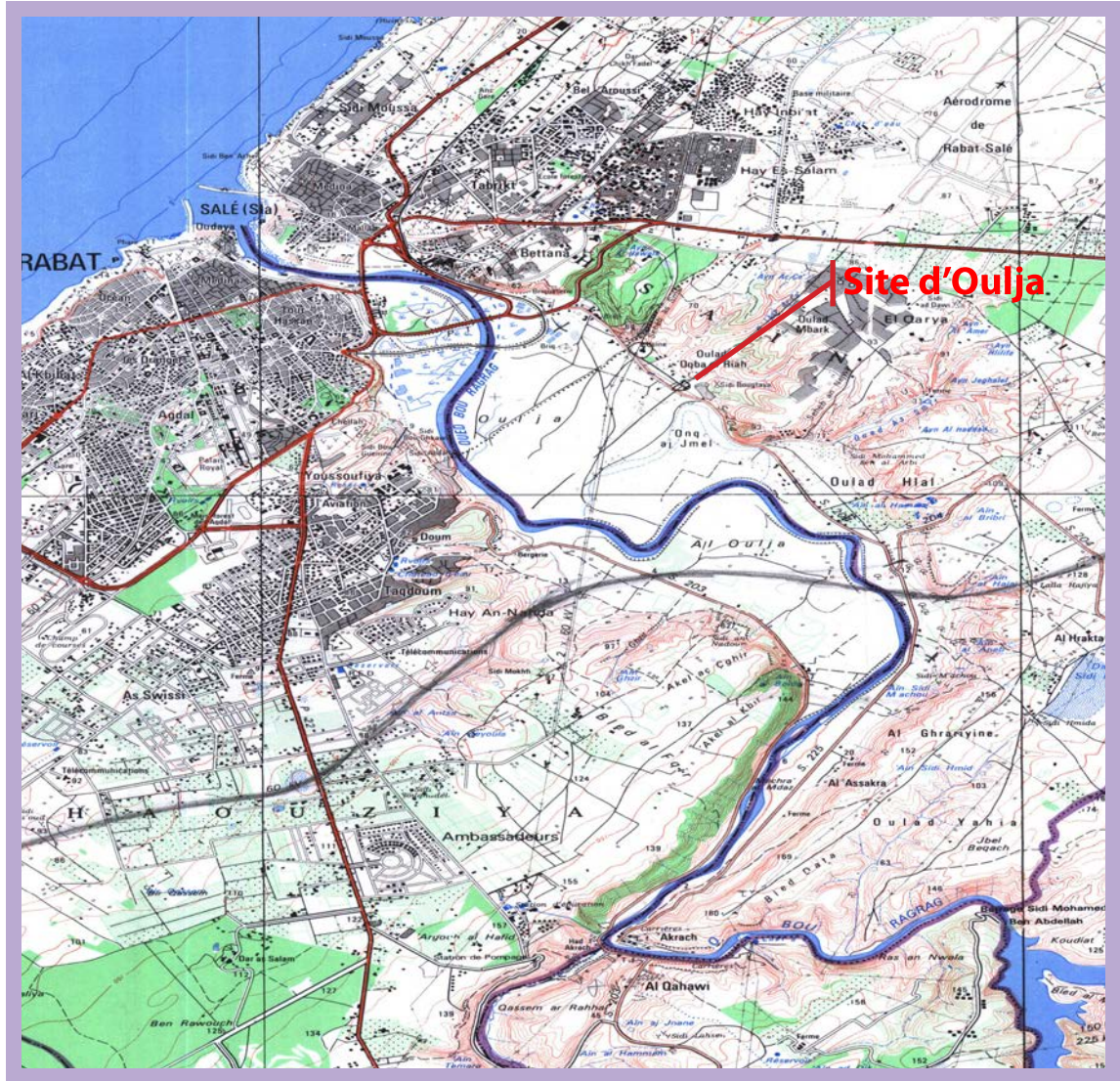


Figure 13 : Carte de situation de la décharge d'El Oulja

Le site est entièrement circonscrit par un mur d'enceinte d'environ 2 mètres de haut, partiellement détruit au Nord et à l'Est par la poussée des déchets. Il est exploité depuis 1992 par la Communauté Urbaine de Salé. Le dépôt s'étend sur une superficie d'environ 70 000 m² ; sur le carreau d'une ancienne carrière de matériaux sablo-argileux en bordure nord de la route S 204 reliant Rabat à Meknès.



Les déchets sont déposés à l'avancement sans compactage sur le plateau et sans recouvrement en matériaux inertes. Les talus des déchets forment un

angle d'environ 45°. La hauteur maximum du talus est estimée entre 10 et 15 mètres par rapport à la base du terrain.



Aucune gestion des eaux n'est réalisée autour du massif ce qui occasionne des suintements au niveau du talus Nord-Ouest. Ces lixiviats rejoignent les écoulements d'eaux usées provenant de l'amont et stagnent au Sud-Ouest de la décharge avant de s'écouler vers la plaine alluvionnaire du Bouregreg en franchissant la route par un passage busé. Le débit de lixiviats au droit de la route avait été estimé à 1 l/s en période hivernale.

Dans les conditions et les limites actuelles, le site présente un faible potentiel d'exploitation ainsi que des nuisances environnementales majeures (lixiviats, incendies, odeurs, bétail sur le plateau) et des risques géotechniques (glissement du massif de déchets).

