

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Centre Universitaire d'Ain Témouchent

Institut des Technologies

Département de Génie Civil



Mémoire pour l'Obtention du Diplôme de Master

Filière : Travaux Publics

Spécialité : Voies et Ouvrages d'Art

Thème :

DIMENSIONNEMENT D'UN CENTRE D'ENFOUISSEMENT TECHNIQUE & RECYCLAGE DES DECHETS MENAGERS.

Présenté par :

Mr. Meziane Yassine & Mr. Bettioui Hamza

Devant le jury composé de :

Mr. KAMECHE Zine El Abidine

President

Mr. AISSA MAMOUNE Sidi Mohammed

Examineur

Mr. HOUMADI Youcef

Encadreur

L'année universitaire: 2017 / 2018

Remerciements

Avant tout, nous louons Allah le tout puissant pour nous avoir aidé à réaliser ce travail.

*Au terme de ce travail de fin d'étude, on souhaiterait tout particulièrement remercier notre encadreur, Mr Youcef **HOUMADI**, pour son attention, sa disponibilité et la patience dont il a fait preuve à notre égard. Ses conseils avisés nous à permis de bénéficier de toute son expérience dans l'interprétation et la compréhension de nos résultats. Son enthousiasme et son optimisme nous à aidé à garder confiance dans les moments de doutes et les nombreuses heures qu'il nous consacrées à permis d'atteindre les objectifs.*

*Egalement nous remercions d'avance tous les membres de nos jurys, le président Mr Zine El Abidine **KAMECHE** et l'examineur Mr Sidi Mohammed **AISSA MAMOUNE**, pour le temps consacré à la lecture de ce travail.*

*Un très grand merci à Mr Sofien **BOUGUEMRI** le directeur d'entreprise d'étude et de réalisation pluridisciplinaire des programmes pour la prévention de l'environnement et l'aménagement et du territoire (éco. vert) pour son aide précieuse, son soutien technique et son expérience qui nous ont été inestimables.*

*On souhaiterait également remercier Madame **DIFFLI** administratif à la direction de l'environnement, pour le bon accueil et la fourniture des documents.*

*Nos remerciements s'adresse aussi à Mr Chemse Eddine **BENYOUB** directeur de CET de Sidi Ben Adda.*

*Toutes nos gratitude à l'équipe technique du **CET** d'El Amria pour leur accueil chaleureux.*

*Nous remercions toute l'équipe du service de **LNHC** pour l'ambiance et la bonne humeur qui y règnaient et qui nos à permis de réaliser ces essais dans des optimales. On souhaiterait également les remercier pour l'intérêt et la curiosité dont ils ont fait preuve vis-à-vis de notre sujet.*

Enfin, on remercie nos proches et nos familles pour leur soutien tout au long de nos études

Dédicace



On dédie ce travail à

*Celles qui nous ont mis au monde, nous ont aidés à faire nos premiers pas,
À celle qui nous ont encouragés, nous ont soutenus, à aucun moment vous n'avez lâché nos
mains, vos voix nous murmuraient toujours de jolis mots pour nous pousser à faire mieux afin
de réaliser nos rêves et atteindre nos objectifs.*

*Vous qui nous avez entourés d'amour et d'affection. On vous dit Merci nos chères **mères**.*

*À vous nos chers **pères**, vous nous avez aidés à devenir ce que nous sommes aujourd'hui.
Vous avez été de beaux exemples pour nous.*

*À nos **frères et sœurs**, soyez fiers de nous, c'est grâce à vous que nous sommes arrivés à
parcourir ce long trajet qui prend fin et notre monde s'ouvrira sur d'autres horizons.*

*À nos chers **professeurs**, on vous dit merci pour le savoir qui vous nous avez transmis pour
toutes vos recommandations et vos encouragements c'est grâce à votre assistance qui nous
sommes là aujourd'hui.*

A tous ces êtres merveilleux merci du fond du cœur.

Hamza & Yassine



Table des figures

FIGURE 1 : CENTRE D'ENFOUISSEMENT D'AUBE.....	2
FIGURE 2 : PIEZOMETRES.....	6
FIGURE 3 : CELLULE D'ENFOUISSEMENT TECHNIQUE.....	11
FIGURE 4 : STATION DE TRAITEMENT DE LIXIVIAT.....	11
FIGURE 5 : LE TRAITEMENT DE LIXIVIAT.....	12
FIGURE 6 : LIXIVIAT.....	12
FIGURE 7 : INSTALLATION TYPE DE COLLECTE, TRANSPORT ET ELIMINATION DU BIOGAZ.....	13
FIGURE 8 : LES DIFFERENTS FLUX GENERES PAR LES PRECIPITATIONS ET LA FORMATION DES LIXIVIATS.....	14
FIGURE 9 : CARTE GEOGRAPHIQUE D'EL AMRIA.....	17
FIGURE 10 : LE SITE AVANT LES TRAVAUX.....	17
FIGURE 11 : VUE AERIENNE DE LA DECHARGE D'EL AMRIA.....	18
FIGURE 12 : CARTE DE ZONAGE SISMIQUE EN ALGERIE.....	21
FIGURE 13 : SCHEMA DU CASIER.....	27
FIGURE 14 : VUE EN PLAN.....	28
FIGURE 15 : LAGUNAGE VUE EN COUPE ET EN DESSUS.....	30
FIGURE 16 : BASSIN PRINCIPAL.....	31
FIGURE 17 : LES BASSINS SECONDAIRES.....	31
FIGURE 18 : LES BASSINS DE LIXIVIATS.....	32
FIGURE 19 : LA GEOLOGIE DE TERRAIN.....	33
FIGURE 20 : VUES AERIENNE DU SITE ETUDIE.....	33
FIGURE 21 : EXTRAIT DE LA CARTE GEOLOGIQUE D'EL AMRIA EX LOURMEL.....	34
FIGURE 22 : LES TRAVAUX D'EXCAVATION DE SITE.....	37
FIGURE 23 : LES CLOTURES.....	37
FIGURE 24 : LA PORTE D'ENTREE DE LA DECHARGE.....	38
FIGURE 25 : LE POSTE DE GARDE.....	38
FIGURE 26 : LE BLOC ADMINISTRATIF.....	39
FIGURE 27 : LA FOSSE SEPTIQUE.....	39
FIGURE 28 : LA BACHE D'EAU.....	39
FIGURE 29 : L'ABRI DE STATIONNEMENT DES ENGIN.....	40
FIGURE 30 : LA STATION DU GASOIL.....	40
FIGURE 31 : LA VOIE D'ACCES.....	41
FIGURE 32 : L'ECLAIRAGE EXTERIEUR DE LA DECHARGE.....	41
FIGURE 33 : LE CASIER D'ENFOUISSEMENT.....	42
FIGURE 34 : GEOCOMPOSITE.....	42
FIGURE 35 : RACCORDEMENT EN PIED DE TALUS.....	43
FIGURE 36 : AMENAGEMENT DE GROS GRAVIER (BALLAST).....	43
FIGURE 37 : LES TUYAUX PERFORES EN PEHD.....	44
FIGURE 38 : COUPE TRANSVERSAL D'UN CASIER.....	45
FIGURE 39 : STRUCTURE MULTICOUCHES DE LA COUVERTURE FINALE.....	45
FIGURE 40 : NOMENCLATURE DES DECHETS.....	49
FIGURE 41 : DECHETS DES MENAGERS : COMPOSITION DE LA POUBELLE.....	50
FIGURE 42 : CYCLE DE VIE D'UN DECHET.....	51
FIGURE 43 : IMPACT DE LA PRODUCTION DES DECHETS SUR L'ENVIRONNEMENT [06].....	51
FIGURE 44 : LES DIFFERENTS MODES DE COLLECTE.....	52
FIGURE 45 : L'ORGANISATION DE TRI DES DECHETS.....	53
FIGURE 46 : CYCLE DE VIE DES MATIERES ORGANIQUES.....	55
FIGURE 47 : LOGOS DE RECYCLAGE.....	55
FIGURE 48 : CENTRE DE TRI DU CARTON A SIDI BEN ADDA.....	57
FIGURE 49 : LE CYCLE DE VIE DU PAPIER-CARTON.....	58

FIGURE 50 : CALCIN PRET A ETRE FONDU.	59
FIGURE 51 : LE CYCLE DE VIE DU VERRE.....	59
FIGURE 52 : LES DIFFERENTS TYPES DE PLASTIQUE.....	60
FIGURE 53 : LE CYCLE DE VIE DU PLASTIQUE.....	61
FIGURE 54 : LES METAUX.....	62
FIGURE 55 : LE CYCLE DE VIE DE L'ALUMINIUM ET D'ACIER.....	62
FIGURE 56 : COUPE TRANSVERSALE D'UN PNEU.....	67
FIGURE 57 : RECHAPAGE.....	71
FIGURE 58 : RECREUSAGE.....	72
FIGURE 59 : LES DIFFERENTS DIAMETRES DES GRANULATS.....	73
FIGURE 60 : AIRE DE JEUX.....	73
FIGURE 61 : PISTE D'ATHLETISME.....	74
FIGURE 62 : L'UTILISATION DES GRANULATS DES PNEUS DANS LE BETON.....	74
FIGURE 63 : LES GRANULATS DE PNEUS DANS UN GAZON SYNTHETIQUE.....	75
FIGURE 64 : SOL EQUESTRE.....	75
FIGURE 65 : UN MUR DE SOUTENEMENT « PNEUSOL ».....	76
FIGURE 66 : AUTRES APPLICATIONS.....	77
FIGURE 67 : SEPARATEUR.....	78
FIGURE 68 : DECOUPEUR.....	78
FIGURE 69 : PREBROYEUR.....	79
FIGURE 70 : BROYEUR.....	79

Table des tableaux

Tableau 1 : Les déchets admis.....	9
Tableau 2 : Eloignement de site par rapport aux villes voisines.....	19
Tableau 3 : Répartition de la température à travers les mois de l'année 20 dernières.....	20
Tableau 4 : Représentation de l'aspect faisabilité de site.....	23
Tableau 5 : Le dimensionnement des infrastructures de site.....	24
Tableau 6 : Tableau d'estimation de population a l'horizon 2030.....	25
Tableau 7 : Tableau d'estimation des déchets générés à l'horizon 2030.....	25
Tableau 8 : Le temps d'exploitation théorique d'un casier.....	29
Tableau 9 : Les résultats de sondage effectués sur le site.....	35
Tableau 10 : Les résultats des essais réalisés pour le site.....	36
Tableau 11 : Schéma d'aménagement du casier.....	44
Tableau 12 : Capacité de récupération des déchets.....	57
Tableau 13 : Constitution moyenne en masse de pneu.....	67
Tableau 14 : Les caractéristiques des pneumatiques.....	68
Tableau 15 : Quantité de pneus en caoutchouc importés par l'Algérie de 2006 à 2010.....	69



Terminologie

Alvéole : Subdivision du casier aux tranchés.

Lixiviats : Sont les jus produits sous l'action conjuguée de l'eau de pluie et de la fermentation des déchets enfouis et s'écoulant de l'installation de stockage ou contenu dans celle-ci.

Digue : C'est un remblai longitudinal périmétrique stable et étanche, de nature artificielle et le plus souvent composé de terre.

Temps de remplissage : C'est la période d'exploitation (période couvrant les actions d'admission et de stockage des déchets).

Fosse septique : C'est une chambre imperméable à l'eau, pour le stockage et le traitement des eaux vannes et des eaux grises.

Piézomètre : C'est un forage non exploité qui permet la mesure du niveau de l'eau souterraine en un point donné de la nappe.

Pneusol : C'est formé de l'association de deux éléments : le pneu et le sol, et sert à supporter des efforts de traction importants.

Table des abréviations

Abréviations	Significations
ANAT	Agence National pour l'Aménagement du Territoire.
AV	Avions.
B.E.T.E ³	Bureau d'Études Technique Environnement- Ecologie- Ecosystèmes.
BTPH	Bâtiments Travaux Publics et Hydrauliques.
CET	Centre d'Enfouissement Technique.
DAE	Déchets d'Activités Économiques.
DD	Déchets Dangereux.
DND	Déchets Non Dangereux.
DPAT	Direction de la Planifications et Aménagement du Territoire.
ETRA	European Tyre Recycling Association.
FEDEP	Fédération Dionysienne d'Education Populaire.
GC	Génie Civil.
LTPO	Laboratoire des Travaux Publics de l'Ouest.
MATE	Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement.
MOC	Ménager Ordinaire et Collectif.
ONA	Office National d'Assainissement.
ONS	Office National des Statistiques.
PAW	Plans d'Aménagement des Wilayas.
PEBD	Polyéthylène Base Densité.
PEHD	Polyéthylène Haute Densité.
PET	Polyéthylène Téréphtalate.
PL	Poids Lourds.
PU	Pneus Usagé.
PUNR	Pneus Usagés Non Réutilisables.
PUR	Pneus Usagés Réutilisables.
PROGDEM	Programme de la Gestion des Déchets Municipaux



RPA	Règlement Parasismique Algériens.
SAU	Surface Agricole Utile.
SC	Scooters.
SNAT	Schéma National d'Aménagement du Territoire.
UF	Ultrafiltration.
UTM	Unified Threat Management.
VL	Véhicules Légers.
VUL	Véhicules Utilitaires Légers.



Introduction générale

Notre société est basée sur un modèle économique dont le fondement est la croissance. Afin de la maintenir, nous utilisons des démarches publicitaires agressives et des produits à la durée de vie limitée, voire à usage unique, dans le but de créer ou de renouveler un besoin chez le consommateur. Cette surconsommation associée à la croissance démographique et le développement de mégapole au cours de ces dernières décennies ont entraîné une augmentation alarmante de la production des déchets.

La mise en décharge est une parmi les méthodes qui sert à gérer cette problématique. Il s'agit de l'option la moins désirable écologiquement et celle qui devrait, dans la mesure du possible être évitée. Il n'en est pas moins qu'il s'agit encore de la méthode la plus employée, non sans raison d'ailleurs, c'est en effet la technique de traitement des déchets la moins onéreuse et la plus simple à mettre en œuvre.

A l'heure actuelle, tout le monde sait qu'enterrer ses déchets dans le premier terrain vague venu est préjudiciable pour l'environnement, et peut avoir des répercussions dramatiques en termes de santé publique et le cadre de vie des citoyens, ainsi que les écosystèmes qui abritent la richesse faunistique et floristique et par conséquent l'économie du pays. C'est pourquoi l'enfouissement des déchets est de plus en plus contrôlé et le terme de décharge est remplacé par celui de « centre d'enfouissement technique » qui témoigne de la modernisation et de la rigueur dont ces centres font l'objet.

Des efforts considérables sont menés, mais malheureusement le résultat escompté est loin d'être atteint pour plusieurs raisons, il y a lieu de citer à titre d'exemples :

- ❖ La réglementation en vigueur est assez riche mais la prise en charge sur le terrain est timide pour cause de plusieurs facteurs liés à l'incivisme, à l'éducation et surtout au manque de mécanismes pour faire respecter la réglementation.
- ❖ La mécanisation de la collecte reste très insignifiante.
- ❖ En Algérie, un nombre important de centres d'enfouissement technique sont réalisés (plus de 80) mais environ une dizaine seulement sont en exploitation et ne disposent pas encore de centres de tri.
- ❖ L'absence des centres de transfert et surtout des centres de tri, provoque une entrave sérieuse sur l'ensemble de mécanisme de la gestion des déchets ménagers et assimilés.

Le recyclage est aussi une méthode de traitement qui permet de diminuer la quantité de déchets incinérés ou enfouis, et la consommation de matières premières par réutilisation de celles-ci en circuit fermé donc d'en limiter l'impact économique et environnemental. Il s'agit d'une méthode onéreuse aussi bien au niveau de ses infrastructures, du transport que de la main d'œuvre mais cette filière n'est néanmoins pas parfaite car :

- ❖ Le matériau recyclé doit correspondre à des critères précis de qualité et être produit en quantité suffisante pour permettre une utilisation industrielle.
- ❖ Il est nécessaire que ladite industrie conçoive un débouché rentable au matériau recyclé.
- ❖ Cette méthode est dépendante du bon vouloir de l'utilisateur dont la coopération n'est pas toujours acquise, malgré les campagnes d'informations et les législations mises en place.



La situation en matière d'hygiène et de salubrité publique se dégrade gravement de plus en plus, malgré la volonté et les grands efforts déployés par l'état. Cette situation par manque de personnel qualifié, de moyens matériels appropriés et d'unités d'élimination adaptés, entraîne un dysfonctionnement du mode d'organisation des services chargés de la gestion des déchets.

Pour terminer, nous tenterons de concevoir le modèle le plus complet possible d'un centre d'enfouissement technique pour objectif de récupérer et évaluer les matériaux recyclables tout en réduisant les pertes de la matière première et atténuer l'impact des déchets sur l'environnement.



1. Introduction

Tous les déchets qui ne peuvent ou ne sont pas recyclés ou compostés ainsi que les résidus de l'incinération doivent être stockés en décharge. Malgré l'impact positif de la politique de prévention et des initiatives associées, l'enfouissement en CET reste un alternative avantageux en termes de gestion des déchets pour des raisons principalement économique, donc c'est la technique la plus utilisées dans nombreux pays à revenus faibles, Cependant, La mise en décharge sans aucune précaution est une pratique qui est appelée à disparaître.

De plus en plus, il est demandé aux exploitants d'offrir un certain nombre de garanties pour éviter toute incidence néfaste des dépôts de déchets sur l'environnement (humain et naturel). L'exploitation contrôlée d'une décharge nécessite donc des études et des aménagements préalables ainsi que des procédures de gestion appropriées. Comme :

- ❖ L'emplacement doit répondre à certains critères.
- ❖ Le Centre doit être équipé d'un système d'étanchéité et de drainage.
- ❖ Il doit posséder une couverture étanche.
- ❖ Il doit assurer la gestion des émanations gazeuses.

Dans ce chapitre nous tenterons de définir les critères minimums à respecter lors du choix de futurs sites de stockage des déchets, pour que le CET ait l'incidence la plus faible sur son environnement lorsqu'il sera exploité. Et apporteront les connaissances de base afin d'assurer la protection du sous-sol et le traitement de biogaz et des lixiviats [01].

2. Définition

Un centre d'enfouissement technique est un site de stockage des déchets ménagers, aménagé suivant des techniques modernes bien étudiées de manière à éviter ou minimiser les conflits entre les effets d'une décharge sur l'environnement [02], tout en tenant compte de la réintégration du site dans son environnement naturel après sa fermeture.

La méthode consiste :

- ❖ A creuser des casiers suivants des dimensions appropriées au terrain.
- ❖ De réaliser dans le besoin un système d'étancheification de la décharge.
- ❖ De réaliser un système de collecte et traitement des eaux de percolation.
- ❖ De réaliser un système de collecte, de traitement et vélarisation des gaz de la décharge.
- ❖ De déposer les déchets organiques et de bien les tasser jusqu'à une certaine hauteur.
- ❖ De réaliser une couverture multicouche de protection dont la dernière est une couche de terre végétale pour créer un espace vert.



Figure N°1 : Centre d'enfouissement d'Aube [03].



3. Classification

Les centres d'enfouissement techniques sont soumis à une législation stricte de la part de l'Union Européenne. Ces règlements proposent une classification des déchets :

- ❖ Les centres pour déchets dangereux et les déchets industriels non toxiques.
- ❖ Les centres pour déchets non dangereux (dont les déchets ménagers et les déchets industriels non toxiques).
- ❖ Les centres pour déchets inertes (béton, sols non pollués...).
- ❖ Les centres pour déchets toxiques.
- ❖ Les centres pour déchets dangereux et les déchets industriels non toxiques et les déchets inertes dont le producteur est le propriétaire [04].

Pour La réglementation algérienne on peut classer les CET en trois classes [05] :

- ❖ Les CET pour les déchets inertes (classe1).
- ❖ Les CET pour les déchets ménagers (classe2).
- ❖ Les CET pour les déchets spéciaux (classe3).