8.2.2. Consistance du projet

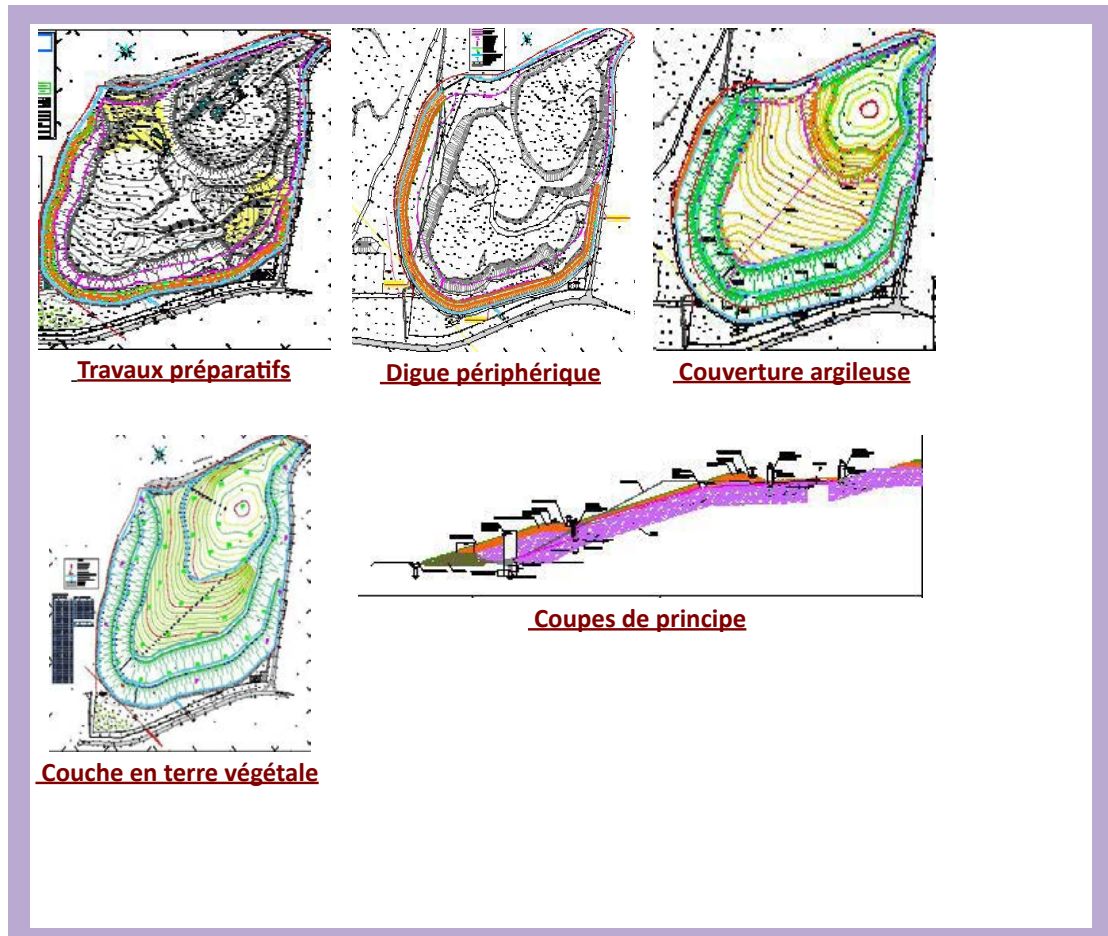
La réhabilitation de la décharge publique d'Oulja comporte des mouvements de déchets avec profilage et nivellement, la mise en place de matériaux argileux et de terre végétale, la création de réseaux de captage et de collecte des lixiviats et des eaux de ruissellement.

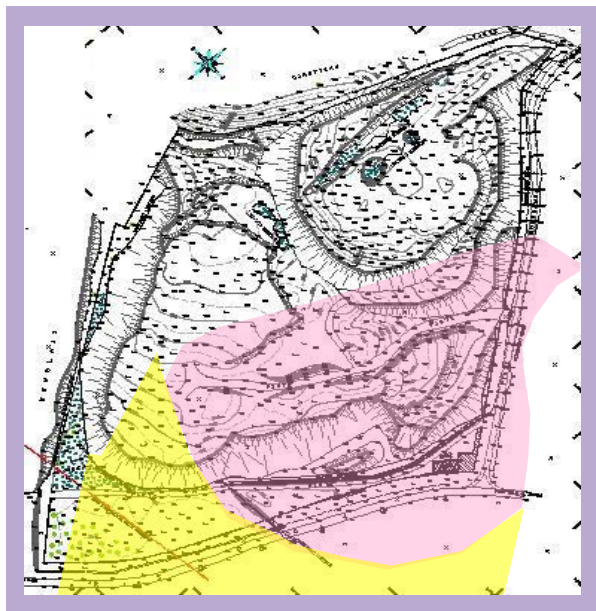
Les travaux comprennent principalement :

- La préparation des zones de travaux, incluant : l'assèchement des zones humides, le nettoyage ainsi que les décapages et purges nécessaires à la mise à jour des matériaux saints,
- La création d'une digue périphérique,

- Le déplacement des déchets conformément au plan de reprofilage,
- La mise en œuvre en remblai d'une couche de matériaux argileux d'un mètre surmontée d'une couche de terre végétale,
- La création des fossés de recueil des eaux pluviales à l'intérieur du site, avec descentes tuilées et têtes de pont,
- La création du réseau de drainage et de collecte des lixiviats,
- La mise en œuvre de la clôture périphérique,
- La pose d'un réseau périphérique de collecte de biogaz.

Figure 14 : Exemples de plans de phases de réhabilitations





Réaménagement définitif
 Exploitation résiduelle

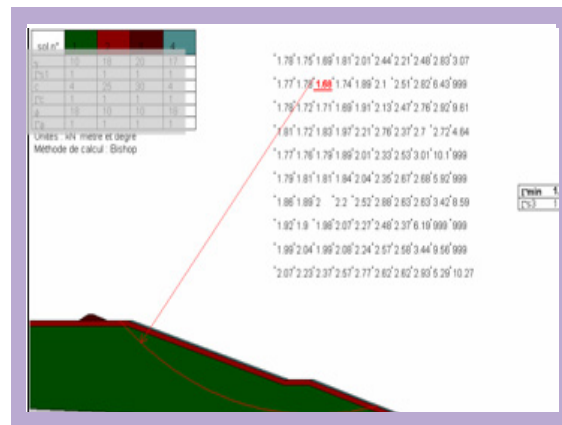
Principe général

L'idée globale du projet est de réaménager la plus grande partie du site tout en aménageant une zone dédiée à l'exploitation résiduelle. En fait le gros des travaux sera destiné au réaménagement définitif de la partie basse avec le reprofilage, le confortement et la mise en place de réseaux. La partie haute sera réaménagée de la même façon mais en l'organisant de manière à ce qu'elle puisse servir de plate-forme d'exploitation et accueillir ainsi les besoins résiduels.

Reprofilage et stabilisation du site:

La géométrie du massif n'étant pas viable dans son état actuel, un volume de déchets devra être déplacé afin de satisfaire aux contraintes générales de stabilisation du site. De plus une digue périphérique permettra d'assurer le confortement.

La stabilité du site a été dimensionnée à l'aide d'un logiciel permettant d'atteindre un coefficient de sécurité suffisant.



Réseau de collecte des lixiviats

S=30 000 m ²	
Données :	
pluie de projet	500 mm/an
Débit de lixiviat (s)	1,75E-02 m ³ /m ² /j
Drain collecteur :	
surface collectée	30 000 m ²
Inclinaison du drain collecteur vers l'exondre	4 ‰
Coefficient de rugosité pour le drain collecteur	50
Coefficient de sécurité sur le drain collecteur	1
Le débit de dimensionnement pour drain collecteur est de	
	5,25E-04 m ³ /s
Le diamètre nécessaire du drain collecteur est de	
	38,67 mm
Le diamètre nécessaire pour un écoulement à mi-section est de	
	50,00 mm

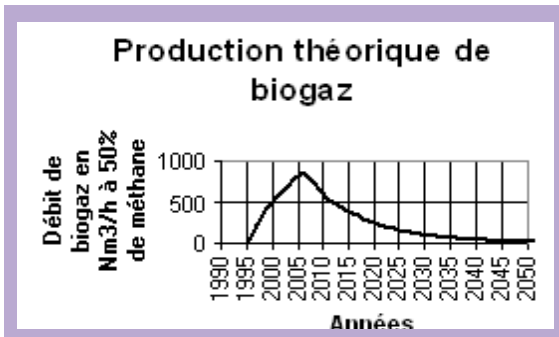
Le réseau sera constitué de trois lignes de drainage qui reprendront respectivement : le pied du site, le pied du talus de la zone réaménagée en amont et la périphérie de la future zone d'exploitation.

Réseau de collecte des eaux de ruissellement

S=30 000 m ²	
Données :	
pluie de projet :	525 mm/an
Débit de lixivats (q)	1 765,04 m ³ /an/m ²
Drain collecteur :	
surface collectée :	30 000 m ²
Inclinaison du drain collecteur vers l'exutoire :	4 ‰
Coefficient de rugosité pour le drain collecteur :	50
Coefficient de sécurité sur le drain collecteur :	1
Le débit de dimensionnement pour drain collecteur est de :	
	5 295,04 m ³
Le diamètre ^{nom} nécessaire du drain collecteur est de :	
	38,57 m
Le diamètre ^{nom} nécessaire pour un écoulement à mi-section est de :	
	50,00 m

Afin de réduire au maximum les infiltrations des eaux du ruissellement dans le massif de déchet, un système de collecte et d'évacuation des eaux est mis en place sur la couverture.

Réseau de captage et de traitement du biogaz



Les paramètres qui déterminent la production de biogaz sont essentiellement l'âge, la nature et le taux d'humidité des déchets. Ces paramètres sont généralement peu ou pas connus et il est d'usage de mettre en place un réseau et une torchère provisoire pour pouvoir ensuite analyser la production et adapter l'ensemble du réseau à la production réel.



Annexes



Annexe 1 : Références Bibliographiques

La loi sur la gestion des les déchets et leur élimination et ses décrets d'application (adoptés et en cours de finalisation),

Etude relative a la gestion des déchets ménagers et assimilés au Maroc, mission II : conception des installations et des équipements types et établissement des coûts unitaires, MATEE,

Etude d'impact de la nouvelle décharge de Tiznit,;

Plan régional de gestion des déchets de la région de Tanger-Tétouan, MATEE-GTZ, 2002 (M. CHOOUAOUTA),

Débat public sur le centre de traitement des déchets ménagers, CNDP, Paris, 2009,

Techniques de gestion des décharges, atelier de formation, DE-GTZ, 2008,

Techniques d'étanchéité des décharges, atelier national, AMEDE, janvier 2012,

Rapport d'exploitation de la décharge de Mertesdorf, ART, 2006,

Réhabilitation des décharges, guide pratique des travaux, Ademe, 2008

Gérer le gaz de la décharge, Ademe, 2001,

Guide pour le suivi des tassements des déchets ménagers, Ademe-Lirigme, 2005

Guide de présélection des sites de décharges, MATEE-GTZ, 2002 (MM.CHOUAOUTA et EZZAOUAQ),

Élaboration d'un schéma directeur d'assainissement solide de la ville de Beni Mellal et les communes avoisinantes (foum oudi, foum elancer, ouled yaich, oulad m'barek et sidi jabeur), MATEE, rapports de missions I et II, 2006 ;

Manuel pratique de la collecte à l'élimination des déchets solides municipaux, Secrétariat d'état chargé de l'environnement, 2000 ;

P. R. White, M. Franck and P. Handle, Blackie A and P, pp

272, 1995.

International Solid Waste Association (ISWA), 2005

Solid Waste Association of North America (SWANA), 2004,

"La production de Biogaz." Paris, Les Éditions Eugen Ulmer, 120 p, 2008,

« Aspects biochimiques et microbiologiques de la méthanisation. » In Moletta, R., *La méthanisation* (chap. 3, p. 61-85). Paris, Éditions Tec & Doc, 2008.