4. Objectifs du CET

Le C .E.T est destiné pour accueillir les déchets ménagers et assimilés vue de Leur enfouissement pour :

- ❖ Eradiquer les lieux de dépôt sauvage.
- ❖ Atténuer l'impact des déchets sur l'environnement.
- ❖ Récupérer et évaluer les matériaux recyclables tout en réduisant les pertes de la matière première.
- ❖ Réduire le volume et la quantité des déchets.
- ❖ Fournir de nouvelles opportunités industrielles et des postes d'emplois [06].

5. Les critères générales du choix d'un site pour les CET

Le choix du site d'implantation d'un CET ne peut se faire par hasard. Différents paramètre doivent être étudiés afin d'assurer que le CET, une fois en exploitation et après fermeture, aura une incidence la plus faible possible sur l'environnement. Il est souvent important de considérer d'emblée plusieurs sites potentiels [07].

5.1. Des critères D'exclusion

Dans telles zones l'emplacement d'une décharge causerait d'importantes nuisances, qui ne peuvent ni être exclues ni être efficacement limitées. Généralement sont les zones suivantes :

- ❖ Zones militaires.
- ❖ Parcs nationaux.
- ❖ Zones naturelles protégées.
- ❖ Zones avec une distance à un aéroport inférieur à 5 km.
- ❖ Zones avec mines souterraines.
- ❖ Marécages.

5.2. Des critères de restriction

Aussi nommés critères de pondération sont données là où des nuisances pour l'environnement ne peuvent pas être exclues. Mais ou il est possible d'empêcher par des mesures appropriées une évation à longue porté de polluants. Comme les critères suivants:

- ❖ Relief topographique.
- ❖ Situation morphologique.
- ❖ Nuisances préalables.
- ❖ Forets et réserves naturelles [07].



- ❖ Distance à urbanisations.
- ❖ Plan régional.
- ❖ Opposition du public.
- ❖ Effet des émissions (odeur, bruit, vermine, poussière).

5.3. Des critères de considération

Dans le cadre de la recherche de site, il faut prendre en considération des aspects que peuvent avoir de l'influence sur la décision comme suivants :

- ❖ Métrologique.
- ❖ Distance au lieu principal de production de déchets.
- ❖ Réseau de transport.
- ❖ Propriétaire du terrain.
- ❖ Utilisation du site.
- ❖ Nuisances générales du panorama visibilité.
- ❖ Protection des espèces et des biotopes.
- ❖ Présence d'électricité et autre infrastructure.
- ❖ Distance à une station de traitement des eaux usées.
- ❖ Présence d'argile.

5.4. Critères géologique-géotechniques

5.4.1. Critères d'exclusions

Dans l'optique de la géologie-géotechnique et l'hydrogéologie il faut appliquer comme critères d'exclusion :

- ❖ Priorité des matières premières et surfaces de réserves de matières premières (le cas échéant aussi uniquement comme critère de restriction).
- ❖ Zone avec risque de tremblement de terre.
- ❖ Risque de glissement, d'effondrement et de cavités souterraines qui ne peuvent pas être éliminées.
- ❖ Situation morphologique extrême (escarpement, haute montagne).
- ❖ Monument naturel géologique.

5.4.2. Critères de restriction

- ❖ Barrière géologique manquante ou bien insuffisante.
- ❖ Terrain accidenté (surface en pente, incision de vallée).
- ❖ Couche de surface aquifère au dessus d'une barrière géologique.
- ❖ Emergence d'eau de source, stratifié et de pente dans la zone de la décharge.
- ❖ Zone avec risque de glissement et avec forte sensibilité d'abaissement.
- ❖ Carrière en exploitation ou désaffecté avec importantes failles qui ne peuvent pas être entachées.
- ❖ Distance trop petite par rapport à des carrières en exploitation (ou éventuellement à remettre en exploitation) où l'exploitation se fait par explosion.
- ❖ Faible connaissance et peu de données de base sur la géologie et l'hydrogéologie.
- ❖ Zone failleuses.

6. Les principes élémentaires de la conception du CET

Il est de l'obligation de tous les responsables et participants à la conception d'un CET de répondre aux exigences élémentaires d'hygiène et de la protection de l'environnement [08].

Les travaux d'excavation des casiers sont extrêmement coûteuses notamment dans le cas où le sol est rocheux [07], Pour cela il est recommandé d'éviter ou de minimiser les travaux d'excavation pour la réalisation des CET et de tirer par contre les avantages de la morphologie du site des formations naturelles du terrain, Ce sont les conditions topographiques du site qui doivent déterminer la configuration et le planning du CET, Par ailleurs, il faut prendre en compte la réintégration du site dans son environnement naturel après la fermeture.



Autre éléments clés de la conception d'un CET :

- ❖ Zone de collecte.
- ❖ Types et quantités des déchets.
- ❖ Propriétés des déchets.
- ❖ Niveau technique approprié.
- ❖ Prétraitement des déchets souhaitable.

6.1. Choix du site

En premier lieu un catalogue de critères d'exclusion et de restriction relatifs aux intérêts concurrents et de critères de considération devrait être dressé.

Outre les dispositions générales et particulières en matière de protection de l'environnement prévues par les lois et règlements en vigueur, tout choix de site pour le traitement et le stockage des déchets est soumis à l'autorisation de Wali.

Un choix de site inapproprié peut entraîner des dépenses excessives, des risques environnementaux supplémentaires et des problèmes sociaux-culturels. Le choix de site d'un CET est une des plus importantes décisions pour la mise en œuvre du schéma directeur de la gestion des déchets.

En plus la détermination du site d'un CET doit tenir compte des exigences concernant :

- ❖ La possibilité d'exploitation du CET sur une période de quinze (15) années minimum.
- ❖ Les sites urbains.
- ❖ Distance au lieu principal de production de déchets
- ❖ Protection de la nature et du paysage.
- ❖ Les cours et plans d'eau.
- ❖ L'existence d'eaux souterraines, d'eaux côtières.
- ❖ La géologie et l'hydrogéologie.
- ❖ Position dans le relief géologique (situation morphologique).
- ❖ Risque de glissements de terrains ou d'avalanche sur le site.
- ❖ Zone disponible pour extension.

Le CET ne peut être autorisé que si vu les caractéristiques de site au regard des exigences mentionnées ci-dessus ou les mesures correctives envisagées. Le CET ne présente pas de risque grave pour l'environnement [08].

Le CET ne peut jamais être autorisé dans une zone de protection de la nappe phréatique utilisée pour l'alimentation en eau potable.

6.2. Infrastructures minimales

Indépendamment de son type et sa capacité, tout CET a besoin des infrastructures minimales suivantes :

- ❖ Routes externes et internes stabilisées et accessibles à tout temps.
- ❖ Entrée avec portail.
- ❖ Poste de contrôle.
- ❖ Clôture entière : Pour éviter les entrées non autorisées à la décharge, il serait recommandé de clôturer le terrain [09].
- ❖ Dépôt parking.
- ❖ Installation sanitaires.
- ❖ Éclairage et moyens de télécommunication.

6.3. Maîtrise des eaux

Compte tenu des caractéristiques du CET et des conditions météorologiques, des mesures appropriées doivent être prises en vue :

- ❖ De limiter les quantités d'eau dues aux précipitations s'infiltrant dans la masse des déchets enfouissent.



- ❖ D'empêcher les eaux de surface et/ou souterraines de s'infiltrer dans les déchets enfouis.
- ❖ De recueillir les eaux contaminées et les lixiviats.
- ❖ De traiter les eaux contaminées et les lixiviats recueillis dans le CET afin qu'ils atteignent la qualité requise pour pouvoir être rejetés.

Les CET situés sur des nappes phréatique doivent disposer de piézomètres de surveillance.



Figure N°2 : piézomètres

6.4. Protection du sol et des eaux

Tout CET doit être situé et conçu de manière à remplir les conditions requises pour prévenir la pollution de sol, des eaux souterraines ou des eaux de surfaces et pour assurer que les lixiviats sont recueillis de manière efficace [08].

La protection du sol, des eaux souterraines et des eaux de surfaces doit être assurée pendant la phase d'exploitation par une barrière géologique assortie d'un revêtement de base étanche et pendant les phases d'inactivité ou après la désaffectation par une barrière assortie d'un revêtement de surface étanche.

Il y a une barrière géologique lorsque les conditions géologique et hydrogéologique du site du CET offrent une capacité d'atténuation suffisante pour éviter tout risque pour le sol et les eaux souterraines.

La base et les cotes du CET doivent être constitués d'une couche minérale répondant à des exigences de perméabilité et d'épaisseur, dont l'effet combiné en termes de protection du sol, des eaux souterraines et des eaux de surfaces est au moins équivalent à celui résultant des exigences suivantes :

- ❖ $K \leq 1.0 \times 10^{-9}$ m/s.
- ❖ Epaisseur ≥ 1 m.

Dans les cas où la barrière géologique ne répond pas naturellement aux conditions précitées elle peut être complétée artificiellement et renforcée par d'autres moyens offrant une protection équivalente.

La surface du système d'étanchéité doit être profilée par une déclivité longitudinale et transversale afin de permettre une évacuation en pente libre des lixiviats. L'épaisseur de chaque couche drainante doit avoir une épaisseur minimal de 50cm [10], mais de préférence qu'elle ne doit pas dépasser 30 cm, ceci représente une valeur limite pour obtenir un bon rendement de compactage et assure la circulation des engins.

Outre la barrière géologique décrit ci-dessus, un système d'étanchéité et de récupération des lixiviats doit être ajouté conformément aux principes énoncés ci-après, de manière à assurer la plus faible accumulation possible de lixiviats à la base du CET.



Les types d'étanchéité de la base suivants peuvent être utilisés :

❖ **Couche minérale compose d'argile avec les propriétés suivantes :**

- $K \leq 1.0 \times 10^{-9}$ m/s.
- 2 couches de 25 cm d'épaisseur chacune.

Compactage à un minimum de 95% de valeur Proctor normal.

❖ **Couche d'asphalte composée de 2 couches d'asphalte avec les propriétés suivantes :**

- **1 couche de support d'une :**
 - a) Epaisseur de 8 cm.
 - b) Granulométrie 0-16 mm.
 - c) Contenant 5,5-6,5 % en masse de bitume.
 - d) Volume des pores $\leq 5\%$.
- **1 couche d'étanchéité d'une :**
 - a) Epaisseur de 6 cm.
 - b) Granulométrie 0-11 mm.
 - c) Contenant 6,5-7,5 % en masse de bitume.
 - d) Volume des pores $\leq 3\%$.

❖ **Géo-composite Bentonitique qui se compose généralement de :**

- Un géotextile.
- Un géo-filme en polyéthylène.
- bentonite (minimum 4 kg/m²).

La bentonite est efficace seulement si il est humidifier et permanent humide. Pour cela en zone aride l'absence d'eau peut être un problème restrictif pour l'utilisation de Géo-composite Bentonitique.

Les géo-synthétique (géo-membranes et géo-composite) doivent être appliquées par un personnel qualifié d'après un plan d'application élaboré, au préalable les géo-synthétiques doivent être protégées soit par :

- ❖ Une couche de 15 cm de sable de granulométrie 0-8 mm.
- ❖ Un géotextile avec un poids surfacique ≥ 1200 g/m².
- ❖ Une combinaison des deux.

La couche de protection ne doit pas être compactée.

6.5. Gestion de Lixiviats

Les systèmes de drainage pour la récupération des lixiviats se composent de :

❖ **Une couche de drainage posée sur la base et les talus d'appui**

- Epaisseur entre 30 et 50 cm.
- Gravier drainant avec $K \geq 1.0 \times 10^{-3}$ m/s, par exemple gravier avec une granulométrie de 16/32 mm.
- Gravier non calcaire ou avec faible pourcentage de calcaire (max 20%).
- Préférable du gravier rond que du gravier concassé.
- Inclinaison transversale $\geq 3\%$.
- Inclinaison longitudinale $\geq 1\%$.

❖ **Les tubes de drainage**

- Distance maximal entre les tubes 30 m.
- Posés en ligne droite.
- Aboutir dans un regard d'inspection à l'extérieur du CET.
- Diamètre ≥ 250 mm.
- Inclinaison $\geq 1\%$.
- Matériel PEHD.
- Résistance à pression minimum PN 16.

La corrosivité des lixiviats attaque dans certaines conditions les bétons. Il est recommandé d'utiliser à cet effet des tubes en PEHD aussi à l'extérieur de la couche de drainage pour l'évacuation des lixiviats.



Les lixiviats doivent s'écouler dans les tubes en pente libre vers les puits de regard installés à l'extérieur du CET. La réalisation de regard à l'intérieur du CET est interdite. Par les puits de regard les lixiviats sont transmis aux conduites collectrices se trouvant en dehors du corps de la décharge. Les puits de regard servent aussi au maintien et au contrôle des conduites de drainage.

Pour cela, les puits de regard à l'extérieur doivent offrir suffisamment d'espace pour contrôler et nettoyer le tuyau de manière adéquate. L'embout du tuyau de drainage dans les regards de contrôle doit être situé au dessous du niveau du liquide, afin d'empêcher la pénétration de l'air dans le système de drainage.

Avec conduites collectrices les lixiviats sont conduits aux bassins de stockage, les fonctions des bassins de stockage sont :

- ❖ Egalisation des fluctuations des quantités, mise en œuvre du drainage.
- ❖ Captage des pointes de débit.
- ❖ Egalisation des concentrations.
- ❖ Garantie d'un flux constant vers l'installation de traitement.

Pour le calcul du volume des bassins il faut prendre en considération trois aspects essentiels :

- ❖ La quantité des lixiviats provenant de la décharge.
- ❖ Le temps de séjour des lixiviats dans le bassin de stockage.
- ❖ La capacité de l'installation de traitement qui suit.

Avant la mise en exploitation le système de stockage et de traitement des lixiviats doit être défini après une étude préalable qui prend en considération la quantité et la qualité des lixiviats.

6.6. Maitrise du BIOGAZ

Des mesures appropriées doivent être prises afin de limiter l'accumulation et la migration du biogaz, la construction de cheminées rigides de captage du biogaz doit être évitée.

Il est recommandé de réaliser des puits de dégazage flexibles après le début ou l'achèvement du remplissage du casier [05].

Le biogaz est recueilli dans tous les CET recevant des déchets biodégradables et doivent être traités, si les gaz ne peuvent pas être utilisés pour produire de l'énergie ils doivent être brûlés dans des torches.

La collecte, le traitement et l'utilisation du biogaz sont réalisés de manière à réduire au maximum les dommages ou les dégradations causées à l'environnement et les risques pour la santé humaine.

6.7. Nuisance et danger

Des mesures doivent être prises afin de réduire les nuisances et les dangers pouvant résulter de l'exploitation de CET :

- ❖ Emissions d'odeurs et de poussières.
- ❖ Matériaux emportés par le vent.
- ❖ Bruit et mouvements de véhicules.
- ❖ Oiseaux, animaux nuisibles et insectes.
- ❖ Formation d'aérosols.

L'importance de ces nuisances est déterminée selon: La valeur de la composante du milieu récepteur, l'intensité de l'impact, l'étendue de l'impact et la durée de l'impact [11].

6.8. Stabilité

Il convient de déposer les déchets sur le site de manière à assurer la stabilité de la masse des déchets et des structures associées, et en particulier à éviter les glissements

Si une barrière artificielle est établie, il faut s'assurer que le substrat géologique compte tenu de la morphologie du CET, est suffisamment stable pour empêcher un tassement risquant d'endommager la barrière.

Pentes maximales de $2V/3 H$ pour les talus d'appui et les talus de la surface de CET sont à respecter.



Un plan de stockage est un élément clé pour la conception d'un CET, il est recommandé d'identifier les séquences appropriées du stockage des déchets afin d'éviter les risques opérationnels et accomplir la conception finale du CET.

6.9. Clôtures

- ❖ Le CET doit être protégé pour empêcher le libre accès au site.
- ❖ Les grilles doivent être fermées à clef en dehors des heures de travail.
- ❖ Le système de contrôle et d'accès à chaque CET devrait comporter un programme de mesures permettant de détecter et de décourager les dépôts illégaux sur le site

6.10. Fermeture et réhabilitation

Le contour final du CET et la réintégration de site dans son (empêchement) naturel après achèvement de l'exploitation doivent être planifiés et approuvés de début.

L'objectif d'un système de couverture finale pour un CET fermé est de :

- ❖ Isoler les déchets d'environnement de la surface.
- ❖ Fournir une minimisation à long terme de l'infiltration de l'eau de précipitation au sein du CET.
- ❖ Contrôler la gestion du biogaz généré dans le CET.
- ❖ Planifier et autoriser la réintégration et replantation de la surface du CET achevé.

7. Fonctionnement du C.E.T

7.1. Les déchets admis

Le contrôle des déchets est effectué au poste de contrôle, à l'entrée de l'établissement.

Les déchets admis accèdent au C.E.T, après que les informations de l'engin de livraison (Poids, immatriculation) sont consignées sur le registre des admissions. Les déchets sont recouverts obligatoirement de filets de protection contre les envols quand ils sont livrés par des engins découverts. Les camions semi-remorques ne sont pas admis.

Les déchets acceptables	Les déchets interdits
les déchets ménagers et assimilés	déchets inertes (gravats, décombres et débris des travaux du BTPH).
les déchets de voirie	déchets contaminés provenant des établissements sanitaires
les déchets industriels et commerciaux assimilables aux déchets ménagers	carcasses de véhicules et ferrailles lourdes
les déchets des espaces verts	déchets d'abattoirs
les déchets de balayures	déchets liquides
les déchets encombrants	bidons et récipients métalliques de plus de 50 L de capacité
les déchets artisanaux	cadavres d'animaux de grande taille

Tableau 1: Les déchets admis. (Annexe 2)



Les déchets interdits sont refusés parce qu'inaptes à l'enfouissement, il est préconisé un autre mode de traitement. Le motif de refus des déchets et leurs provenances sont consignés sur le registre des refus.

Le CET n'est pas autorisé à accueillir, traiter ou enfouir des déchets dangereux mais peuvent cependant être conservés provisoirement (pendant 1 à 2 ans) sur le site, avant évacuation vers une unité de traitement appropriée [12].

7.2. Le mouvement des déchets admis

Les déchets admis, après leur consignation, sont dirigés soit vers le pont bascule pour les véhicules nouveaux dont on ignore les poids à vide et à charge, soit directement vers le centre de tri. Dans les deux cas, ils empruntent des chemins balisés.

7.3. Le centre de tri

Le centre de tri a pour vocation de trier les déchets multi matériaux, issus d'une collecte brute ainsi que les déchets banals issus des activités commerciales et industriels.

Le centre contribue à atteindre les objectifs de recyclage, à diminuer l'emploi de matière premières vierges. Il est enfin une source d'activités économiques et d'emplois directes ou indirectes.

Le tri manuel est positif, sa mécanisation reste un projet de l'installation. Le choix de la taille et le degré de mécanisation seront définis en concertation avec les partenaires, repreneurs des matériaux triés et en fonction de critères de rentabilité économiques.

7.4. La déchetterie

La déchetterie est un maillon du système de l'installation. C'est un espace aménagé et gardienné où le particulier peut apporter les déchets encombrants où ils sont stockés [06]. Enfin de journée, les déchets sont ainsi répartis :

- ❖ **Dans les cases** : les matières récupérables.
- ❖ **A la déchetterie** : les déchets encombrants (carcasses d'appareil électroménagers, sommiers usagers...etc.)
- ❖ **Sur l'aire de dépôtage** : les déchets destinés à l'enfouissement et les déchets verts.
- ❖ **Séparément** : les déchets ménagers spéciaux (huiles, batteries, piles, peintures, Phytosanitaires, solvants, tubes fluorescents).