(<http://www.methanisation.info/etapes.html>)

"Greening Waste: Anaerobic digestion for treating the organic fraction of municipal solid wastes", Columbia University, New York, 2004,

Swedish University of Agriculture Sciences, Department of Energy and Technology, TE0009, TN0307, TN 0280 Nov 2010.

Annexe 2

Décret n° 2-09-284 du 20 hijra 1430 (8 décembre 2009) fixant les procédures administratives et les prescriptions techniques relatives aux décharges contrôlées *

Vu la loi n° 28-00 relative à la gestion des déchets et à leur élimination promulguée par dahir n°1-06-153 du 30 chaoual 1427 (22 novembre 2006) ; notamment ses articles 48, 49, 50 et 54 ;

Après examen par le conseil des ministres réuni le 8hija 1430 (26 novembre 2009)

DECRETE :

Titre premier : Dispositions générales et définitions

Article premier : Le présent décret s'applique aux décharges contrôlées des classes 1, 2 et 3 visées à l'article 48 de la loi n°28-00 susmentionnée.

Article 2 : Aux fins du présent décret, on entend par :

- lixiviat : tout liquide produit par des déchets mis en décharge ;
- gaz de décharge : tout gaz produit ou ayant percolé à travers les déchets mis en décharge ;
- casier : subdivision du secteur de décharge à exploiter, conçue de façon à permettre la collecte du gaz de décharge et du lixiviat ;
- couche d'isolation : couche naturelle et/ou artificielle, sur le fond et les flancs de la décharge, assurant une imperméabilité suffisante pour éviter la contamination des eaux souterraines ;
- bilan hydrique : ensemble de facteurs pouvant avoir un impact sur les déchets mis en décharge tels que la pluviométrie, la température ou la hauteur d'eau dans le bassin de lixiviat ;
- géomembrane : membrane plastique imperméable et résistante à l'eau et au gaz.

Titre II : Procédures administratives applicables aux décharges contrôlées

Chapitre premier : Procédure d'ouverture, de modification substantielle ou de transfert des décharges contrôlées

Article 3 : La déclaration d'ouverture, de transfert ou de modification substantielle d'une décharge contrôlée des déchets ménagers et assimilés de classe 1 prévue au 1er alinéa de l'article 49 de la loi n°28-00 précitée, est déposée auprès du gouverneur de la préfecture ou de la province concernée.

Lorsque la décharge concerne plus d'une province ou préfecture, la déclaration est déposée auprès du wali de la région concernée.

* *Bulletin officiel n° 5802 du 21 moharrem 1431 (7-1-2010)*

Cette déclaration est munie d'un dossier contenant les pièces et les renseignements ci-après :

1. nom, domicile et adresse du déclarant ou à défaut, le nom du responsable de l'exploitation de la décharge objet de la déclaration ;
2. plan à échelle de 1/2000 précisant les limites maximales d'extension, en termes de superficie de la décharge et de la zone à exploiter ainsi que la hauteur sur laquelle la zone à exploiter peut être comblée ;
3. description des moyens techniques et des installations proposées, notamment celles relatives au gaz de décharge, aux réseaux de lixiviats, aux eaux de ruissellement et au système d'imperméabilisation ;
4. décision d'acceptabilité environnementale prévue par l'article 2 de la loi n° 12-03 relative aux études d'impact sur l'environnement ;
5. durée d'exploitation et la capacité totale en masse et en volume des types de déchets qui peuvent être admis dans la décharge ;
6. liste des équipements destinés à la décharge pour assurer les conditions de sécurité et de protection de l'environnement ;

7. personnel devant être affecté à la décharge en précisant son effectif, sa qualification et les missions de ses membres ;
8. plan prévisionnel d'exploitation précisant l'organisation et l'échéancier des étapes d'exploitation de la décharge;
9. dispositions paysagères qui seront mises en œuvre durant les différentes phases de l'exploitation et du plan de réhabilitation du site en fin d'exploitation de la décharge.

Article 4 : Le gouverneur de la province ou de la préfecture ou le wali de la région concernée examine la déclaration et les documents y annexés et délivre au déclarant un récépissé dans un délai de deux (2) mois à compter de la date du dépôt de cette déclaration.

Si le wali ou le gouverneur concerné constate, après examen de la déclaration et les documents y annexés que le dossier est incomplet ou s'il a besoin, pour statuer, de renseignements supplémentaires, il notifie au déclarant, dans le délai imparti, visé au 1^{er} alinéa ci-dessus, ses observations et remarques. Le déclarant dispose du délai d'un mois supplémentaire pour répondre à ces observations ou remarques et compléter son dossier.

Passé ce délai, le wali ou le gouverneur concerné accepte la déclaration et délivre un récépissé au déclarant ou décide le rejet motivé de celle-ci.

Une copie du récépissé d'acceptation ou de notification de rejet de la déclaration est adressée aux autorités gouvernementales chargées de l'environnement et de l'intérieur.

Article 5 : La demande d'autorisation d'ouverture, de modification substantielle ou de transfert d'une décharge contrôlée de classe 2 et de classe 3, prévue au 2^{ème} alinéa de l'article 49 de la loi n°28-00 précitée, est déposée auprès de l'autorité gouvernementale chargée de l'environnement.

Cette demande est accompagnée, outre les documents et renseignements énumérés à l'article 3 ci-dessus, d'une garantie financière destinée notamment à couvrir les

dépenses afférentes à la réhabilitation des décharges contrôlées des déchets dangereux, industriels ou médicaux et pharmaceutiques.

L'autorité gouvernementale chargée de l'environnement examine la demande d'autorisation et les documents y annexés et délivre au demandeur un récépissé dans un délai de deux (2) mois à compter de la date du dépôt de cette demande.