7.5. L'enfouissement technique

L'exploitation du casier peut se faire progressivement ou par alvéole. Il n'est exploité qu'un casier ou qu'une seule alvéole à la fois. Les déchets sont déposés en couches successives et compactées sur site. La couche des déchets compactés ne doit pas excéder une épaisseur de 80 cm. Elle est recouverte de matériaux sur une épaisseur de 10 cm. Les matériaux de recouvrement ne doivent pas être argileux pour laisser percoler les lixiviats.

Des principes érigés en clauses au cahier des charges qui régit L'aménagement et l'exploitation des C.E.T, conditionnent la mise en œuvre de l'enfouissement technique. Ces principes généraux sont les suivants :

- ❖ La quantité minimale de matériaux de recouvrement disponible doit être au moins égale à celle utilisée pour 15 jours d'exploitation,
- ❖ Le compactage des déchets est effectué avec des engins à chaînes (chargeur à chaînes, tracteur à chaînes, chargeur sur pneu à chaînes, engins à compression sur roues métalliques à chaînes).
- ❖ Tous les six mois, une évaluation du tassement des déchets est réalisée.
- ❖ Les déchets sont nivelés dès leur déversement sur le casier ou immédiatement après l'intervention des récupérateurs.

Ce nivellement mécanisé doit permettre une circulation plus aisée des engins sur les déchets et limiter la prolifération des animaux. Un second tassement de l'ordre de 20 à 30% se fait naturellement durant les 10 à 20 premières années de stockage des déchets.



Trop compacter les déchets dès le départ nuit au dégazage, lorsque les déchets contiennent plus de 50% de matière organique. Il est recommandé d'assurer le nivellement à l'aide de pousseur sur chenilles larges (350g/cm²). Le nivellement respectera, dès la mise en service du casier, le plan d'exploitation et permettra d'atteindre la hauteur finale des déchets, majorée de 20% afin d'intégrer le tassement secondaire, le plus rapidement possible, au moins sur un des côtés du casier, de manière à initier sa réhabilitation (pose du géotextile anti-contaminant, des puits de dégazage et de la couverture finale et plantations) le plus rapidement possible [13].

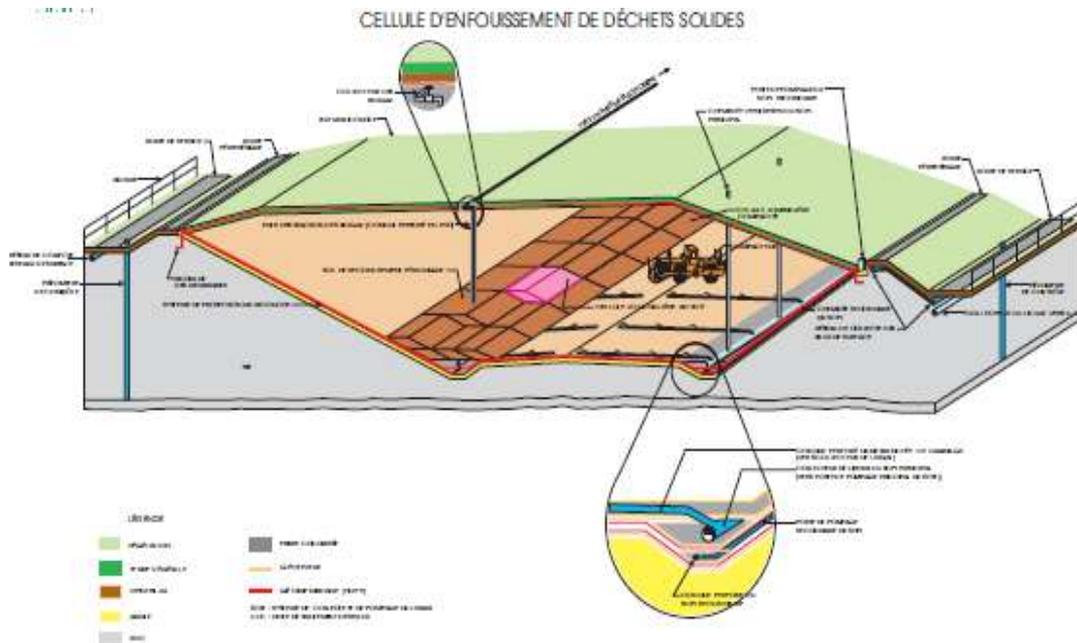


Figure N°3 : Cellule d'enfouissement technique

Source : CINTEC Environnement Inc.

7.6. Traitement de lixiviat

Des opérations d'entretien et de maintenances des dispositifs de gestion des eaux et des lixiviats seront assurées dans les bassins de décantation et de traitement. Les lixiviats après avoir été épurés par lagunage naturel sont collectés par un camion hydro cureur afin de les transférer vers une station d'épuration.



Figure N° 4 : Station de traitement de lixiviat.

Remarque : En Algérie actuellement le traitement des lixiviats fait toujours défaut par manque des stations de traitement dans la totalité des wilayas. L'O.N.A prend l'occupation par les stocker.

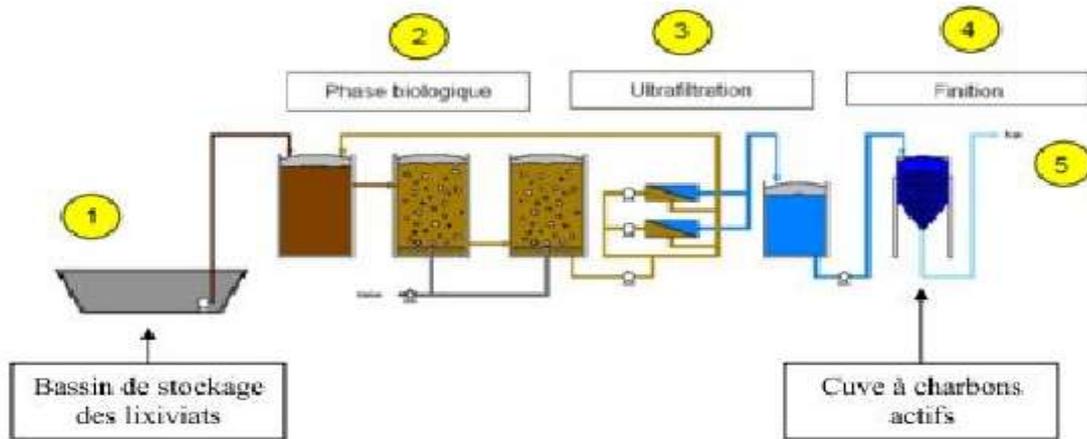


Figure N°5 : Le traitement de lixiviat.

Les lixiviats sont pompés dans le bassin de stockage par une pompe immergée.

La phase biologique consiste en une dégradation de la pollution des lixiviats par des bactéries. Les lixiviats ainsi débarrassés d'une partie de la pollution sont ensuite filtrés par un mécanisme d'ultrafiltration.

L'UF est une filtration d'une membrane semi-membrane grâce à une différence de pression. Les particules en solution ou en suspension de haut poids moléculaire sont retenues tandis que l'eau et les molécules de faible poids moléculaire passent à travers la membrane.

Le traitement final s'effectue via une filtration avec des charbons actifs. Le charbon actif est un matériau très poreux qui va fixer la pollution. C'est une vraie «éponge à pollution». Son action est complémentaire de l'ultrafiltration.

Au final, l'effluent traité peut rejoindre, après contrôle, le milieu nature.



Lixiviats à travers casier

Sortie après ultra filtration

Rejet dans le milieu naturel Après passage sur les charbons actif

Figure N°6 : Lixiviats

7.7. Techniques d'extraction et de destruction du biogaz

Le biogaz est tout d'abord aspiré au moyen d'un système d'extraction dont le débit fait l'objet d'une régulation qui conditionne le taux de captage et la qualité du gaz. Les gaz sont ensuite injectés dans une unité d'incinération.

Cette unité d'incinération a pour fonction de convertir les composés inflammables ou toxiques du gaz en composés inertes. Il s'agit principalement d'un système constitué par une torchère dont les performances sont liées à la température de la flamme et à la qualité de combustion.

L'ensemble d'une installation type de collecte, transport et élimination du biogaz est représenté sur la figure ci-dessous [14].

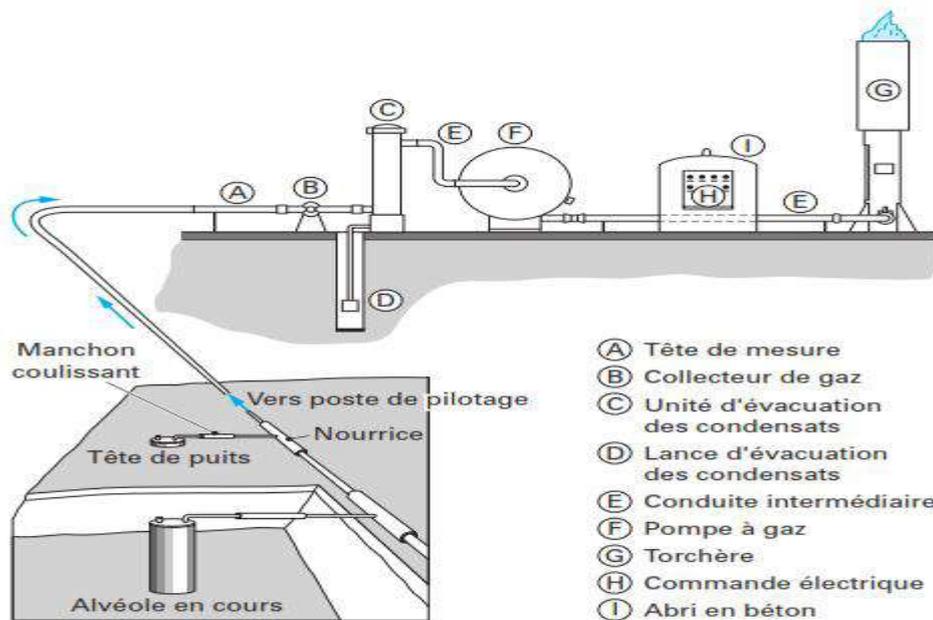


Figure N°7 : Installation type de collecte, transport et élimination du biogaz

7.7.1. Valorisation du biogaz

Compte tenu des propriétés énergétiques du biogaz, il peut être plus intéressant de le valoriser que de l'éliminer [14], les principaux modes de valorisation du biogaz sont les suivants :

❖ La production d'énergie électrique

Une option de réutilisation du gaz peut être de produire l'électricité. Dans ce cas, les gaz servent comme carburant pour le générateur. L'électricité produite est utilisée soit sur place ou vendue au système local ou régional de distribution d'énergie. Le biogaz est converti en énergie avec une efficacité de 35 %.

❖ La production de vapeur ou d'eau chaude

Le biogaz peut être brûlé dans une chaudière à vapeur, cette technique a un rendement plus élevé, jusqu'à 85 %. En outre, le biogaz peut être utilisé pour la production d'eau chaude (rendement jusqu'à 90 %).

❖ Le nettoyage et la conversion de biogaz en gaz naturel

Une autre option peut être de nettoyer et comprimer le gaz naturel comme source d'approvisionnement de carburant pour une utilisation sur ou hors site. En raison du coût d'investissement élevé, cette approche n'est utile que dans le cas de la grande production de biogaz.

8. L'impact sur l'environnement

8.1. L'impact sur les eaux de surface

Faute d'une gestion rigoureuse des flux, une pollution des eaux superficielles par fuite d'effluents lors de la décharge serait à redouter.

8.2. L'impact sur les eaux souterraines

La contamination de l'eau souterraine est un des principaux impacts possibles d'une décharge. La couche d'étanchéité offre une faible perméabilité : de 10^{-7} à moins de 10^{-9} m/s.

Il assure grâce à sa fraction argileuse importante, une double fonction [15] :

- ❖ Une filtration des bactéries et matières en suspension.
- ❖ Absorption des métaux lourds, grâce aux phénomènes d'échange d'ions sur les minéraux argileux.

La source principale en eaux d'une décharge vient d'une précipitation dont une partie seulement pénètre au cœur du massif des déchets (figures 8).

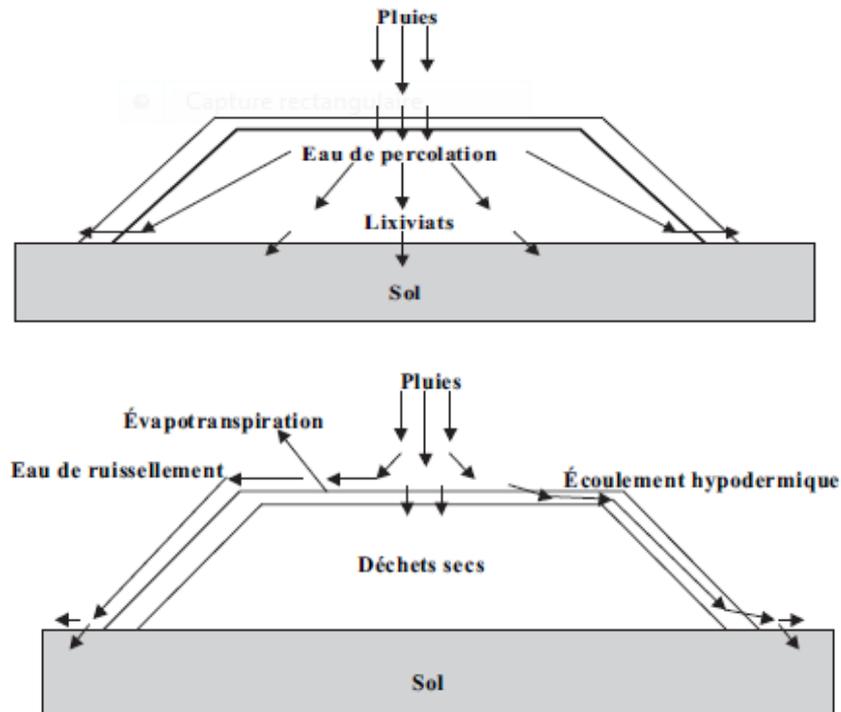


Figure N°8 : Les différents flux générés par les précipitations et la formation des lixiviats [01].

8.3. Impact sur la morphologie de site et stabilité des terrains

Le procédé d'exploitation des alvéoles, avec réglage en couche minces et compactage des déchets, ne devrait pas induire de tassements différentiels notables.

La couverture finale, dont la pente variera de 0.88% dans les faux plats à plus de 52% dans les talus, favorisera le ruissellement des eaux de pluie et minimisera l'érosion.

8.4. Impact sur le site et le paysage

La première phase d'exploitation de la décharge (comblement de l'excavation) n'aura qu'un très faible impact visuel d'autant que les installations de surface seront masquées par l'édification d'un merlon de terre arboré de 3m de hauteur.

Par contre, l'impact paysagé augmentera de manière significative avec l'exploitation des alvéoles créées en surélévation. L'impact visuel sera maximum le long de la route [15].

Après l'exploitation de la décharge, subsistera une sorte de colline engazonnée et boisée, si possible avec des essences locales.

8.5. Impact sur l'air, les ordures, le bruit

Du fait l'interdiction du brulage sur le site et de la mise en place d'un système de récupération du biogaz, L'impact sur la qualité de l'air sera quasiment nul.

De même, le recouvrement quotidien de la zone en exploitation par une mince couche de matériaux inertes, devrait éviter la propagation des mauvaises odeurs et l'éparpillement des déchets léger.

En ce qui concerne le bruit. La position de la décharge en zone rurale ne créera de nuisance légères au regard du trafic journalier que pour les occupants de la ferme. Cet impact devrait pourtant être atténué en raison de l'orientation des vents dominants.

8.6. Impact sur la faune et flore

Les dépôts des déchets peuvent entraîner la destruction des éléments de la flore qui sont utiles pour la population humaine et les animaux (plantes médicinales, plantes servant comme pâturage, les arbres servant de nichoir des oiseaux, ...).



Les déchets peuvent contaminer les animaux qui les fouillent à la recherche de la nourriture [12], les animaux peuvent se blesser lors du piétinement des éléments tranchants ou pointus dans les lieux de stockage des déchets. Ceci peut être à l'origine des infections pouvant entraîner la mort de certains animaux

8.7. Impact sur le patrimoine culturel

Seules, les nuisances liées à la circulation (faible ou demeurant) pourraient avoir un impact négatif sur l'intérêt touristique.

Bien étendue, la présence éventuelle, mais non reconnue, d'un site archéologique serait prise en compte dans l'application de mesures compensatoire.

9. Mesures compensatoires

9.1. Protection des eaux de surfaces et des eaux souterrains

- ❖ Assurer un bon procédé d'étancheification du casier et de la lagune [02].
- ❖ Etre vigilant au stockage des lixiviats dans la lagune.
- ❖ Bien stocker les futs des huiles et les autres produits d'entretien.

9.2. Airs, bruits

Pendant la phase d'exploitation en profondeur, il n'y aura pas d'envol et dans les phases ultérieures d'exploitation des filets seront disposés autour des alvéoles pour supprimer cette naissance [15].

L'insonorisation des engins de chantier permettra de réduire le niveau sonore de l'activité.

9.3. Faune, flore

L'impact, très faible, sur la faune et la flore, sera contenu par les mesures suivantes :

- ❖ La couverture régulière des déchets en cours d'exploitation limitera la prolifération des oiseaux qui vivent au dépend des décharges.
- ❖ Une remise en végétation progressive des surfaces définitivement couvertes évitera la prolifération d'espèces végétales peu désirable.

10. Conclusion

Les prescriptions réglementaires régissant la conception des centres de stockages de déchets, varient d'un pays à un autre. Cette variation dépend de plusieurs facteurs dont la volonté politique, les stratégies et les pratiques de gestions des déchets au niveau des autorités locales, la pression des mouvements écologiques.

L'installation de ces centres exige la mise en place d'un dispositif qui soit capable de limiter à la fois tout risque sur l'environnement.

L'exploitation de la décharge, nécessite des mesures d'organisation, de surveillance et de vigilance très rigoureuse pour éviter les risques et dangers comme les incendies, les explosions, les réactions chimiques, les infections et les divers types de pollution

Chapitre II



1. Introduction

Les activités humaines et notamment les processus de l'industrialisation en Algérie, depuis les années soixante, ont conduit à l'étouffement des villes en générant des problèmes complexes dans la gestion des eaux usées, des déchets fluides et solides et l'insalubrité de nos villes[16].

A T'émouchent, dans le but de gérer les déchets et d'éradiquer les décharges sauvages de la wilaya, on a dimensionné le Centre d'Enfouissement Technique (CET) qui regroupe les communes D'El Amria, Bouzedjar, Hassi El Ghalla, M'Saïd et Oueled Boudjema.

Ce dernier est un C.E.T. de classe 2 (déchets ménagers et assimilés avec risques moyens).



Figure N°9 : Carte géographique D'El Amria [17].

2. Choix de site

Le choix du site au lieu dit "Magra", commune d'EL Amria, a eu lieu après approbation de la présentation par le bureau d'études, de l'étude de faisabilité de 03 sites proposés par la commune d'EL Amria en date du 27/11/2011 par les représentants des services techniques de la wilaya.



Figure N°10 : Le site avant les travaux



2.1. Description de l'aspect localisation

2.1.1 Situation géographique

Le site du projet est situé entre Magra et Rouaïba au lieu dit Magra, commune et Daïra d'El Amria, utilisée actuellement comme dépôt illicite des déchets ménagers urbains de la localité de Rouaïba.

Le site est localisé dans une excavation formée par faille divisant une petite colline en 02 monticules ou prend naissance une grande Chaàba jouant le rôle de grand déversoir des affluents des communes voisines, suivant les coordonnées :

UTM, Station 1 X=678664 Y= 3939757. Station 9 X=678592 Y=3939785.

1.1.2. Superficie du site

La superficie de l'assiette du projet 3 Ha76 a 56 ca avec un périmètre de 971,84 ML.

1.1.3. Accès au site

L'accès au site se fait à partir du chemin de Wilaya N°20 menant à Bouzedjar tout juste à 2,40 Km de la bifurcation menant à Rouaïba.