Si l'autorité gouvernementale chargée de l'environnement constate, après examen de la demande d'autorisation et les documents y annexés, que le dossier est incomplet ou si elle a besoin, pour statuer, de renseignements supplémentaires, elle notifie au demandeur, dans le même délai imparti, visé à l'alinéa ci-dessus, ses observations et remarques. Le demandeur dispose du délai d'un mois supplémentaire pour répondre à ces observations ou remarques et compléter son dossier.

Passé ce délai, l'autorité gouvernementale chargée de l'environnement délivre l'autorisation au demandeur ou décide le rejet motivé de sa demande.

Article 6 : L'enquête publique prévue à l'article 49 alinéa 2 de la loi n°28-00 précitée, se déroule dans les mêmes formes que celles prévues par le décret n°2-04-564 du 5 kaada 1429 (4 novembre 2008) fixant les modalités d'organisation et de déroulement de l'enquête publique relative aux projets soumis aux études d'impact sur l'environnement.

Chapitre II : Procédure de fermeture

Article 7 : La déclaration de fermeture d'une décharge de classe 1 et la demande d'autorisation de fermeture d'une décharge de classe 2 ou de classe 3 sont déposées dans les mêmes formalités prévues respectivement aux articles 3 (1^{er} et 2^{ème} alinéa), 4, 5 (1^{er} alinéa) et 6 ci-dessus.

La déclaration de fermeture ou la demande d'autorisation de fermeture est munie d'un dossier contenant les pièces et les renseignements ci-après :

1. dates et échéanciers d'exécution des mesures contenues dans le plan de réhabilitation du site;

2. plan de suivi environnemental visant le suivi de la qualité des eaux souterraines et superficielles, de la qualité de l'air et du lixiviat ;

3. plan d'intervention d'urgence en cas d'incident, notamment en cas d'épandage du lixiviat, émanation de gaz, incendie ou glissement de terrain.

Titre III : Prescriptions techniques relatives aux décharges contrôlées

Chapitre I : choix du site

Article 8: Le site de réalisation d'une décharge contrôlée est choisi, notamment selon les critères suivants :

- la quantité des déchets pouvant être admis sur le site ;
- l'origine et les quantités de matériaux de couverture des déchets mis en décharge ;
- l'existence d'exutoires pour les eaux de percolation ;
- l'aptitude du site à l'implantation des ouvrages de contournement des eaux de ruissellement ;
- l'aptitude du site à l'aménagement d'une couverture favorisant le ruissellement ;
- la distance du site par rapport aux zones de collecte ou de transfert des déchets ;
- l'intégration de la décharge contrôlée dans le paysage avoisinant ;
- les caractéristiques hydrogéologiques, hydrologiques et géologiques favorables.

Article 9: Le site de la décharge est choisi et aménagé de manière à protéger le sol et les eaux souterraines et de surface de la pollution générée par les déchets et le lixiviat. A cet effet, la base et les côtes de la décharge sont constituées par une barrière géologique de sécurité composée d'une couche minérale présentant les caractéristiques de perméabilité.

Les caractéristiques de la barrière géologique de sécurité

formant le sous sol du site de la décharge sont définies par arrêté conjoint du ministre de l'intérieur et de l'autorité gouvernementale chargée de l'environnement.

Chapitre II : Aménagement du site

Article 10 : Outre la barrière géologique, la décharge dispose d'une géomembrane ou d'autres moyens présentant une protection suffisante au sol et aux eaux souterraines.

Ces dispositions ne sont pas applicables aux décharges contrôlées de classe 2 dans le cas où ces décharges reçoivent exclusivement des déchets inertes.

Article 11 : La décharge est conçue de manière à :

- a- limiter la quantité des eaux due aux précipitations s'infiltrant dans les zones en exploitation et empêcher les eaux de ruissellement de pénétrer à la décharge ;
- b- pouvoir intercepter et traiter les eaux de ruissellement intérieures au site susceptibles d'être contaminées par les déchets ;
- c- permettre la mise en place d'un système de collecte et de drainage de lixiviat. Le lixiviat et les eaux contaminées sont recueillis dans un bassin de stockage et de traitement dimensionné en fonction de la quantité des eaux générées et du bilan hydrique.

En cas de rejet de ces eaux dans le milieu naturel, elles doivent respecter les valeurs limites de rejet prévues par le décret n° 2-04-553 du 13 juin 1925 (4 janvier 2005) relatif aux déversements, écoulements, rejets, dépôts directs ou indirects dans les eaux superficielles ou souterraines ;

- d- recouvrir au fur et à mesure les casiers saturés et fermés afin de limiter les quantités de lixiviats et les eaux contaminées ;
- e- permettre le creusement de puits de prélèvement en amont et en aval de la décharge pour contrôler l'impact de la décharge sur la nappe phréatique, le cas échéant. Ces puits sont maintenus couverts et cadenassés ;

f- permettre la mise en place, dans la mesure du possible, d'un système de dégazage pour satisfaire les conditions minimales de sécurité du site ;

g- permettre une circulation normale des véhicules. Les voies d'accès et les aires de déchargement de la décharge doivent disposer d'un revêtement durable et leur propreté assurée.

Article 12 : En application des dispositions de l'alinéa 2 de l'article 48 de la loi n°28.00 précitée, une décharge de la classe 1 peut recevoir les déchets destinés à la décharge de la classe 2 sous les conditions suivantes :

l'aménagement de casiers séparés et spécifiques aux déchets initialement destinés à la décharge de la classe 2 ;

le volume desdits déchets ne doit en aucun cas, dépasser un seuil fixé par arrêté conjoint du ministre de l'intérieur et de l'autorité gouvernementale chargée de l'environnement.

Article 13 : Dans une décharge de classe 2, des casiers spécifiques pour chaque type de déchets sont aménagés séparément.