Figure N°11 : Vue aérienne de la décharge D'El Amria



1.1.4. Eloignement du site par rapport aux localités :

	Villes	Distance / Km
Locaux voisins	Rouaiba	03
	Magra	3,70
	El Houaoura	17,80
	Kouamlia	9,80
	Bouzedjar	21,80
	El Amria	8,70
	Ain Témochent	38

Tableau 2 : Eloignement de site par rapport aux localités.

1.1.5. Infrastructure de communication

Comme il est indiqué sur le plan de site par rapport au réseau routier et au paragraphe accès au site, le projet profitera d'une infrastructure de communication très importante qui lui confère un avantage de premier ordre dans son activité.

1.1.6. Différents réseaux existants

Tout juste à proximité du site, passe une conduite d'eau qui alimente les agglomérations voisines, Le réseau de l'électricité à moyenne tension passe à environ 550 m du site [02].

1.2. Description de l'aspect physique

1.2.1. Climatologie de la région

Le climat de la région d'EL Amria est du type Méditerranéen, caractérisé par un été chaud et un hiver tempéré.

La région climatique se caractérise par les vents Nord-Ouest et Est qui n'importent que peu d'humidité et les vents du Nord qui ont une influence favorable en entravant l'arrivée des vents continentaux secs et chauds.

Les données, climatique des 20 dernière années révèlent les informations suivantes :

- ❖ Une moyenne mensuelle des températures allant de 11,10 C° au mois de Janvier à 25,75 C° au mois d'Aout.
- ❖ Une moyenne brute des minimas de 2,60 C° observée au mois de Janvier.
- ❖ Une moyenne brute des maximas de 40,70 C° observée au mois d'Aout.
- ❖ Une moyenne des précipitations de 300 à 400 mm /an. (**Données de la station synoptique de Béni Saf**)

L'irrégularité de la pluviométrie influe directement sur le milieu physique et l'activité économique basée essentiellement sur l'agriculture.



Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Température												
m^{11}	-0,2	0,2	1,2	4,0	6,6	10,0	13,2	11,8	10,8	7,6	4,0	0,2
m^1	2,6	2,7	3,8	5,7	8,4	11,9	14,1	14,6	13,1	9,9	6,0	3,0
M	6,5	6,9	8,3	10,0	12,6	15,5	18,1	19,0	17,0	14,4	10,2	7,7
$(M+m)/2$	11,10	11,65	13,50	15,45	18,35	21,60	25,00	25,75	23,10	19,9	14,57	12,20
M	15,7	16,4	18,7	20,9	24,1	27,7	31,9	32,5	29,2	25,4	19,3	16,7
M^1	20,8	22,9	25,1	29,0	32,6	35,6	40,7	38,2	36,6	32,5	25,5	21,7
M^{11}	26,2	28,8	31,4	35,4	38,0	39,8	47,4	44,8	41,2	36,8	28,2	24,2

Tableau 3 : Répartition de la température à travers les mois des 20 dernières années.

Source : ANAT, PAW d'Ain Temouchent.

Légende

m = Moyenne de tous les minimas.

m^1 = Moyenne brute des minimas mensuels extrêmes.

m^{11} = Minima absolu observé.

$(M+m)/2$ = Moyenne mensuelle.

M = Moyenne de tous les maximas.

M^1 = Moyenne brute des maximas mensuels extrêmes.

M^{11} = Maxima observé.

1.2.2. Topographie du site

Le site représente une topographie très accidentée dont l'énergie des pentes oscille entre 8% et 20%. La partie centrale est une excavation provoquée par l'agression d'une carrière abandonnée.

1.2.3. Géologie du site

D'après la carte géologique de la wilaya de Aïn Témouchent, le site de la décharge est caractérisé par une formation géologique carbonatée, composée de calcaire dolomitique lithotamné du miocène, d'une puissance allant jusqu'à 50m.

La couche de couverture est de potentialité faible et laisse apparaître en surface la roche mère (calcaire).

Le profil d'environ 15m de hauteur de la carrière abandonnée, explique bien la formation pédologique du site.

L'implantation du casier dans ce site exigera l'utilisation de moyens d'abattage de la roche calcaire appropriés et d'étanchéification par un système multi-barrière adéquat (couche d'argile, géomembrane, etc).



1.2.4. Hydrogéologie du site

Les formations gréseuses et calcaires du site constituent des drains pour les eaux d'infiltration. le débit de ces drains semble relativement faible et est intimement lié aux précipitations du fait que la nappe se situe à un niveau plus profond de plus de 80m.

1.2.5. Sismicités

Le règlement parasismique Algériens , élaboré en 1983 (R.P.A. 83) après le séisme D'El Asnam survenu en Octobre 1980 , révisé en 2003 après le séisme de Boumerdas (arrêté du 11 Janvier 2004, R.P.A 99/Version 2003 Publié au JO du 08/02/2004), classe cette région de Ain t'émouchent dans la zone II a, à sismicité moyenne dont l'intensité de base est d'environ 7 sur l'échelle de Richter, Cette magnitude correspond à la limite inférieure des grands tremblements de terre .

A noter que le territoire Algérien est divisé en 05 régions sismiques à savoir :

Zone O : Sismicité négligeable.

Zone I : Sismicité faible.

Zone II a et II b : Sismicité moyenne.

Zone III : Sismicité élevée.

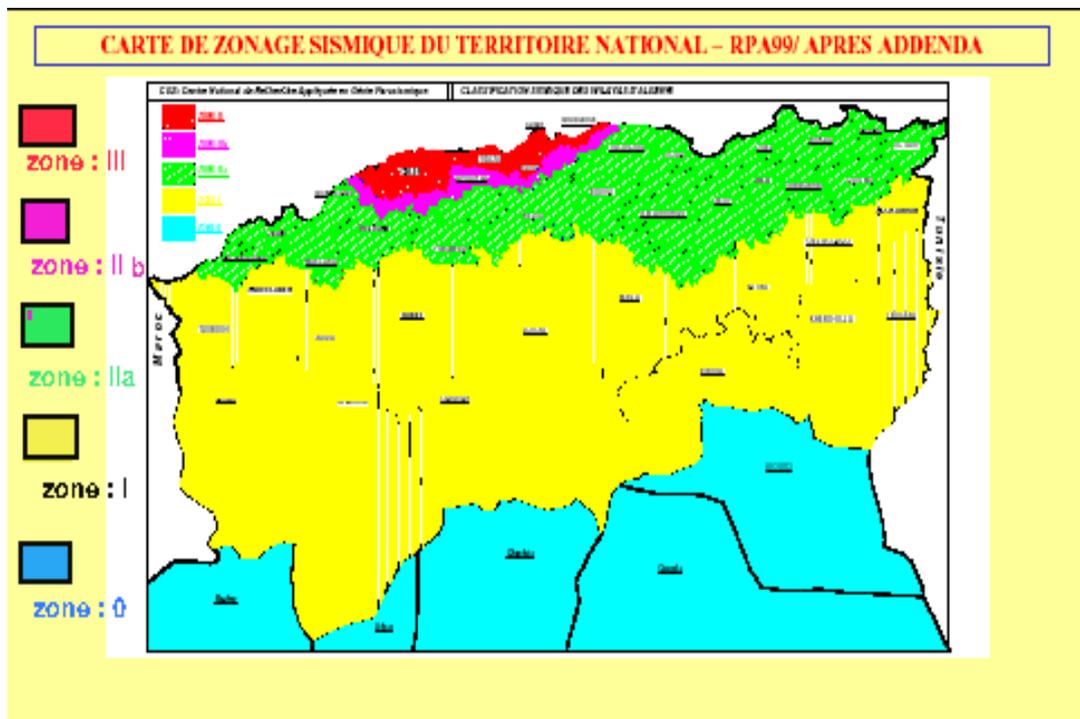


Figure N° 12: Carte de zonage sismique en Algérie [18].

1.3. Description de l'aspect biologique

1.3.1. Description de l'aspect floristique

Le site est situé dans une région agricole ou on pratique peu de maraichage et de vigne de table et essentiellement des céréales par manque d'eau d'irrigation, le climat marin permet de réaliser de bons rendements en céréales.

1.4. Description de l'aspect socio économique de la commune

1.4.1. Répartition de la superficie

La superficie totale de la commune est de 8244 Ha répartie comme suit :

SAU : 7378 Ha dont 7354 en sec et 24 en irrigué.



Pacages et parcours : 227 Ha.

Terres improductives : 639 Ha.

(Source: Annuaire statistique de la Wilaya année 2008. Edition D.P.A.T Mars 2009)

1.4.2. Répartition de la population

La population de 2018 de la commune d'EL Amria est de 25 039 habitants avec une densité de 249 Hab / Km². La répartition par sexe est de :

Pop masculine= 11190 soit 49,75 %

Pop féminine= 11302 soit 50,25 %

1.4.3. Agriculture

La commune d'EL Amria est une région agricole connue autrefois par des grandes étendues de vignobles notamment la vigne de cuve.

Par manque d'eau, ou y cultive actuellement surtout des céréales.

Toutes les terres du voisinage du site du projet, sont cultivées en céréaliculture.



2. Aspect faisabilité du site

Critères	Description
Commune	El Amria
Daïra	El Amria
Lieu dit	Magra
Distance/agglomérations	Rouaiba 03 Km
Possibilité d'extension	Favorable
Etat initial du site	Terrain nu
Occupation du sol	Décharge sauvage des déchets ménagers urbains
Etat foncier du site	Terrain domanial
Relief	Excavation formée par une faille divisant une petite colline en 02 monticules ou prend naissance une grande ChaÛba jouant le rôle de grand déversoir des affluents des communes voisines
Communications aux moyens de transport	Réseau routier convenable à destination des communes voisines
Raccordement aux réseaux nécessaires	Néant
Possibilités de recrutement	Recrutement facile du personnel
Impacts sociaux probables Maladies liées aux différents types de pollution	Faible à nul avec une bonne gestion de l'établissement
Dégradation de l'environnement	Néant
Maladies transmises par les animaux	Faible à nul avec une bonne gestion de l'établissement
Danger lié à la circulation des engins	Faible à nul

Tableau 4 : Représentation de l'aspect faisabilité de site.

L'analyse de faisabilité, révèle que le site convient à recevoir la décharge contrôlée avec un impact des nuisances sur la population ou l'environnement faible à nul et avec la possibilité de l'extension du site dans l'avenir.



3. Le dimensionnement

3.1. Dimensionnement des infrastructures

L'activité de la décharge nécessite les infrastructures suivantes :

N° ordre	01	02	03	04	05	06	07	08	10
Désignation	Bloc administratif	Poste de garde	Abri pour stationnement des engins	Station de gasoil	Bâche à eau	Fosse septique	Pont bascule	Voies d'accès	Total surface utile
Dimensions	L : 9m l : 3m	L : 3m l : 2,60m	L : 12m l : 8m	L : 20m l : 10m	L : 6m l : 5m	L : 2,5m l : 2,5m	L : 18m l : 4m	L : 920,81m l : 7m	
Superficie	27m ²	7,8m ²	96m ²	200m ²	30m ²	6,25m ²	72m ²	7366,53m ²	7805,58m ²

Tableau 5 : Le dimensionnement des infrastructures de site [02].

3.2. Le casier d'enfouissement

3.2.1. Estimation de la population à l'horizon 2030

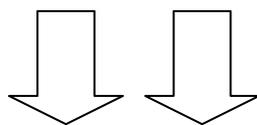
La décharge contrôlée d'El Amria prendra en charge les communes d'El Amria, Hassi EL Ghalla, Bouzedjar et M'said, Ouled Boudjema (Recommandation de la Direction de l'environnement de Ain témochent).

Ainsi la population concernée à l'horizon 2030 est comme suit :

$$\text{La population de chaque commune} = (P_a * T_c) + P_a$$

P_a : Population de l'année précédente.

T_c : Taux de croissance [19].



Exemple : Estimation de population de 2018 à 2019 :

$$25\,364,16 = (25\,038,66 * 1,3 / 100) + 25\,038,66$$



Année	Taux de croissance	El Amria	Ouled Boujema	Hassi El Ghalla	Bouzedjar	M'said	Total
2018	1.3%	25038,66	6904,42	13440,85	5038,50	5009,4	55431,83
2019		25364,16	6994,18	13615,59	5104,00	5074,52	56152,46
2020		25693,89	7085,11	13792,59	5170,35	5140,49	56882,43
2021		26027,91	7177,21	13971,89	5237,57	5207,32	57671,90
2022		26366,28	7270,52	14153,53	5305,66	5275,01	58371,00
2023		26709,04	7365,03	14337,52	5374,63	5343,59	59129,81
2024		27056,26	7460,78	14523,91	5444,50	5413,05	59898,50
2025		27407,99	7557,77	14712,72	5515,28	5483,42	60677,18
2026		27764,29	7656,02	14903,99	5586,98	5554,71	61465,99
2027		28125,23	7755,55	15097,74	5659,61	5626,92	62265,05
2028		28490,86	7856,37	15294,01	5733,18	5700,07	63074,49
2029		28861,24	7958,50	15492,83	5807,71	5774,17	63894,45
2030		29236,43	8061,96	15694,24	5883,21	5849,23	64725,07

Tableau 6 : Tableau d'estimation de population a l'horizon 2030

3.2.2. Estimation des déchets générés à l'horizon 2030

La moyenne quotidienne des déchets collectés a atteint plus de 1 640 tonnes/jour en 2017, alors qu'en 2016, la moyenne quotidienne de cette matière avait dépassé 1 570 tonnes/jour soit une hausse de 4.27%, tandis que la quantité moyenne de déchets par personne a atteint 0.74kg/jour [20]. Le pourcentage de la matière organique est 71%.

Donc :

$$\text{La quantité des déchets générés} = \text{La population de chaque commune} * (0,74 * 365)$$

Année	El Amria	Ouled Boudjema	Hassi El Ghalla	Bouzedjar	M'said	Total	
2018	6397376,86	1764080,38	3434138,18	1287336,76	1279901,16	14162833,34	
2019	6480542,76	1787013,43	3478781,97	1304072,14	1296539,88	14346950,18	
2020	6564789,82	1810244,60	3524006,14	1321025,08	1313394,90	14533460,54	
2021	6650132,09	1833777,78	3569818,22	1338198,40	1330469,03	14722395,52	
2022	6736583,80	1857616,89	3616225,85	1355594,98	1374765,13	14913786,65	
2023	6824159,39	1881765,91	3663236,79	1373217,72	1365286,07	15107656,88	
2024	6912873,47	1906228,87	3710858,87	1391069,55	1383034,79	15304065,73	
2025	7002740,82	1931009,84	3759100,03	1409153,45	1401014,25	15503018,39	
2026	7093776,45	1956112,97	3807968,33	1427472,45	1419227,43	15704557,63	
2027	7185995,55	1981542,44	3857471,92	1446029,59	1437677,39	15908716,89	
2028	7279413,49	2007302,49	3907619,09	1464827,97	1456367,19	16115530,20	
2029	7374045,86	2033397,42	3958418,11	1483870,74	1475299,97	16325032,10	
2030	7469908,46	2059831,59	4009877,54	1503161,06	1494478,87	16537257,52	199185261,57

Tableau 7 : Tableau d'estimation des déchets générés à l'horizon 2030



3.2.3. *Quantité des déchets générées*

- ❖ La quantité des déchets cumulée sur 13 années en Tonne c'est :

$$199185261,57 \text{ kg} \longrightarrow 199\ 185,26 \text{ T}$$

- ❖ Le volume des déchets cumulés sur 13 années en M³ c'est :

Il se trouve que 1 m³ équivalent à 500 kg (Plan directeur de gestion des déchets solides urbains, 2002).
[21].

Donc :

$$199\ 185\ 261,57 / 500 = 398371 \text{ m}^3$$

- ❖ Le volume des déchets cumulés sur 13 années à enfouir 71% :

Donc :

$$398371 * (71 / 100) = 282843,50 \text{ m}^3$$

- ❖ Le volume des déchets cumulés sur 13 années Après compactage :

$$282843,5 * 0,5 = 141421,53 \text{ m}^3$$

Remarque : Le volume aurait été réduit si nous avons un centre de tri

- ❖ Calcule de la surface :

La superficie libre du site est : $37656 - 7805,58 = 29850,42 \text{ m}^2$.

Donc on a présumé que la hauteur du casier est 7m.

- ❖ La superficie haute de casier :

$$S_{\text{haut}} = (\text{Le volume du casier} / 07) = 20\ 203,08 \text{ m}^2.$$

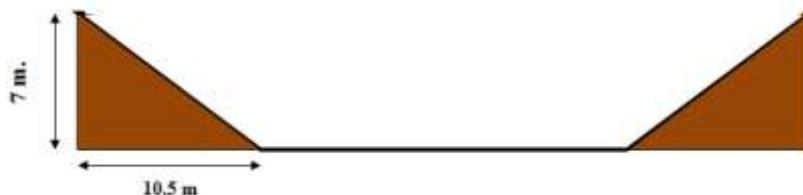
Pour la commodité du chantier on considère une pente de 2V/3H.

Donc : $h * (3/2) = 7 * (3/2) = 10,5 \text{ m}$. \longrightarrow La pente = 12.6 m. (D'après Pythagore)

On suppose une largeur de 90m : $20\ 203,08 / 90 = \text{Longueur} = 224,5 \text{ m}$.

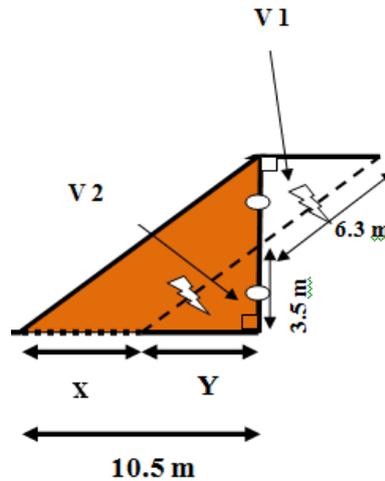
Après le calcul de volume à partir de cette surface, On a trouvé que le volume est :

$120\ 141 \text{ m}^3 < 141421,53 \text{ m}^3$ à cause des talus :





On doit prolonger la largeur et la longueur d'une manière où le v_1 doit être supérieur ou égale à v_2 :



X est la longueur qu'on doit creuser.

Donc on calcule Y pour obtenir X :

$$Y^2 = (6,3)^2 - (3,5)^2 \longrightarrow Y = 5,24\text{ m}$$

$$X = 10,5 - 5,24 = 5,26\text{ m}$$

D'après ça, la longueur du casier sera : $L = 224,5 + (5,25 \cdot 2) = 235\text{ m}$.

La largeur sera : $l = 90 + (5,25 \cdot 2) = 100,5\text{ m}$.

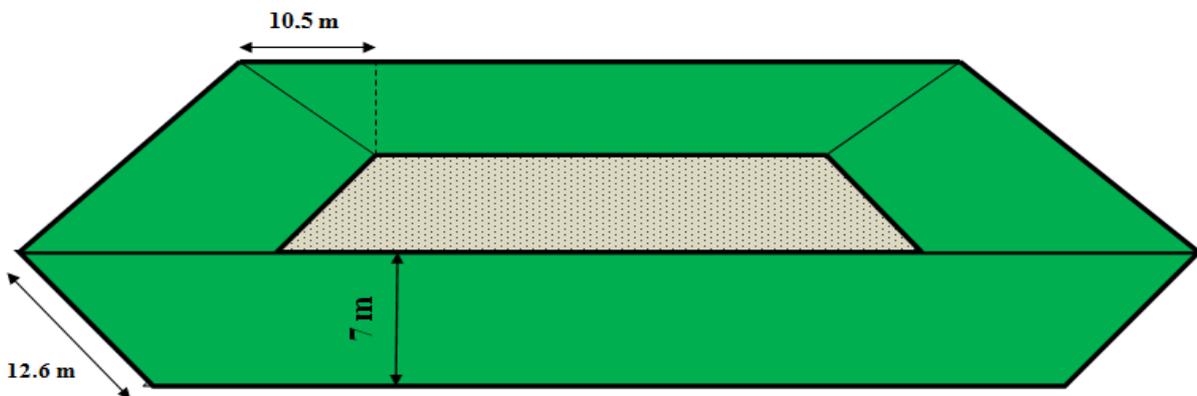


Figure N°13 : Schéma du casier

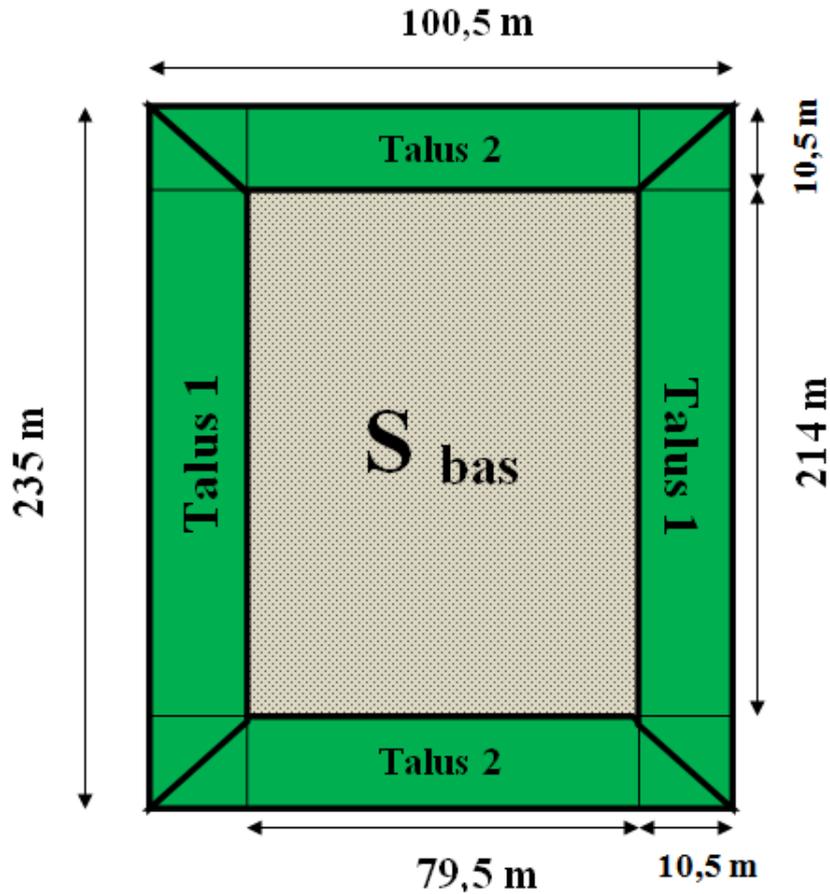


Figure N°14 : Vue en plan

❖ **Vérification :**

$$V_{\text{talus 1}} : 10,5 * 7 * 235 = 17\,272,5 \text{ m}^3.$$

$$V_{\text{talus 2}} : 10,5 * 7 * 79,5 = 5\,806,5 \text{ m}^3.$$

$$V_{\text{S bas}} : 214 * 7 * 79,5 = 118\,342 \text{ m}^3.$$

$$V_{\text{total}} = V_{\text{talus 1}} + V_{\text{talus 2}} + V_{\text{S bas}} = 141\,421 \text{ m}^3.$$

Donc les dimensions du casier son correctes.

❖ **Donc le casier aura pour dimensions :**

Superficie haut de casier : 23 500m².

Superficie bas de casier : 16 906 m².

Périmètre haut casier : 670 m.

Périmètre bas casier : 586 m.

Hauteur : 07 m.

Volume = 141421 m³.



❖ **Temps théorique d'exploitation du casier :**

Moyenne des déchets à enfouir sur 13 ans : $199\ 185,26 / 13 = 15321,94$

N°	Désignation	Capacité
03	Volume du casier.	141421,53 m ³ .
04	Capacité de la couche des déchets organiques en Tonnes (densité = 0.50)	70 710,765 T.
05	Quantité des déchets organiques générés par an.	15321,94 T.
06	Poids des déchets organique générés par an après compactage (densité = 0,50)	7660,97 T.
07	Temps de remplissage du casier.	9,23 ans.

Tableau 8 : Le temps d'exploitation théorique d'un casier.

Le temps d'exploitation théorique du casier est de 9,23 ans pour une quantité théorique moyenne sur 13 ans des déchets générés par jour et par habitant de 0,74 kg. Cependant, l'expérience des CET et décharge en exploitation depuis quelque années dans plusieurs wilayas révèle un temps d'exploitation pratique plus important surtout avec un enfouissement en hauteur (système en dôme).

3.3. Le bassin de Lixiviat

La quantité de lixiviats produits est en fonction de nombreux paramètres tel que :

- ❖ La part de la pluie susceptible de s'infiltrer dans les déchets.
- ❖ La surface exploitée.
- ❖ La présence de couverture de protection.
- ❖ L'efficacité du système de drainage et d'évacuation des lixiviats.

Deux variantes sont envisagées dans le calcul du volume de lixiviats :

3.3.1. Estimation du volume de lixiviats prévu

Sur la base des études réalisées sur plusieurs sites de décharges contrôlées, il a été démontré que la quantité moyenne de lixiviats récupérée sur un hectare est de l'ordre : 1500 m³/an ; Donc le volume du lixiviats susceptible d'être généré par la décharge contrôlée de notre groupement de communes est estimé à :

$$1500 \text{ m}^3 * SC / \text{an} \dots\dots (\text{SC}=\text{Superficie du Casier en hectare})$$

Ce qui donnerait pour notre décharge contrôlée, un volume d'environ de :

$$\text{Volume de lixiviats} = 1500 \times 2,35 / 365 = 9,66 \text{ m}^3/\text{j}$$

❖ **La production de lixiviats peut constituer 40 % de la pluviométrie :**

La pluviométrie de la région d'étude est environ de 334,4mm/an = 0,334 m/an.
La superficie du casier étant de **2,35** hectares.

❖ Volume de lixiviats :

$$0.334 * 23\ 500\text{m}^2 \times (40\%) / 365 = 8,6 \text{ m}^3/\text{J.}$$

$$V = 9,66 + 8,6 = 18,26 \text{ m}^3/\text{J.}$$



En principe le volume obtenu est multiplier fois le temps de séjour des Lixiviats dans les bassins (3 jours au minimum). Mais par manque de station de traitement des Lixiviats en Algérie, on le multiplie fois 365 jours.

$$V_T = V * 365$$

$$V_T = 6\,665,5 \text{ m}^3.$$

❖ **Dimensionnement des bassins :**

On suppose une hauteur de 2 m.

La surface de lagunage est de : $6\,665,5 / 2 = 3\,332,8 \text{ m}^2$.

Le lagunage comporte 3 bassins, le premier bassin (principal) prend la moitié de la surface. Et les 2 autres bassins prennent un quart chacun.

L'évacuation des eaux de percolation se fera à l'aide d'un système de drainage vers le bassin de décantation se trouvant dans le point le plus bas de la décharge contrôlée. Les bassins l'un est plus bas de l'autre pour une meilleure filtration des lixiviat (Figure N°15).

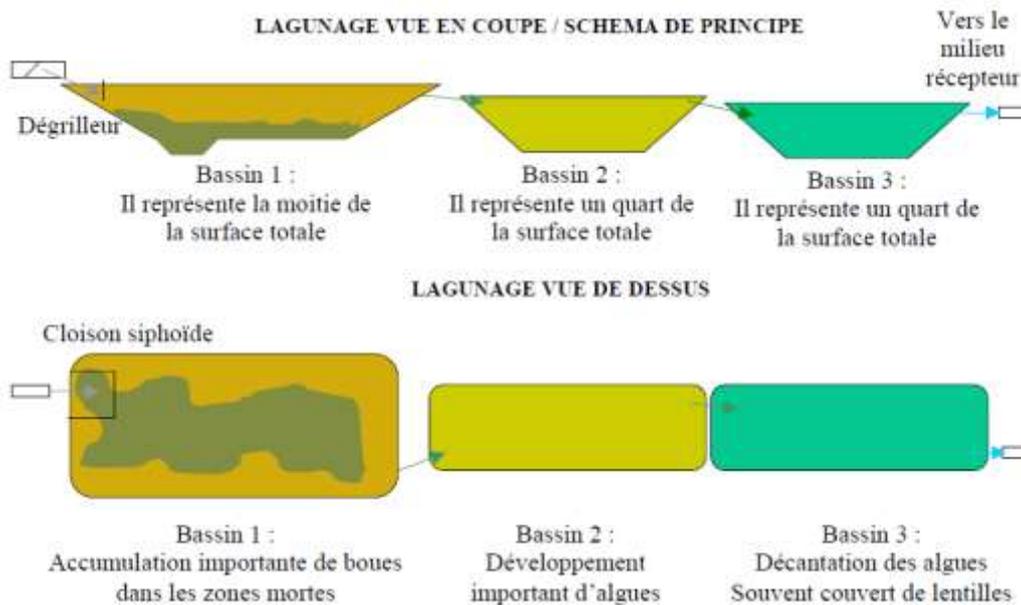
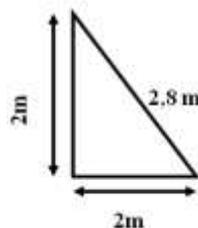


Figure N° 15: Lagunage vue en coupe et en dessus

Les pentes doivent être stables sur la durée de l'exploitation de la phase, et sont en général de 1V/1H. En prenant compte de la hauteur proposée (2 m) :

On aura donc une pente de :





Le Volume du bassin (1) est de : 3 332,8 m³

A partir de la méthode qu'on a suivie dans le dimensionnement du casier, on a obtenu les résultats suivantes : (figure16)

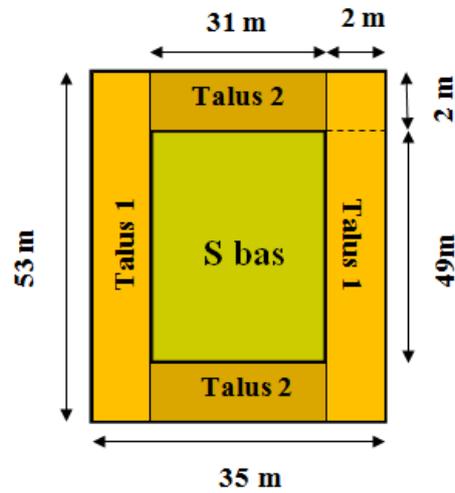


Figure N°16 : bassin principal

❖ **Vérification :**

$$V_{\text{talus 1}} = 53 * 2 * 2 = 212 \text{ m}^3.$$

$$V_{\text{talus 2}} = 31 * 2 * 2 = 124 \text{ m}^3.$$

$$V_{\text{S bas}} = 31 * 49 * 2 = 3 038 \text{ m}^3.$$

$$V_{\text{total}} = 212 + 124 + 3 038 = 3 374 \text{ m}^3.$$

❖ **Dimensionnement de bassin (2), (3) :**

Le volume des bassins 2 et 3 est : 1666,4 m³ chaque un.

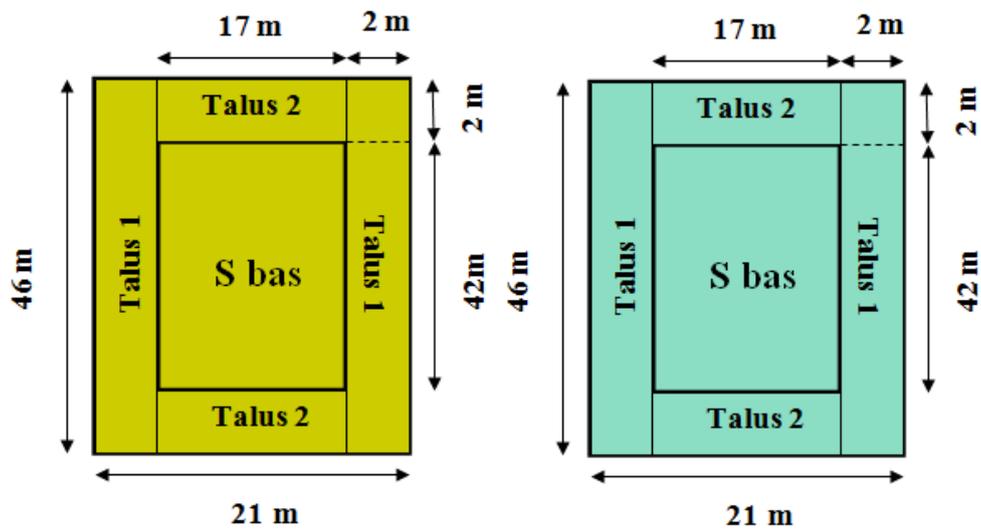


Figure N°17 : les bassins secondaires



❖ **Vérification :**

$$V_{\text{talus } 1} = 46 * 2 * 2 = 184 \text{ m}^3.$$

$$V_{\text{talus } 2} = 17 * 2 * 2 = 68 \text{ m}^3.$$

$$V_{\text{bas}} = 17 * 42 * 2 = 1\,428 \text{ m}^3.$$

$$V_{\text{total}} = 184 + 68 + 1\,428 = 1\,680 \text{ m}^3.$$

❖ **Les périmètres des bassins :**

$$P_{\text{haut bassin } 1} = (53 + 35) * 2 = 176 \text{ m.}$$

$$P_{\text{bas bassin } 1} = (49 + 31) * 2 = 160 \text{ m.}$$

$$P_{\text{haut bassin } (2), (3)} = (46 + 21) * 2 = 134 \text{ m.}$$

$$P_{\text{bas bassin } (2), (3)} = (42 + 17) * 2 = 118 \text{ m.}$$

Remarque : les 3 bassins du centre d'El Amria ont les mêmes dimensions.



Figure N°18 : Les bassins de lixiviats

Donc : La surface totale utile :

$$S_U = S_{\text{casier}} + S_{\text{bassin}} + S_{\text{infrastructure}}$$

$$S_U = 23\,500 + 3\,332,8 + 7\,805,58$$

$$S_U = 34\,638,38 \text{ m}^2.$$

La surface espace libre :

$$S_L = S_T - S_U = 37\,656 - 34\,638,38$$

$$S_L = 3\,017,6 \text{ m}^2$$

On peut la réserver pour un centre de tri.



4. L'étude géotechnique

4.1. Introduction

En vue de réaliser une décharge contrôlée à EL Amria dans la wilaya d'Ain Témouchent –le bureau d'études technique Environnement- Ecologie- Ecosystèmes « B.E.T.E³ » a saisi l'unité d'Oran du laboratoire des travaux publics de l'Ouest (L.T.P.O) par bon de commande N° 02 / 15 du 09 / 02 / 15 pour une étude géotechnique du terrain retenue pour le projet suscité [22].

On regroupe tous les résultats obtenus au terme des investigations géotechniques entreprises par le L.T.P.O et leurs interprétations, ainsi que son avis sur la portance et l'aptitude du sol a supporté les futures classes.



Figure N°19 : La géologie de terrain [22]

4.2. Situation-données topographiques et géologiques du site

(Documentation fournit par Mr. Boughemri Sofiane chef de bureau d'étude « eco-vert »).

4.2.1. Situation-données topographique

Le site retenu pour l'implantation de ce projet se trouve au Nord de la commune d'El Amria a environ 30km au Sud-est de la wilaya d'Oran, plus précisément sur la région du « Magra », sur des massifs montagneux du Nord, plus ou moins profondément entaillés (faillés), a une altitude moyenne de 288m.



Figure N°20 : Vues aérienne du site étudié

4.2.2. Situation-données géologique

Selon la carte géologique d'EL Amria ex : Lourmel (feuille n°180 a l'échelle 1/50. 100), cette localité est caractérisée généralement par des dépôts miocènes formés de calcaires lacustres de composition très variable, la base dure reposant des formations volcaniques du Messénien, passant latéralement à des alluvionnaires anciennes formés d'argiles, mélangées parfois a des dépôts caillouteux des dépressions, ces



formations sont attribuées au quaternaires allant jusqu'à l'actuel l'ensemble est couvert par une croûte calcaire d'épaisseur irrégulière.

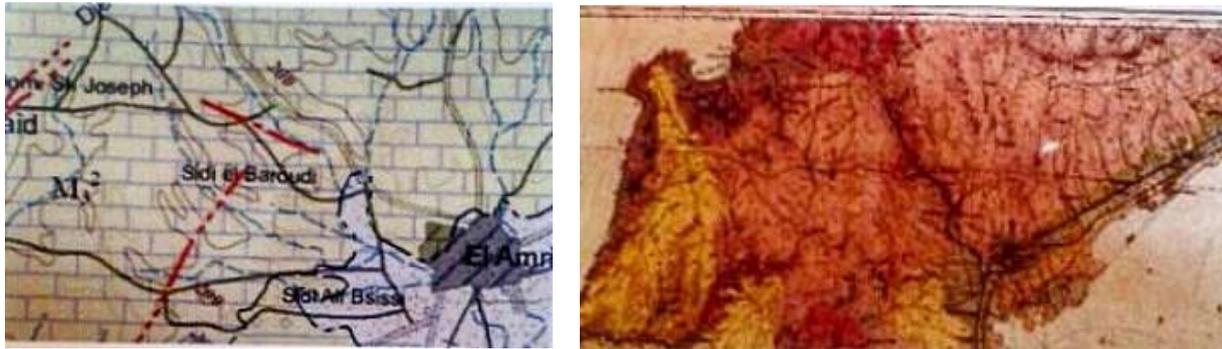
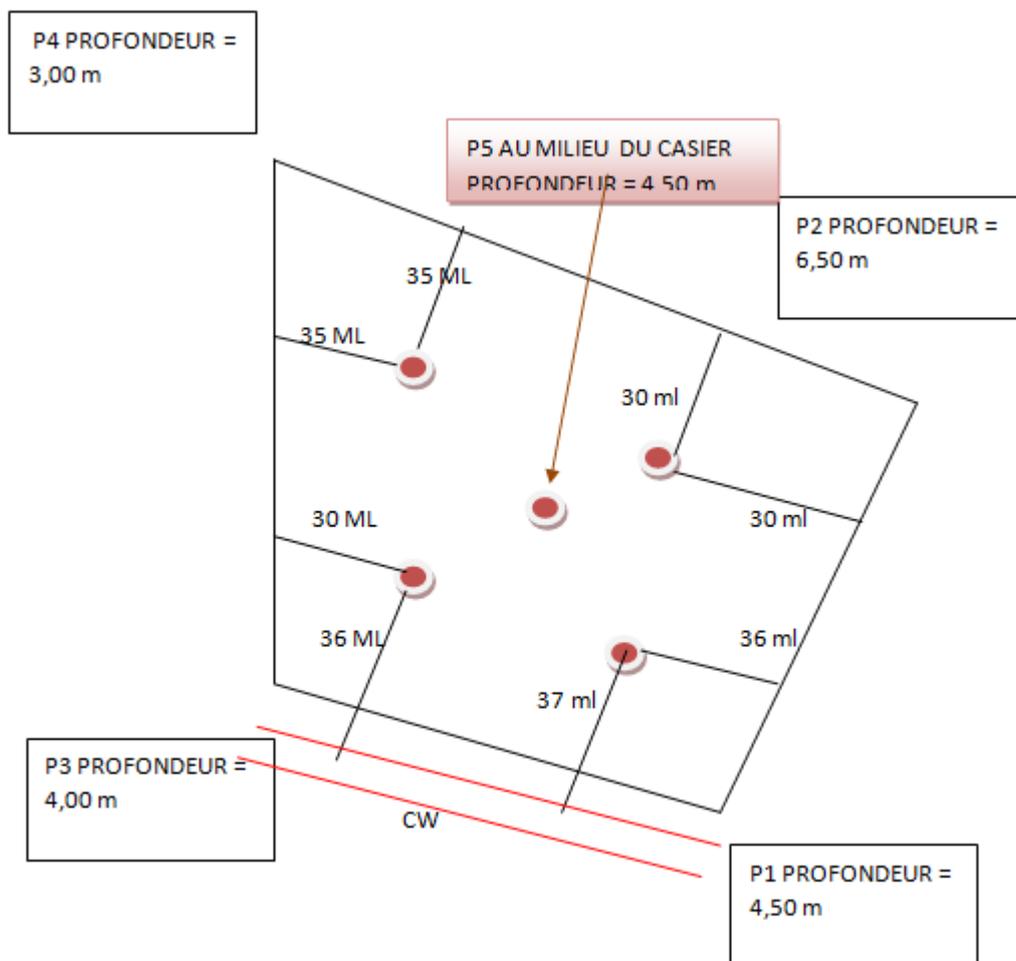


Figure N°21 : Extrait de la carte géologique d'El Amria ex Lourmel

4.2.3. Les points de carottages d'El Amria



PROFONDEUR P1 + PROFONDEUR P2 + PROFONDEUR P3 + PROFONDEUR P4 + PROFONDEUR P5 = 22,50 ML



4.2.4. Les résultats de sondage

Description des sols	Prof M	% Rec	Observations
Terre végétale.	1	55	
Encrouement calcaire rose beige dur.		45	
Calcaire à algues beige blanchâtre dur, admettant des karstes à certains niveaux.	4	40	
Cavité.	5		
Calcaire à algues beige blanchâtre dur, admettant des karstes à certains niveaux.		45	
Cavité.	6		
Calcaire à algues beige blanchâtre dur, admettant des karstes à certains niveaux.		45	
Fin de sondage.	8		

Tableau 9 : Les résultats de sondage effectués sur le site.