Chapitre III : Conditions d'exploitation d'une décharge contrôlée

Section première : Mesures de sécurité et d'hygiène

Article 14 : L'accès à la décharge doit être limité et contrôlé. A cette fin, la décharge est équipée de portes et d'une clôture. Les portes doivent être fermées en dehors des heures de travail. La clôture doit être d'une hauteur d'au moins 2 mètres et constituée de matériaux résistants et incombustibles.

Les mesures et équipements ci-après, sont mis en place dans le but d'assurer la sécurité, l'hygiène et la salubrité de la décharge contrôlée :

a- les abords de la décharge, qui sont accidentellement souillés par des déchets envolés, doivent être nettoyés ;

b- des dispositions sont prises pour éviter les incendies

et toute prolifération de rongeurs, d'insectes et d'oiseaux. En outre, il peut être procédé si nécessaire, à la couverture des déchets le jour même de leur mise en décharge par des matériaux inertes et ce, pour éviter le dégagement des mauvaises odeurs ;

c- si la décharge contrôlée comporte des installations de traitement mécanique des déchets, celles-ci doivent être exploitées de manière à ne pas gêner le voisinage par le bruit, l'émission de poussières et l'envol d'éléments légers ;

d- un panneau de signalisation en matériau résistant est mis en place à l'entrée de chaque décharge. Les indications ci-après, doivent y figurer d'une manière clairement visible :

- la mention «Entrée interdite» en langue arabe ;
- le nom de la décharge ;
- l'adresse et le numéro de téléphone de l'exploitant ou de son délégué ;
- les heures normales d'ouverture pour la réception des déchets ;
- la mention précisant le numéro de téléphone du service à appeler en cas d'incendie ou d'accident.

e- un service de contrôle à proximité immédiate de l'entrée de la décharge et un complexe de service sont aménagés. Le complexe comprend, notamment :

- un bâtiment équipé en eau, électricité et téléphone comprenant au minimum un local à usage de bureau, un réfectoire, sanitaires et éventuellement un atelier pour les engins et un garage ;
- un pont-basculé étalonné et pourvu d'un système d'enregistrement automatique. Le pont-basculé et l'étalonnage sont contrôlés suivant la réglementation en vigueur ;
- une zone de parking et éventuellement une station de lavage et de nettoyage des pneus des engins et des véhicules.

Les locaux d'exploitation sont aménagés conformément à la législation en vigueur en matière de travail et de santé.

Section 2: Mesures de surveillance et d'autocontrôle

Article 15 : Conformément à l'article 54 de la loi n°28-00 précitée, sont consignées et mises à jour dans l'inventaire de la décharge tenu par l'exploitant, les indications ci-après :

- le poids ou à défaut le volume des déchets ;
- la nature des déchets reçus à la décharge ;
- le nom et la signature du contrôleur ayant vérifié la conformité des déchets ;
- la date et l'heure du déchargement des déchets ;
- le nom et l'adresse du ou des transporteurs des déchets ;
- le numéro d'immatriculation des véhicules ayant servi au transport des déchets ;
- tout événement inhabituel susceptible de mettre en cause le bon fonctionnement de la décharge et de la qualité de l'environnement.

Article 16 : A l'entrée de la décharge, l'exploitant est tenu de vérifier les types de déchets et leur admissibilité au sein de la décharge.

Article 17 : Avant le début de l'exploitation de la décharge, l'exploitant est tenu de réaliser :

a- des analyses physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines et des eaux de surface.

Les résultats de ces analyses sont communiqués, selon le cas, au wali de la région ou au gouverneur de la préfecture ou province concernée pour les décharges de classe 1, au directeur de l'agence de bassin hydraulique du lieu d'implantation de la décharge et à l'autorité gouvernementale chargée de l'environnement pour les décharges de classes 1, 2 et 3 ;

b- un relevé topographique du site.

Article 18 : Pendant toute la durée de l'exploitation de la décharge, l'exploitant est tenu de réaliser :

a- des analyses physico-chimique et bactériologique de la qualité des eaux souterraines et des eaux de surface ainsi que de la qualité de l'air. Les résultats de ces analyses sont conservés pour une durée de 3 ans.

Ces analyses sont établies au moins une fois par an par un laboratoire agréé. Les résultats de ces analyses sont communiqués au wali de la région ou au gouverneur de la préfecture ou province concernée pour les décharges de classe 1, au directeur de l'agence de bassin hydraulique du lieu d'implantation de la décharge et à l'autorité gouvernementale chargée de l'environnement pour les décharges de classes 1, 2 et 3 ;

b- Un relevé topographique du site permettant le suivi des étapes d'exploitation ;

c- un procédé d'auto-contrôle en vue de vérifier l'efficacité des systèmes de drainage et de collecte du gaz de décharge.

Article 19 : Pour assurer la stabilité des déchets mis en décharge, les déchets sont déposés en couches successives et compactés à l'aide d'un engin approprié, de façon à remplir progressivement le casier.

Article 20 : Un rapport d'activité annuel est établi par l'exploitant et communiqué, selon le cas, au wali de la région ou au gouverneur de la préfecture ou province concernée pour les décharges de classe 1 et à l'autorité gouvernementale chargée de l'environnement pour les décharges de classes 1, 2 et 3. Ce rapport comporte notamment :

- un bilan en termes de déchets mis en décharge ;
- la capacité restante de la décharge pour accueillir les déchets ;
- les travaux et les aménagements réalisés dans la décharge ;
- les mesures d'auto-contrôle et de surveillance réalisées au sein de la décharge.

Article 21 : Sont définis par arrêté conjoint du ministre de l'intérieur et de l'autorité gouvernementale chargée de l'environnement :

- les modalités de réhabilitation ou de réaménagement des sites de décharges ;
- les paramètres des analyses indiquées aux articles 17 (alinéa a) et 18 (alinéa a).

Article 22 : La ministre de l'énergie, des mines, de l'eau et de l'environnement et le ministre de l'intérieur sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret qui sera publié au bulletin officiel.

Annexe 3 : LIMITES DES REJETS : ARRÊTÉ FRANÇAIS DU 31 DÉCEMBRE 2011

Paramètres	unité	Valeur à garantir en rejet après traitement
Paramètres physico-chimiques		
Température	°C	max 35°C
Ph	unité pH	6,5 à 8,5
Conductivité à 25°C	µS/cm	10 000
MES	mg/l	100
DCO (Demande chimique en oxygène)	mg O ₂ /l	500
DBO ₅ (Demande biologique à 5 jours en oxygène)	mg O ₂ /l	100
Siccité des sous-produits du traitement (boue, concentrat) dans le cas d'une évacuation de ces sous-produits dans le casier de stockage des déchets	%	30
Substances indésirables		
Azote global N-NGL (c'est-à-dire N-NO ₃ + N-NH ₄ + N-org)	mg/l	150
Substances toxiques		
Métaux totaux (somme de la concentration en masse par litre des éléments suivants : Pb, Cu, Cr, Ni, Zn, Mn, Sn, Cd, Hg, Fe, Al)	mg/l	15
Dont :		
Chrome (Cr ₆)	mg/l	0,1
Cadmium (Cd)	mg/l	0,2
Plomb (Pb)	mg/l	0,5
Mercure (Hg)	mg/l	0,05
Arsenic (As)	mg/l	0,1
Fluor et composés (en F)	mg/l	15

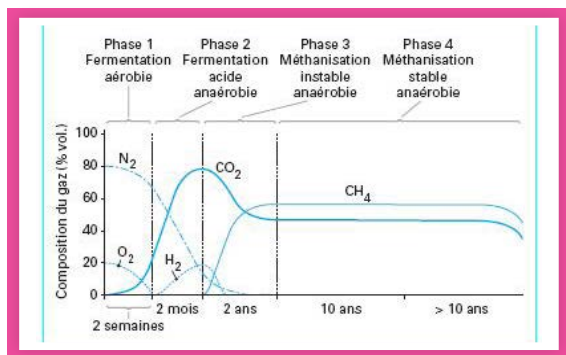
Cyanures libres (CN)	mg/l	0,1
Hydrocarbures totaux C10-C50	mg/l	10
Composés organiques halogénés (en AOX ou EOX)	mg/l	1
Phénols	mg/l	0,1

Annexe 4 : Biométhanisation des déchets

I - Définition de la digestion anaérobie

La biométhanisation, aussi appelée méthanisation ou digestion anaérobie, est la décomposition en l'absence d'oxygène de la matière organique. C'est un processus naturel fait par diverses populations de micro-organismes présents dans une multitude d'environnements.

Dans la nature, on peut observer ce phénomène partout où il y a de la matière organique et une quantité insuffisante d'oxygène, comme dans les marais, les rizières et même dans le système digestif des mammifères et des insectes. Cette dégradation produit le biogaz, un gaz similaire au gaz naturel (biogaz), formé principalement de méthane et de CO₂.



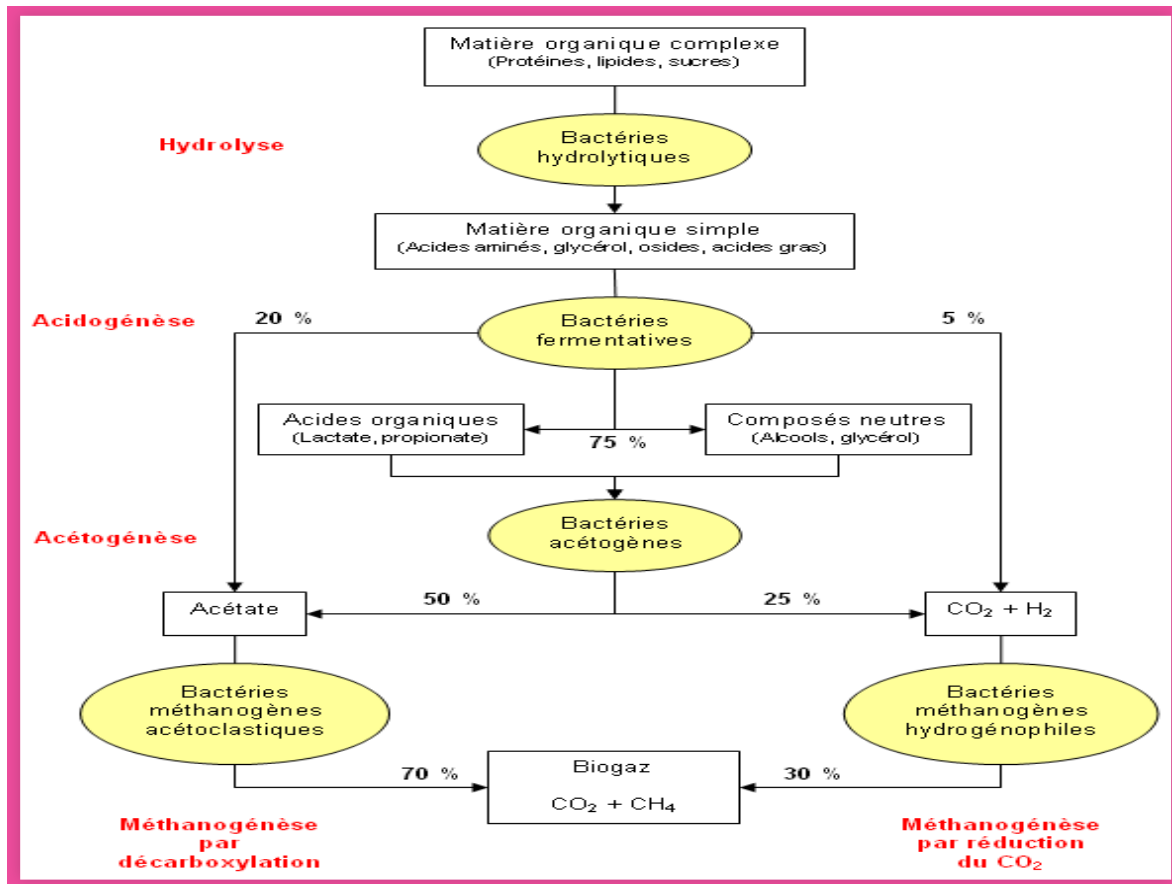
Evolution de la composition du biogaz au cours du temps