Dossier EGT 1506/ Sondage Sc. 01
Laboratoire des travaux publics de l'ouest

Selon lithologie de terrain étudié, la coupe géotechnique est uniforme alors un seul sondage suffisant (tableau N°9).

D'après les connaissances mécaniques et physiques, nous avons trouvés que notre profil est de terrain rocheux (voir le tableau N°10). Pour ce matériau les essais à réalisés sont : mesure de la masse volumique absolue, apparente et la résistance à la compression. (Voir le rapport de stage).



Essais	Sondage	S.				
	Prof Ech Paraff.	1.60 / 1.80	2.20 / 2.40	3.60 / 3.80	4.70 / 4.80	
P H Y S I Q U E S	S (g/cm^3)					
	H (T/m^3)					
	d (T/m^3)					
	W (%)					
	Ws (%)					
	Sr (%)					
	WI (%)					
	Wp (%)					
	Ip (%)					
	VBS					
	E.S (%)					
	CaCO ₃ (%)					
	Passant à	5mm				
		1mm				
		0.2 mm				
0.1mm						
20μ						
	2μ					
M E C A N I Q U E S	Pc (bars)					
	Ct					
	Cg					
	D (T/m^3)					
	W init (%)					
	W fin. (%)					
	K (cm^3/s)					
	Rc (bars)	64.4	63.2	66.5	109.3	
	D (T/m^3)	2.25	2.23	2.03	2.33	
	W (%)					
	C _{CU} (bars)					
	Φ _{cu} (degré)					
	Wini (%)					
	Wfin (%)					
	C _{UU} (bars)					
Φ _{UU} (degré)						
Wini (%)						

Tableau 10 : Les résultats des essais réalisés pour le site.

Dossier : EGT 15 01.

Projet : Décharge contrôlée à EL Amria, Ain Temouchent



5. Conception des infrastructures

Les principales mesures supplémentaires à prendre sont relatives au système d'imperméabilisation du casier, système et traitement des lixiviats et l'agencement général relatif à la sécurité, l'exploitation de la décharge contrôlée et la protection du milieu naturel sur le long terme.

La réalisation des travaux, doit répondre aux exigences des normes techniques en vigueur et à l'art et la manière de la conception des infrastructures et des ouvrages



Figure N°22 : Les Travaux d'excavation de site

❖ LOT N°1 : Réalisation de la clôture :

Il ya lieu de réaliser une clôture de 699.64 ML et d'une hauteur de 2m, renforcé par 04 lignes de fils barbelé incliné vers l'extérieur sur 60 cm avec intervalle de 20 cm et 02 lignes de fil tendeur bien tiré par des tendeurs tous les 20m.



Figure N°23 : Les clotures

❖ LOT N°2 : Réalisation de la porte d'entrée

La réalisation d'une porte d'entrée d'une longueur de 14.20 m et d'une hauteur de 2.50 m, Comporte :

La construction des ailes de la porte en pierre taillée de 6.20 m de longueur, 2.50 m de hauteur et 0.50 m d'épaisseur, avec décoration en tuile.

La fourniture et pose d'un portail métallique à double vantaux de 5 m de long et 2.50 m de hauteur.

La fourniture et pose d'une petite porte métallique pour piétons de 1.20 m de long et 2.5 m de hauteur.

La fourniture et pose d'une barrière métallique manuelle de 5 m de long.



Figure N°24 : La porte d'entrée de la décharge

❖ **LOT N° 3 : Réalisation de poste de garde :**

D'une superficie de 7.80 m^2 , il sera réalisé en maçonnerie de parpaing de 15 cm avec 3 vitres sur les cotés de $1.50 \text{ m} \times 1.20 \text{ m}$, il aura tous les travaux secondaire nécessaire, conformément à l'art pour un ouvrage de poste de garde.



Figure N°25 : Le poste de garde.

❖ **LOT N°4 : Réalisation du bloc administratif :**

Le bloc administratif sera réalisé sur une superficie de 27 m^2 , pour abriter un bureau, un magasin, et des sanitaires de 9 m^2 chacun. Il sera réalisé en maçonnerie de brique creuse de 20 cm. Les travaux de revêtement, de plomberie, de menuiserie bois et métallique, d'électricité et de peinture seront réaliser conformément au devis quantitatif et estimatif.



Figure N°26 : Le bloc administratif.

❖ **LOT N°5 : Réalisation d'une fosse septique**

La fosse septique d'un volume de 15.62 m^3 , sera réaliser en maçonnerie de parpaing de 15 cm, avec dalle en béton armé treillis soudé de 10 cm d'épaisseur avec trappe de $0.60 \text{ m} \times 0.60 \text{ m}$. Au fond de la fosse il sera étalé du gros béton dosé à 250 kg/m^3 sur une épaisseur de 10 cm.



Figure N°27 : La fosse septique.

❖ **LOT N°6 : Réalisation de la bache à eau :**

La bache d'eau d'une capacité de 90 m^3 , sera réalisée en béton armé, de type entrée ayant pour dimensions 6 m de longueur, 5 m de largeur et 3 m de hauteur avec une trappe de $0.80 \text{ m} \times 0.80 \text{ m}$.



Figure N°28 : La bache d'eau.



❖ **LOT N°7 : Réalisation de l'abri pour stationnement des engins :**

Il sera réalisé en charpente métallique sur une superficie de 96 m², soit 12 m de long, 8 m de large et 5m de hauteur. Sur 3 cotés il sera dressé un mur en maçonnerie de parpaing de 20 cm. La toiture sera en tôle ondulée ATN40.



Figure N°29 : L'abri de stationnement des engins.

❖ **LOT N°8 : Réalisation de la station de gasoil :**

Pour l'approvisionnement des engins en gasoil, il sera réalisé une station avec abri qui comporte : 01 volucompteur et une cuve de 5000L.



Figure N° 30 : La station du gasoil.

❖ **LOT N°9 : Réalisation des voies d'accès et plantation des arbres :**

L'ensemble des voies d'accès après des travaux de terrassement en grande masse conformément à la configuration du terrain, comporteront des travaux de rechargement en tuf agrégé et un revêtement en tri couche y compris une couche d'imprégnation. En fonction de l'aspect de terrain, il sera réalisé des ouvrages busés avec têtes d'ouvrages et murs en ailes ainsi que des bordures de trottoir.

Une plantation d'un mur vert en quinconce sera réalisée comme brise vent pour atténuer les vents violents et en même temps, il est conseillé de planter des plantes d'ornement. Il est recommandé du Cypripè pyramidal ou du Casuarina comme brise vent et de l'Acacia cyanophylla ou mollissima ou encore du Savonnier comme plants d'ombrage.



Figure N°31 : La voie d'accès.

❖ **LOT N°10 : Réalisation de l'éclairage extérieur :**

L'éclairage extérieur sera assuré par 10 lampadaires en acier d'une hauteur de 4 m dont 04 avec projecteurs et 06 avec lamineurs.



Figure N°32 : L'éclairage extérieur de la décharge.

❖ **LOT N°11 : Réalisation du casier d'enfouissement :**

L'élément de base d'une décharge contrôlée est la réalisations des casiers qui sont des excavations réalisées artificiellement dans un milieu géotechnique aux conditions géologique favorisant l'imperméabilité et créant ainsi une barrière la plus étanche possible aux liquide percolant à travers les déchets qui y seront stockés et appelés communément « Lixiviats ».

Donc une décharge contrôlé doit être conçu pour vivre au-delà de son temps d'exploitation ; c'est-à-dire qu'elle doit vivre un temps géologique.

Des grands travaux de terrassement, de constitution de digues et de la rampe d'accès seront réalisés par des engins appropriés et dans le respect des cotes indiquées sur les plans. Les déblais seront utilisés pour la réalisation des digues.

➤ **Aménagement du fond de forme du casier :**

Le fond de forme du casier doit être compacté minimum 95% de l'optimum Proctor et en respectant les règles définies par l'étude de mécanique des sols pour l'ouvrage considéré.

➤ **Aménagement de la couche du fond de forme de casier :**

La couche du fond de forme de casier doit obéir aux mêmes prescriptions que celles du fond de forme. De plus elle doit présentée une régularité de surface suffisante pour garantir de manière économique l'épaisseur minimale de la couche support.



➤ **Aménagement de la pente des talus :**

La pente des talus doit être déterminée en tenant compte des règles de mécanique des sols : les talus devront être stables par eux-mêmes.

Pour la commodité du chantier, une pente de 2V/3H doit être considéré comme un maximum, On reprochera des pentes plus douces, de préférence 1V/2H.

V : vertical, H : horizontal.



Figure N°33 : Le casier d'enfouissement.

➤ **Aménagement des hauts de talus :**

Autour du casier, il faut prévoir et maintenir en crête de talus, un passage suffisant pour permettre l'exécution du chantier, sans risque de détérioration des talus par la circulation des engins de chantier.

❖ **Le procédé d'étanchéification et de drainage doit se réaliser de la manière suivante :**

- Une couche d'argile bien compactée de 0.50m d'épaisseur. Il est recommandé la Kaolinite ou l'élite.
- Une couche de sable ou de tuf de 15m d'épaisseur bien compacté.
- La pose de la géo membrane en PEHD de 2mm sur fond de casier.
- La pose de la géo composite sur la pente des talus.

Placé directement sur la géo membrane, le géo composite de drainage permet de drainer les eaux pluviales et les lixiviats. Il offre également une protection mécanique de la géo membrane. Le géo composite possède une nappe filtrante résistant aux Ultraviolets, ce qui lui permet de rester exposé sur les talus du casier de l'installation de stockage des déchets pendant le remplissage du casier, en gardant ses principales caractéristiques mécaniques et drainantes.

Géo composite : il a plusieurs fonctions principales : filtration, drainage, séparation, barrière et protection. Il se présente sous forme de rouleaux de 4m de large (figure N°34) [23].



Conditionnement de Drainant

Structure de Drainant

Figure N° 34: Géo composite



Figure N° 35 : Raccordement en pied de talus.

➤ **Aménagement du drainage du casier :**

Pour assurer un bon drainage du casier et permettre ainsi une bonne évacuation des lixiviats et surtout des eaux pluviales, il y a lieu de réaliser :

Une pente de 3 à 5%.

Remplir le fond du casier par du gros gravier (Ballast 40/50) sur une épaisseur de 0.60 m. Sur le périmètre du fond de casier, l'épaisseur du gros gravier doit atteindre les 1 m d'épaisseur sur une largeur de 3 m.

- ❖ Un caniveau (tuyaux perforé) en PEHD DN 315 \varnothing 50 cm.
- ❖ 04 regards en béton armé à l'intérieur du casier de 1m x 1m x 1.50m avec grille renforcée.
- ❖ 04 regards en béton armé à l'extérieur du casier de 1m x 1m x 1.50m avec grille renforcée.
- ❖ 01 collecteur principal à l'extérieur du casier en PEHD DN 315 \varnothing 80cm.
- ❖ 01 chambre de visite en béton armé de 2m x 2m x 2m.

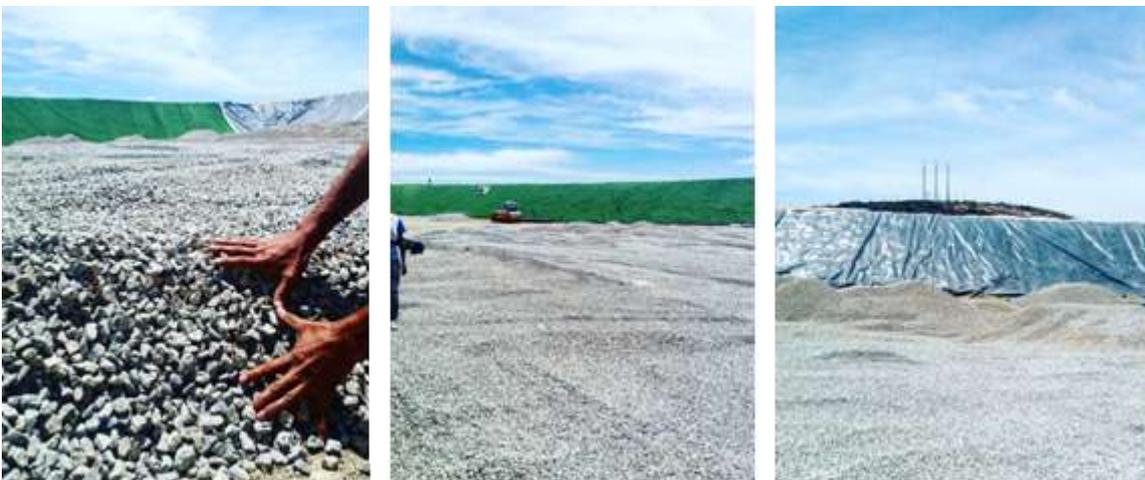


Figure N°36 : Aménagement de gros gravier (Ballast).



Figure N° 37 : Les tuyaux perforés en PEHD.

➤ **Aménagement de dispositif d'élimination des biogaz :**

L'élimination des biogaz dans l'atmosphère s'effectuera par la réalisation de 8 à 10 puits sur toute la surface du casier. Ça consiste à placer verticalement des buses de 1m de diamètre en béton perforé avec chapeau d'une longueur de 10m.

Chaque buses est équipée en son centre d'une colonne en PEHD et comblée de pierres ou gravillons dans le but d'éviter la formation d'un mélange gazeux explosif.

La réalisation de ce dispositif s'exécutera en fin d'exploitation du casier.

➤ **Travaux de confinement des déchets existants :**

L'entreprise de réalisation prendra en charge les déchets existants. Ils seront stockés dans un site non loin de la décharge pour être enfouit après la réalisation de la décharge.

Couche de terre végétale.	01 m
Couche de protection en argile.	50 cm
Couche de déchets organiques.	06 m
Couche de drainage en gros gravier (Ballast 40/50).	60 cm
Couche d'étanchéification en géomembrane PEHD.	02 mm
Couche de sable ou de tuf.	15 cm
Couche d'étanchéification minérale (Argile).	50 cm

Tableau 11 : Schéma d'aménagement du casier.

Pour bien montrer les différentes couches de notre cellule d'enfouissement on a effectué un dessin explicatif (Figure 38).

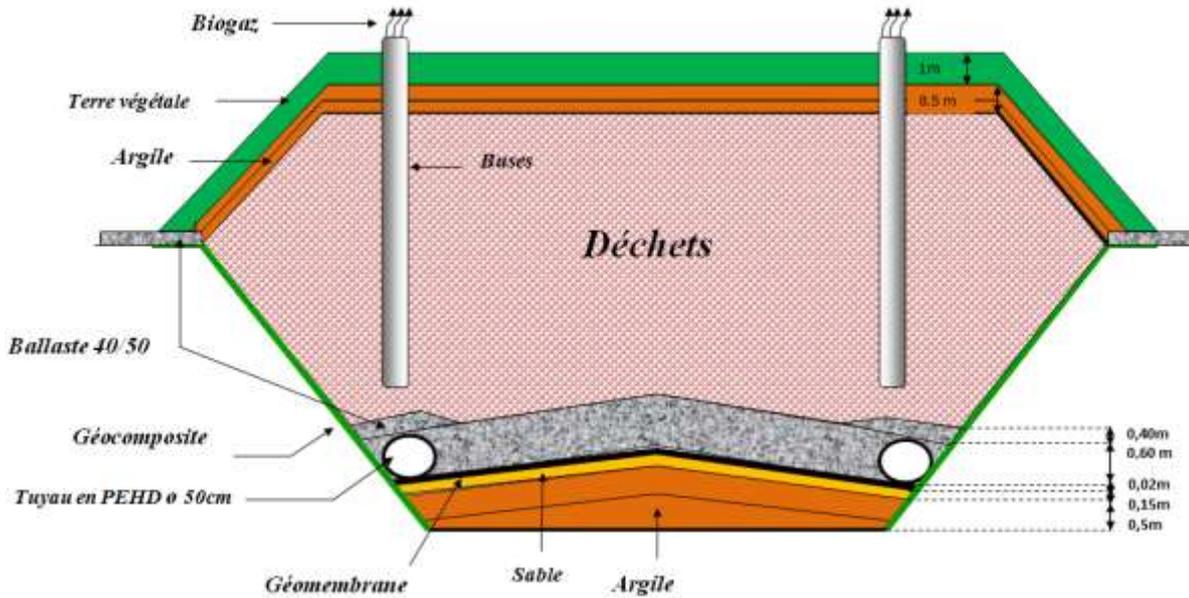


Figure N°38 : coupe transversal d'un casier.

Remarque : à la fin de la durée de vie du CET il est favorable d'ajouter une couverture finale sur le casier pour but de :

- ❖ Assurer l'isolement du site, en ce qui concerne les eaux de pluie
- ❖ Intégrer le site dans son environnement
- ❖ Garantir un devenir à long terme compatible avec la présence de déchets
- ❖ Faciliter le suivi des éventuels rejets dans l'environnement

Couverture finale mise au plus tard 8 mois après atteinte de la côte finale,

Dans l'attente, une couverture provisoire est mise en place [10].

COUVERTURE FINALE : Structure multi-couches

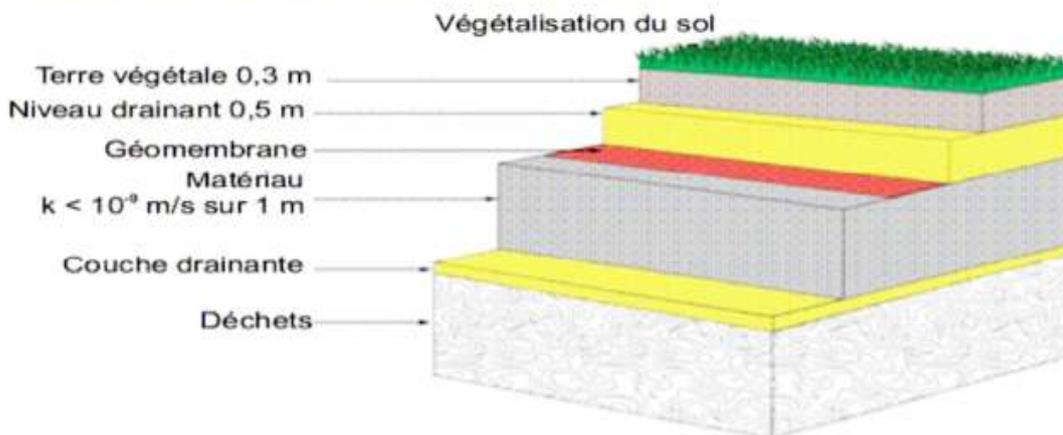


Figure N° 39: Structure multicouche de la couverture finale.



❖ **LOT N°12 : Réalisation de la lagune des Lixiviats**

Le bassin pour la récupération et le traitement des lixiviats, sera en terre avec une étanchéification minérale en argile de 30 cm d'épaisseur bien arrosée et compactée et une étanchéification active avec géo membrane en PEHD de 2 mm sur fon de bassin et talus. Son niveau doit être inférieur au bas de casier pour éviter le refoulement des lixiviats vers le casier.

6. Les moyens de fonctionnement de la décharge

Une décharge contrôlée est un établissement industriel classé, il doit être donc géré de la même manière qu'une entreprise, pour cela il est exigé des infrastructures, des équipements et des moyens humains.

6.1. Les équipements en matériel

Pour une bonne exploitation de la décharge contrôlée, il y a lieu de recommander le matériel suivant :

- ❖ 01 compacteur pousseur a pieds de mouton.
- ❖ 01 tracteur agricole de 60 cv.
- ❖ 01 remorque tractable de 12 T.
- ❖ 01 citerne tractable de 3000 L.
- ❖ 01 pont bascule.
- ❖ 01 véhicule tout terrain.

6.2. Les moyens humains

L'unité recrutera pour son exploitation 18 postes permanents et 05 à 10 postes temporaires [21] dont :

- ❖ 01 cadre gestionnaire de l'unité.
- ❖ 01 magasinier.
- ❖ 01 secrétaire.
- ❖ 01 chef d'exploitation.
- ❖ 02 chauffeurs dont 01 enginiste.
- ❖ 06 agents de sécurité dont 01 responsable.
- ❖ 06 d'exécution permanents.
- ❖ 05 à 06 agents d'exécution temporaires.

7. Conclusion

Un centre d'enfouissement techniques doit être conçu pour vivre au-delà de son temps d'exploitation ; c'est-à-dire qu'elle doit vivre un temps géologique. A cet effet la réalisation du casier doit répondre aux exigences des normes techniques en vigueur et a l'art et a la manière de sa conception tout en respectant les aspects 'relief a sol'.

L'exploitation d'un centre, nécessite des mesures d'organisation, de surveillance et de vigilance très rigoureuse pour éviter les risques et dangers comme les incendies, les explosions, les réactions chimiques, les infections et les divers types de pollutions.

Un CET doit prendre toutes les dispositions de sécurité et d'hygiène pour éviter ou, au moins minimiser les nuisances.



Chapitre III



1. Introduction

La croissance des déchets recouvre aujourd'hui une réalité de plus en plus présente. Toujours plus nombreuse, toujours plus importante et toujours plus difficile à faire disparaître, les déchets s'imposent parmi les réflexions politiques incontournables.

En Algérie, de forte pression sur l'environnement ont été enregistrées notamment dans le domaine de service de déchets. Cette situation se caractérise par une dégradation de plus en plus de salubrité publique et de l'hygiène malgré la volonté et les grands efforts déployés par l'Etat.

L'environnement actuel en Algérie est marqué par cinq facteurs :

- ❖ Le problème de la salubrité publique.
- ❖ L'insuffisance des moyens humains et matériels.
- ❖ La saturation des décharges.
- ❖ L'augmentation des coûts d'élimination.
- ❖ L'augmentation de la production totale et le ratio par habitant.

D'autres facteurs accentuent encore cette problématique comme la diversification des techniques de traitement des déchets qui amène à des choix parfois complexes. Il faut déterminer le mode de traitement le plus adapté au contexte social et économique.

Dans ce chapitre nous viendrons de souligner les différentes manières de collecte et de tri des déchets et mettre en évidence les avantages du recyclage pour réduire l'impact de l'enfouissement et de l'incinération et donc l'impact environnemental.

2. Définition

Un déchet est « tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau, produit ou plus généralement tout bien, meuble abandonné ou que son détenteur destine à l'abandon » [24].

Autrement dit, **tout élément qui est abandonné** est un déchet, Ce n'est pas pour autant que cet élément est inutilisable, en l'état ou après modification, seuls les déchets qualifiés d'ultimes sont réellement inutilisables et doivent être stockés pour éviter des pollutions de l'environnement.

3. Classification des déchets

3.1. Niveau européen

Il existe une grande variété de déchets. Ils peuvent être classés selon différents critères [25] :

3.1.1 Classification selon le producteur du déchet

Les déchets peuvent être divisés en deux classes :

- ❖ Les « déchets ménagers », dont le producteur initial est un ménage ;
- ❖ Les « déchets d'activités économiques » (DAE), dont le producteur initial n'est pas ménage.

3.1.2 Classification selon les propriétés du déchet

Les déchets peuvent être divisés en trois catégories :

- ❖ Les « déchets dangereux » (DD), il s'agit des déchets : inflammables, toxiques, dangereux pour l'environnement.



- ❖ Les « déchets non dangereux » (DND), Il s'agit par exemple de bio-déchets, de déchets de verre ou de plastique, de bois, etc.
- ❖ Les « déchets non dangereux inertes » : parmi les déchets non dangereux, ce sont des déchets qui ne subissent aucune modification physique, chimique ou biologique importante, qui ne se décomposent pas, ne brûlent pas, il s'agit en majorité de déchets provenant du secteur du bâtiment et des travaux publics (déchets de béton, de briques, de tuiles, etc. ,).

3.1.3. Classification selon le secteur de production

La « **nomenclature des déchets** » est une codification réglementaire établie au niveau européen qui permet d'identifier chaque type de déchet par un code à six chiffres faisant référence au secteur de production du déchet. Les déchets sont signalés par une étoile après le code.

La nomenclature des déchets est la référence en termes de classification des déchets, Le code du déchet issu de cette nomenclature est nécessaire dans tous les documents officiels de gestion de ce déchets.

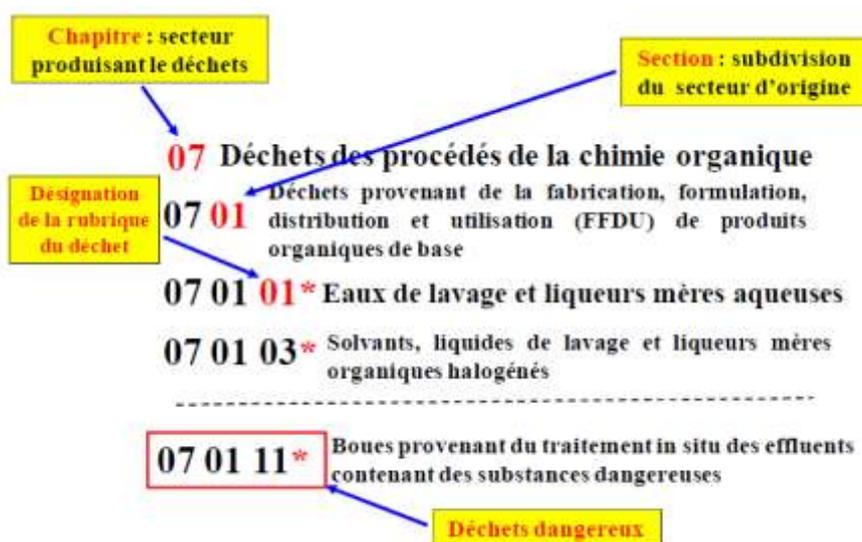


Figure N° 40 : Nomenclature des déchets [26].

3.2. Selon la réglementation algérienne comprennent trois grandes catégories

Ce sont les déchets issus des ménages, des activités industrielles, commerciales, artisanales, et autre, qui sont assimilables aux déchets ménagers par leur nature et leur composition, tel que, déchets de cuisine, emballage ... [27].

3.2.1. Les déchets encombrants

Ce sont tous les déchets issus des ménages qui ne peuvent être collectés dans les mêmes conditions que les déchets ménagers et assimilés en raison de leur caractère volumineux. Nous pouvons citer ici, les meubles, les pneus, l'électroménager...

3.2.2. Les déchets spéciaux

Ce sont les déchets qui ne sont pas assimilés aux déchets ménagers, et qui nécessitent un mode spécifique de traitement en raison de leur nature et de leur composition. L'origine de ces déchets est l'activités industrielle, agricole, les soins, les services et toutes autres activités, il existe un cas particulier des déchets spéciaux, qui sont susceptibles de nuire à la santé publique et à l'environnement via leurs constituants ou par leurs matières nocives, ou parle ici de **déchets spéciaux dangereux**.

- ❖ **Les déchets d'activité de soins** : ce sont des déchets spéciaux issus des activités de diagnostic, de suivi et de traitement préventif ou curatif, dans les domaines de la médecine humaine et vétérinaire.



3.2.3 Les déchets inertes

Ce sont notamment, les déchets provenant de l'exploitation des mines, des carrières, des travaux de démolition, de construction ou de rénovation. Ils ne sont pas contaminés par des substances dangereuses ou autres éléments générateurs de naissances, susceptibles de nuire à la santé et à l'environnement.

4. Les types de déchets ménagers et assimilés

Ces déchets sont en plusieurs catégories en fonction de leur provenance, de leur fonction, leur structure, leur utilisation et leur évolution. Comprennent :

- ❖ Les ordures ménagères.
- ❖ Les déchets de voirie.
- ❖ Les déchets industriels et commerciaux assimilables aux déchets ménagers.
- ❖ Les déchets verts.
- ❖ Les boues provenant de la préparation d'eau potable ou d'eau à usage industriel, lorsqu'elles ne présentent pas un caractère spécial, dont la siccité est $<$ à 30% [13].
- ❖ Les déchets de l'industrie du textile.
- ❖ Les déchets provenant de la production primaire de l'agriculture, de l'horticulture, la chasse, de la pêche, de l'aquaculture.
- ❖ Les déchets provenant de la préparation et de la transformation de la viande. des poissons et autres aliments d'origine animale.
- ❖ Les déchets de boulangerie, pâtisserie, confiserie.
- ❖ Les déchets provenant de la production de boissons alcooliques et non alcooliques.
- ❖ Les déchets provenant du bois et de la fabrication de panneaux et de meubles
- ❖ Les déchets provenant de la production et de la transformation du papier, du carton et de la pâte à papier.
- ❖ Les déchets de plastique, de métaux et ferrailles, ou de verre.
- ❖ Les mâchefers issus de l'incinération des déchets, sauf dispositions réglementaires spécifiques contraires [13].
- ❖ D'autres matières organiques.

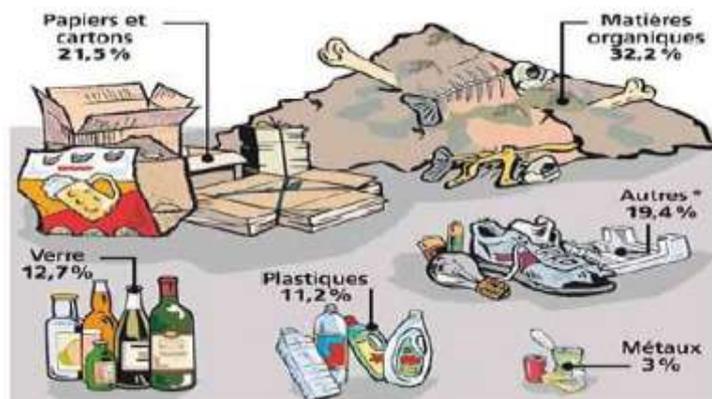


Figure N°41 : Déchets des ménagers : composition de la poubelle



5. Le cycle de vie d'un déchet

Au commencement était le produit, après l'acquisition de ce produit est utilisé jusqu'à son abandon du fait de la perte de son utilité technique (défaillance) ou de l'évolution du contexte social (mode, évolution réglementaire, etc.) ce déchet est, selon les cas, trié, vendu, donné ou collecté, rétrié, réparé ou rechargé ou encore transformé [24]. Une fraction des déchets ne peut être (en l'état des technologies actuelles et de faisabilité économique), valorisée, après réduction éventuelle de leur toxicité, sont stockés dans des centres spécialisés.



Figure N° 42: Cycle de vie d'un déchet.

6. Problèmes Environnementaux et sanitaire

L'accumulation des déchets engendrent quatre types de nuisances.

- ❖ Des nuisances visuelles (sacs plastiques accrochés dans les arbres, macro-déchets sur les plages) ou olfactives (matière organique en décomposition, combustion de matières chimiques).
- ❖ Un impact économique du à la perte de l'attractivité d'un site suite à la diminution de sa productivité, dans le cas d'une zone de pêche ou d'un terrain agricole. A cela peuvent s'ajouter les surcouts causés par la dépollution, par exemple la potabilisation de l'eau.
- ❖ Un risque sanitaire suite aux blessures (tesson de vert, seringues...), aux intoxications (pollution des eaux, de l'air...) et aux maladies (prolifération bactériennes, infestation de parasites, de rats...).
- ❖ La pollution de l'environnement et les dégradations écologiques lors de l'eutrophisation des milieux, les intoxications, étouffements ou blessures causés à la faune, lorsqu'elle absorbe ou s'accroche aux déchets.



Figure N°43 : Impact de la production des déchets sur l'environnement. [28]



7. Collecte

En matière de gestion de déchets ménagers, on distingue d'une part « la collecte » et, d'autre part, le « traitement ». La collecte désigne l'ensemble des opérations qui consistent à regrouper les déchets, depuis leurs sources de production (maisons et appartements) puis à les transporter jusqu'aux centres de traitement. Les modalités de cette collecte peuvent varier selon les communes, en fonction de la densité de l'habitat et des différents modes de traitement existants. En effet, selon le mode de valorisation prévu – matière ou énergétique – on ne mettra pas forcément en place le même type de collecte.

7.1. La collecte usuelle ou collecte en mélange

C'est la collecte traditionnelle dans laquelle des déchets sont placés en mélange dans une poubelle par l'utilisateur

7.2. La collecte sélective

Elle concerne des flux de déchets préalablement séparés, en vue d'une valorisation ou d'un traitement spécifique. À ce niveau, on doit néanmoins établir une distinction entre :

7.2.1. La collecte sélective en porte-à-porte

Les flux de déchets préalablement séparés sont collectés lors d'une tournée spécifique, devant la porte de chaque usager. Celle-ci permet notamment de récupérer « les propres et secs », destinés à la valorisation matière : emballages verre, bouteilles plastiques, boîtes de conserve, papiers et cartons.

7.2.2. La collecte sélective par apport volontaire

L'utilisateur doit déposer des déchets préalablement séparés des autres dans un conteneur prévu spécialement à cet effet et installé dans un lieu public.



Figure N°44 : Les différents modes de collecte.

7.3. Les moyens de la collecte

Pour mener à bien la collecte des déchets ménagers, il faut mettre en place un ensemble de moyens. Une flotte de camions est indispensable, mais il faut aussi distribuer des bacs aux usagers pour la collecte sélective en porte-à-porte et installer des conteneurs dans la ville, pour la collecte sélective en apport volontaire [29].



8. Tri

Le tri des déchets est intéressant à divers titres :

- ❖ La récupération et recyclage de certains composants (verre, métaux, papier matières, plastiques, etc.).
- ❖ L'élimination de matières gênantes pour les procédés de traitement ultérieurs.

8.1. Centres de tri

Un centre de tri comporte quatre parties :

- ❖ Une zone de réception des déchets et de chargement sur les chaînes de tri.
- ❖ Une zone de tri mécanisé.
- ❖ Une zone de tri manuel.
- ❖ Une zone de conditionnement des produits à valoriser.

Remarque

En Europe, il existe une nouvelle méthode de tri qui est préalable dans les maisons avant d'arriver au centre de tri, cette méthode est nécessaire car les déchets doivent être séparés de l'ordure ménagère pour être recyclé.

La commune met à la disposition des habitants des bacs colorés, des conteneurs, et donne ses consignes de tri (Un guide de tri).



Figure N°45 : L'organisation de tri des déchets

8.1. Principaux procédés de séparation

Les procédés de triage mettent à profit les différences d'une propriété, généralement physique, caractérisant les composants des déchets : taille, densité, susceptibilité magnétique, conductivité électrique... Dans la quasi-totalité des cas, les déchets bruts sont d'abord broyés grossièrement avant de subir les diverses étapes du triage en catégories.



9. Le Traitement des déchets

Le traitement des déchets a lieu avant ou après la collecte, Il désigne l'ensemble du processus de distribution d'un déchet en direction du lieu de transformation ou stockage approprié. Deux principaux de traitement s'offrent aux collectivités :

9.1. Traitement pour l'élimination

9.1.1. Incinération des déchets

Entre 700°C et 900°C

L'incinération des déchets consiste à brûler un maximum de débris. Elle permet de réduire efficacement leur masse et produire de l'électricité.

Depuis 2005, la loi française établit des règles strictes pour encadrer l'incinération. Celle-ci doit obligatoirement [30] :

- ❖ Récupérer l'énergie produite.
- ❖ Eviter les rejets dans l'atmosphère.
- ❖ Respecter certaines limitations (incinérations sauvages interdites, notamment).

9.1.2. Mise en CET

A l'heure actuel, Il s'agit de l'option la moins désirable écologiquement et celle qui devrait, dans la mesure du possible, être évitée. Il n'en est pas moins qu'il s'agit encore de la méthode la plus employée, non sans raison d'ailleurs. C'est en effet la technique de traitement des déchets la moins onéreuse et la plus simple à mettre en œuvre.

9.2. Traitement pour la valorisation

La valorisation des déchets s'appelle également revalorisation (recycling) , Elle désigne l'ensemble des opérations effectuées sur un objet inutile afin de le rendre à nouveau utile, la valorisation permet de réaliser :

- ❖ Un nouveau matériau,
- ❖ Un nouveau produit de qualité égale ou supérieure.

9.2.1. Compostage

Il s'agit d'une valorisation de la matière organique qui, ne peut plus être enfouie dans des centre d'enfouissement technique (CET). La matière organique est valorisée par compostage ou bio-méthanisation (absence de l'oxygène).



Figure N°46 : Cycle de vie des matières organiques.

10. Recyclage

Le recyclage est un procédé de traitement de déchets (déchet industriel ou ordures ménagers) qui permet de réintroduire, dans le cycle de production d'un produit, des matériaux qui composaient un produit similaire arrivé en fin de vie, ou des résidus de fabrication

Le premier exemple qui illustre ce procédé est celui de la fabrication de bouteilles neuves avec le verre de bouteilles usagées, dans les années 1950 [31].



Figure N°47 : Logos de recyclage.

10.1. Les conséquences écologiques majeurs de recyclage

- ❖ La réduction du volume de déchets, et donc de la pollution qu'ils causeraient (certains matériaux mettent des décennies, voire des siècles, pour se dégrader).
- ❖ La préservation des ressources naturelles, puisque la matière recyclée est utilisée à la place de celle qu'on aurait dû extraire.



10.2. Les 03 grands principes du recyclage

Le recyclage s'inscrit dans la stratégie de traitement des déchets cite des trois R : c'est-à-dire :

- ❖ Réduire, regroupe les actions au niveau de la production pour réduire les tonnages d'objets (par exemple les emballages).
- ❖ Réutiliser, regroupe les actions permettant de réemployer un produit usagé pour lui donner une deuxième vie.
- ❖ Recycler, désigne l'ensemble des opérations permettant de réintroduire dans un cycle de fabrication les matériaux qui constituaient les déchets.