(Source: Techniques de l'ingénieur)

II- Les étapes de la digestion anaérobie

La digestion anaérobie se déroule selon une succession de quatre étapes distinctes, chacune avec sa population microbienne caractéristique. Les extraits produits par chaque population deviennent les intrants pour la population suivante. De cette façon, les molécules complexes sont métabolisées jusqu'à leur minéralisation, c'est-à-dire leur transformation en méthane et en CO₂. Ces étapes sont : l'hydrolyse, l'Acidogénèse, l'Acétogénèse et la Méthanogénèse.

Illustration des diverses étapes de la digestion anaérobie



Hydrolyse

Lors de l'hydrolyse, les macromolécules organiques sont transformées en produits plus petits. En ce sens, les composés de haut poids moléculaire, comme les polysaccharides, les lipides, les protéines et les acides nucléiques, sont convertis en substances simples.

Cela donne origine aux monosaccharides, comme le glucose, aux acides gras, aux acides aminés et aux bases azotées.

Acidogénèse

Dans l'Acidogénèse, les monomères de l'étape antérieure sont convertis en acides gras volatils, en alcools, en acides organiques, en hydrogène et en CO_2 . C'est une phase qui se déroule entre 30 et 40 fois plus rapidement que l'hydrolyse. À la fin s'y retrouvent l'éthanol et les acides acétique, propionique, butyrique, valérique et lactique.

Acétogénèse

L'Acétogénèse unifie et simplifie la filière chimique, car les substances originaires des processus antérieurs y sont transformées en acétate, en H₂ et en CO₂ (Godon, 2008; Rapport et al., 2008). Cette étape précède celle de la Méthanogénèse.

Méthanogénèse

C'est la dernière étape de la minéralisation des substances organiques. Ici, les acétates, les formates, le H₂ et le CO₂ sont transformés en méthane (Godon, 2008; Rapport et al., 2008). Habituellement, cette phase est la plus délicate de la digestion anaérobie, parce que les organismes méthanogènes sont plus sensibles aux variations de pH et ont un taux de croissance plus lent que celui des organismes des autres étapes.

La composition du substrat sur le processus de la formation du biogaz aura sûrement un effet sur le volume du biogaz produit. Les lipides et graisses génèrent plus de biogaz et de méthane par kg que les carbohydrates. En outre la répartition du biogaz entre le méthane et le dioxyde de carbone dépendra aussi de la composition du substrat.

Si le substrat contient une forte proportion des protéines, on pourrait avoir un effet négatif sur l'activité de génération du biogaz en inhibant les microorganismes méthanogènes et ceci à cause de la minéralisation de l'ammonium /ammoniaque (NH₄⁺ / NH₃) durant le processus de biodégradation. Ainsi la concentration du l'ammonium/azote ne devrait pas dépasser 5g/L afin de maintenir la stabilité et d'optimiser le processus.

III - Quelques Définitions

ST : Solide Total : % en poids du substrat sec (Expérience à 105°C).

SV : Solide Volatil (ou Matière Organique :MO) : % en poids du ST ou % en poids du substrat sec (Expérience à 550°C).

CVA : la charge volumique appliquée (organic loading rate : OLR : kg VS/m³digester volume/d) en kg SV/m³/J : la

masse organique quotidienne appliquée à un digesteur de volume donnée. Valeur typique : 3-6 kg SV /m³/d.

TSH (temps de séjour hydraulique) = V / Q. avec V (m³ : volume du digesteur et Q le débit (m³/J). typiquement 20-50 J.

HRTi = Hydraulic Retention Time: d (theoretical average residence time of a liquid volume in a digester). HRTi = V/Qi, where V = active digester volume (m³) and Qi = volume flow into the digester (m³/d). Typical values: 20-50 d

Rendement en biogaz (Biogas Yield) en Nm³ de biogaz/kg SV ou en Nm³ de biogaz/kg substrat sec.

Concentration du NH4-N doit être au dessous de 3 g/L

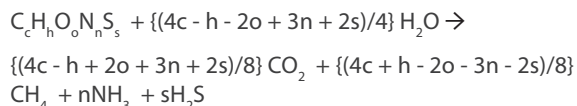
NH4-N (ammonia-nitrogen) : Should be below 3 g/L

Minéralisation nette de l'Azote : c'est la proportion de l'azote dans le substrat, qui a été minéralisé en NH₄-N durant le processus de la digestion anaérobie.

IV – Calcul théorique de la production du Biogaz

Si la composition chimique de la matière organique d'entrée est connue la quantité ultime de méthane qui peut être produite peut être estimée basée sur la réaction de biodégradation en utilisant la formule de Buswell. Lorsque la formule moléculaire est connue, on peut évaluer le biogaz théoriques et la production de méthane_spécifique de chaque échantillon.

Les calculs théoriques du volume du biogaz ainsi que de la concentration du méthane et du dioxyde de carbone peuvent se faire ainsi à l'aide de l'équation de Buswell modifiée en utilisant la formule chimique de la matière organique utilisée : C_cH_hO_oN_nS_s à l'aide de la réaction chimique suivante :



(Footnotes)

1 Article 3 de cette loi