10.3. Les types de recyclage

Il existe trois grandes familles de technique de recyclage : chimique, mécanique et organique :

- ❖ Le recyclage dit « chimique » utilise une réaction chimique pour traiter les déchets, par exemple pour réparer certaines composantes.
- ❖ Le recyclage dit « mécanique » est la transformation des déchets à l'aide d'une machine, par exemple pour broyer.
- ❖ Le recyclage dit « organique » consiste, après compostage ou fermentation, à produire des engrais ou du carburant tel que le biogaz.

10.4. La chaîne du recyclage

10.4.1. Etape 1 : Collecte de déchets

Les opérations de recyclage des déchets commencent par la collecte des déchets.

Les déchets collectés pour le recyclage ne sont pas destinés à l'enfouissement ni à l'incinération mais à la transformation.

10.4.2. Etape 2 : Transformation

Une fois triés, les déchets sont pris en charge par les usines de transformation, Ils sont intégrés dans leur chaîne de transformation qui spécifique. Ils entrent dans la chaîne sous forme de déchets et en sortent sous forme de matière prête à l'emploi.

10.4.3. Etape 3 : Commercialisation et consommation

Une fois transformées, les matières premières issues du recyclage sont utilisées pour la fabrication de produits neufs qui seront à leur tour proposés aux consommateurs.

En fin de vie, ces produits seront probablement jetés, et certains d'entre eux pourront être à nouveau récupérés et recyclés.

11. Les matières recyclables dans les déchets

La composition des déchets solides produits en Algérie se caractérise par une part très significative des produits organiques avec un taux moyen de 72%. Quant au plastique, il ne représente que 10% de ces déchets et 9.3 % pour le papier/carton, 4.14% pour le chiffon et autres, 3.2% pour les métaux et 1.36% pour le verre [32].

❖ Gisement des déchets recyclables

Selon les services du MATE, l'Algérie a la capacité de récupérer une quantité de déchets estimée à 760 000 tonnes par an, ce qui représente 3.5 milliards de DA [33]. Dont le papier représente une partie essentielle dans la possibilité de récupération et de recyclage avec une quantité de 385 000 tonnes par an (le système de récupération des journaux non vendus). Sur plus de 2 millions de tonnes d'emballage plastique produit en Algérie par 192 unités, seulement 4 000 tonnes sont récupérées (soit 0,0002 %).



Nature des déchets	Quantité en tonne / an
Papier	385.000
Plastique	130.000
Métaux	100.000
Verre	50.000
Matières diverses	95.000
Total	760.000

Tableau 12 : Capacité de récupération des déchets

Source : MATE 2004

On peut dresser une liste plus détaillée des matières recyclables :

11.1. Papier et carton

La consommation du papier et du carton (emballages, journaux, papier du barreau, annuaires, mouchoir, vieux livre... etc.) est en règle générale proportionnelle au niveau de développement et de richesse d'un pays.

Le recyclage du papier et du carton est pratiqué depuis nombreuses années, ils sont faits de fibres de bois (cellulose) biodégradables et recyclables et non-toxiques. Il est donc possible de les composter, de les valoriser énergétiquement en les brûlant et de les recycler.



Figure N°48 : Centre de tri du carton à Sidi Ben Adda.

11.1.2. La chaîne de recyclage

Pour que le recyclage du papier et du carton soit correctement effectué, il faut les trier en prenant garde aux produits à emballage mixte papier-plastique. C'est pourquoi certains organismes refusent les enveloppes à case et en papier kraft car ces derniers peuvent contenir du papier-bulles.

Papier et carton non salis et non fragmentés (pour permettre les opérations de manipulation) sont triés puis réduits en pulpe pour séparer les fibres de cellulose et éliminer les produits résiduels. Cette pulpe est ensuite purifiée et désancrée pour éliminer les composants chimiques du papier. La pâte à papier ainsi obtenue est alors égouttée et séchée avant d'être transformée en bobines (conditionnement) qui serviront à la production de nouveaux emballages cartons et de feuilles de papiers.



Lors du processus, les fibres de celluloses s'abiment et il n'est donc possible de recycler ces fibres qu'une dizaine de fois, Au-delà, d'autres voies de traitement sont utilisées, comme les valorisations biologique ou énergétique.

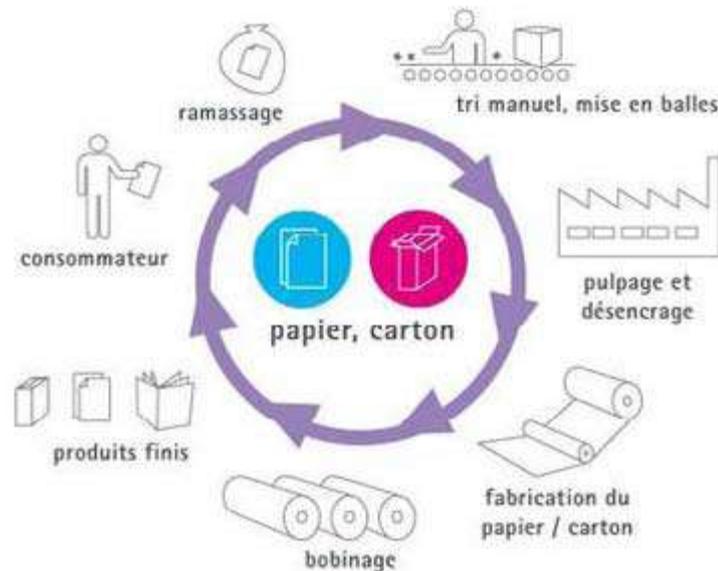


Figure N° 49: Le cycle de vie du papier-carton.

11.1.3. Les avantages

- ❖ Recyclage facile.
- ❖ Pas de substance toxique.
- ❖ Possibilité de recycler plusieurs fois la même fibre.
- ❖ Economie :
 - L'économie de la matière première : chaque fois qu'une tonne de papier-carton recyclée 1.41 tonne de bois économisée.
 - Chaque fois qu'une tonne de papier est recyclée 48.2 m³ d'eau est économisée [34], ainsi que 10.25 MWh d'énergie. Soit 0.04 tonne d'équivalent CO₂ évitée.

11.1.4. Les inconvénients

- ❖ Le compostage : matière d'origine organique, les papiers-cartons sont compostables, mais la mauvaise qualité du compost obtenu n'a pas permis le développement des quelques essais réalisés.
- ❖ La perte progressive de qualité : plusieurs recyclages successifs broient totalement les fibres et le papier obtenu est de moins en moins résistant.
- ❖ Les Téra-packs : 95% de carton, un film d'aluminium et un film plastique extérieur. Il est difficile de séparer ces trois éléments qui ne peuvent être valorisés dans les mêmes filières, Il existe des solutions, mais beaucoup plus coûteuse que pour le carton ordinaire.

11.2. Le verre

Le verre reste le meilleur emballage pour les produits alimentaires, les produits pharmaceutiques et les parfums [35]. Son recyclage est beaucoup plus simple que les autres, car le verre peut se recycler à l'infini. Son caractère minéral et inerte en fait un matériau non-dangereux (sauf les tessons) mais très stable. Si le recyclage n'était pas pratiqué, il lui faudrait plus de mille ans pour se dégrader dans la nature.

Il ya deux méthode pour valoriser ses déchets : les réutiliser s'ils sont intacts ou recycler leur matière premières.



11.2.1. La chaîne de recyclage

Sans surtriage, c'est-à-dire de tri du verre en fonction de sa couleur, le verre recyclé obtenu est coloré. Seul un traitement séparé des verres incolores et colorés permet d'obtenir à nouveau de verre incolore. Ce type de surtriage est pratiqué en Europe du nord (Allemagne, Suède....).

La réutilisation de récipients en verre, appelée aussi consignation, n'est plus très pratiquée en Algérie, En ce qui concerne le recyclage de la matière premier, après tri par les consommateurs et collecte, le verre subit encore plusieurs étapes de tris automatiques pour éliminer les impuretés (étiquètes, capsules...) avant d'être broyer pour former de calcin.



Figure N°50 : Calcin prêt à être fondu.

Ce calcin est la principale matière première utilisée par les verriers : il peut constituer jusqu'à 80% des nouveaux emballages en verre produits, il est fondu puis soufflé pour former les nouveaux emballages prêtes à être utilisés.

Remarque

Il ne faut pas ajouter aux verres les matériaux infusibles (qui ne fondent pas) comme la porcelaine ou la terre cuite. Sinon s'ils entrent dans le processus de recyclage, ils peuvent former des inclusions qui fragilisent les bouteilles. Le verre des vitres et de la vaisselle (verre à pied, assiettes...) est aussi indésirable dans les bacs de collecte car sa composition est différente du verre d'emballage (bouteille, bocaux...) il ne peut donc être incorporé dans le calcin.



Figure N° 51: Le cycle de vie du verre



11.2.2. Les avantages

- ❖ Les économies en ressources naturelles : chaque une tonne de verre recyclée représente 0.66 tonne de sable et 0.1 tonne de calcaire.
- ❖ Les économies en eau : 1.17 m³.
- ❖ Les économies d'énergies : 1.46 MWh.
- ❖ La limitation des rejets de CO₂ : soit 0.46 tonne évitée.
- ❖ La création d'emplois

11.2.3. Les inconvénients

- ❖ La concentration en plomb dans les emballages en verre a tendance à augmenter au cours des traitements successifs. Cette propriété à concentrer les métaux lourds est intéressante pour la vitrification des déchets ultimes, mais moins pour les emballages ménagers.
- ❖ La collecte du verre fonctionne si bien qu'il ne s'en trouve presque plus dans les déchets destinés à l'incinération, Or la présence de verre dans les mâchefers conférerait à ces derniers des propriétés physiques intéressantes [36].
- ❖ Le recyclage du verre demande, de la part du public producteur, un soin particulier lors du dépôt. Il ya donc des tris automatiques pour séparer les indésirables, mais cela occasionne un surcout supplémentaire.

11.3. Le plastique

Actuellement, il existe plus de 700 types de plastiques aux noms que les chimistes sont les seules à pouvoir encore prononcer correctement. Dans l'usage quotidien, la plupart de ces matières reçoivent le nom de «plastique». Or, ces matières possèdent des propriétés très diverses [37].

Le recyclage du plastique est plus compliqué : les emballages plastiques sont traités selon deux processus, en fonction des contraintes économiques et environnementales. Le recyclage de la matière première pour les bouteilles et flacons et la valorisation énergétiques pour le reste. Le problème de l'incinération des plastiques, produit à base d'hydrocarbures fossiles, est l'émission de CO₂ et de fumées polluantes qui doivent à leur tour faire l'objet d'un retraitement.

11.3.1 La chaîne de recyclage du plastique

En ce qui concerne le recyclage, il y a deux types de plastique : les PET, pour les Polyéthylène Téréphtalate. C'est-à-dire les plastiques transparents et les PEHD, pour Polyéthylène Haute Densité, généralement opaques.

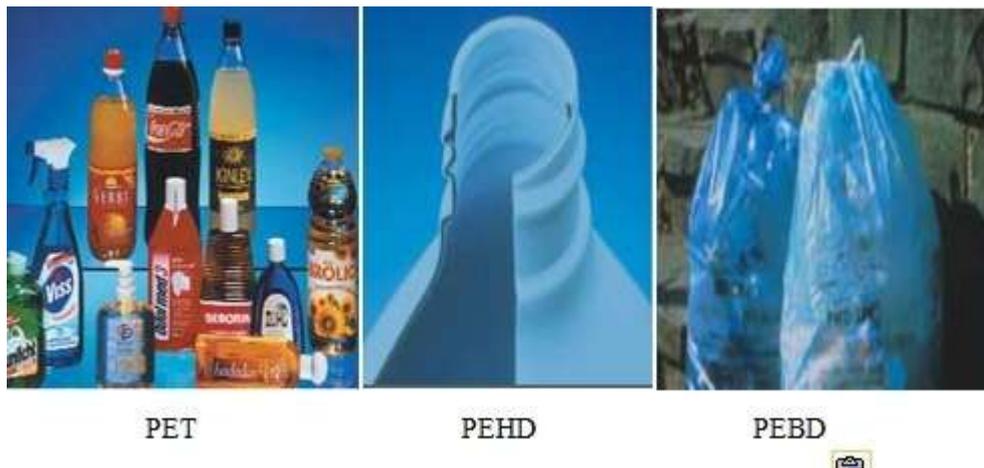


Figure N°52 : Les différents types de plastique.

Après le tri par les consommateurs et la collecte, les plastiques sont séparés en trois catégories : PEHD (opaque), PET clair et PET foncé. Ces plastiques sont alors mis en balle et expédiés au centre de régénération. Un tri supplémentaire et un pré-lavage éliminent les éléments indésirables et séparent les matériaux suivant leur densité. Le plastique est alors broyé en paillettes et flotté avant d'être séché pour être incorporés dans la fabrication de nouveaux emballages ou encore de fibres polyester (polaire) pour le PET et pour la fabrication d'objets comme des arrosoirs, du mobilier d'extérieur, etc., pour le PEHD.



Une tonne de PET recyclé représente 0.61 tonne de pétrole brut et 0.2 tonne de gaz naturel et 10.96 MWh soit 2.29 tonnes d'équivalent CO₂ évitées.

Pour le PEHD, cela représente 0.51 tonne de pétrole brut et 0.31 tonne de gaz naturel et 7.98 MWh soit 1.53 tonne d'équivalent CO₂ évitées.



Figure N°53 : Le cycle de vie du plastique.

11.3.2. Les avantages

- ❖ Permet de faire des économies de carburant : 1kg de film plastique = 0.8 kg de pétrole brut gagné.
- ❖ Permet de réduire l'emprunt énergétique des professionnels : 15 millions de tonnes de plastiques par an.
- ❖ Permet de produire de l'énergie : 50% de la production de plastique recyclé = 5 million de KWh d'énergie.
- ❖ Pour fabriquer de nouveaux objets : 1 bouteille = 7 cartes à puce.
- ❖ Pour créer et alimenter des emplois : 120 chercheur+ 6 unités de traitement de plastique.
- ❖ Réutilisation ou recyclage du plastique réduit la quantité des déchets dans les décharges [38].

11.3.3. Les inconvénients

- ❖ Dans la nature, le plastique met entre 100 et 1000 ans à se dégrader.
- ❖ Un problème se posera bientôt : sans pétrole, pas de plastique. Or, cette énergie fossile est appelée à disparaître [39].
- ❖ La plupart des rues et les entreprises ont beaucoup de poubelles, mais pas autant bacs de recyclage, Recyclage peut signifier que vous avez à se accrocher à une bouteille en plastique vide plus longtemps que vous le souhaitez.



11.4. Métaux

Le recyclage des métaux est une activité industrielle déjà ancienne, qui désigne en réalité deux matériaux : l'acier et l'aluminium.

Le métal impacte lourdement la nature et peut également endommager la santé humaine. C'est pour cela la récupération des métaux est indispensable.



Les métaux

Aluminium

Figure N° 54 : les métaux.

11.4.1. La chaîne de recyclage

Les métaux issus du tri sélectif ou des mâchefers d'incinération sont collectés jusqu'à un centre de tri magnétique qui sépare l'aluminium de l'acier. Les métaux sont ensuite convoyés sous forme de balle avant d'être fondu et purifié. Ils sont ensuite transformés en matière première sous forme de lingots, de bobines ou de barres qui seront incorporés dans la création de nouveaux produits finis.

Une tonne d'acier recyclé représente 1.92 tonne de minéral de fer, 0.63 tonne de coke (charbon), 11.57 m³ d'eau et 4.46 MWh soit 1.78 tonne d'équivalent CO₂ évitée.

Pour l'aluminium, cela représenté 2.44 tonnes de bauxite, 1.07 m³ d'eau et 26.59 MWh soit 6.89 tonnes d'équivalent CO₂ évitées.



Figure N° 55 : Le cycle de vie de l'aluminium et d'acier.

11.4.2 Les avantages

- ❖ Les empêcher de rouiller et de polluer la nature : le métal ne disparaît pas avant 5 à 10ans.
- ❖ Profiter de la capacité de recyclage infinie de l'aluminium.
- ❖ Eviter la première fusion de l'aluminium et économiser ainsi 95% d'énergie de production [40].



11.4.3. Les inconvénients

- ❖ Recyclage métallique nécessite un vaste réseau de camions, des installations de tri et les usines. Cela met plus de véhicules émetteurs de carbone sur la route et ajoute une étape au processus.
- ❖ transporter du métal est coûteux puisqu'il est lourd que les matières plastiques et d'autres matériaux recyclables [41].

12. Objectifs

- ❖ Plus le tri effectué par les habitants est efficace, plus le tonnage des matériaux triés est élevée, plus les recettes augmentent (avantages financier).
- ❖ Le tri permet de contribuer au tissu économique local, par le développement d'activité à destination de personne en difficulté, ou encore par la mise à disposition de matière première pour d'autres activités (avantage social et économique).
- ❖ Moderniser le système de collecte par la mise en place de point de regroupement par exemple permet d'améliorer les conditions de travail des agents avec des méthodes de collectes respectueuses et permet de vivre dans les rues plus propres (avantage santé et sécurité).
- ❖ L'objectif à moyen terme est de diminuer la production des déchets à la source, (car le meilleur déchet reste celui qu'on ne produit pas), alors le message à faire passer au habitant c'est que sans leur coopération rien n'est possible (la maîtrise des coûts du service et réductions des risques) [42].
- ❖ La réduction des déchets, le respect de consigne de tri et des agents, permettront d'améliorer l'ensemble des systèmes pour un service de qualité.

13. Conclusion

L'état de l'environnement en Algérie en matière de déchets ménagers a été marqué, durant les années quatre-vingt et quatre-vingt-dix par les facteurs que nous avons déjà mentionnés ci-dessus. Ce constat a amené le gouvernement à se pencher sur la question de la gestion des déchets, en adoptant des mesures réglementaires et fiscales à partir de 2001.

Un Programme national de gestion intégrée des déchets ménagers (PROGDEM) a été institué par la loi 01-19 du 12 décembre 2001 relative à la gestion, au contrôle et l'élimination des déchets. Le PROGDEM est un outil dynamique, il représente le cadre de référence de la nouvelle politique en matière de gestion des déchets ménagers. Il vise à éradiquer les pratiques de décharges sauvages et à organiser la collecte, le transport et l'élimination des déchets dans des conditions garantissant l'innocuité de l'environnement et la préservation de l'hygiène du milieu.

En conclusion, l'intégration du concept de développement durable dans la politique de déchets doit prendre en considération les flux des déchets des générations futures en même temps que la croissance économique.





Chapitre IV



1. Introduction

L'environnement est un enjeu très important et sa préservation est une responsabilité commune.

Les déchets valorisables tels que le caoutchouc sont un gisement important sur cet environnement et sur la santé publique en termes de taille et de poids. Les pneus usés représentent 70% de ce gisement, bien que l'Exécutive Ordre 06-104 classe les pneus hors usage comme déchets spéciaux (catégorie I) sous (16.1.1) sans aucun critère de risque. [43].

D'après l'ETRA, Les chiffres des déchets pneumatiques montrent que des millions de tonnes sont jetées, chaque année, dans le monde. Donc, le problème des pneus usagés est non seulement mondial mais aussi africain et maghrébin. En 2007 le parc automobile Algérien est représenté par 3.5 millions véhicules qui fait face à 1 439 514 pneus générés chaque an soit 25 918 tonne/an selon une étude statistique publié en 2011. A l'an 2016 le nombre de véhicules est élevé à 8.4 millions, d'après la déclaration du ministre de transport au journal El Moudjahid, et cela va certainement guider à l'augmentation de la production des déchets pneumatiques.

Les problèmes engendrés par la dispersion des déchets de pneus rendent difficiles leur collecte et leur valorisation. Ces déchets constituent alors une menace de nuisance pour notre environnement. En plus de défigurer le paysage, ils offrent aux moustiques des lieux de développement favorables. En effet en cas de pluie l'intérieur du pneu se remplit d'eau, offrant alors un endroit parfait pour la reproduction des moustiques (les eaux stagnantes étant un milieu privilégié pour cela).

La mise des déchets pneumatique en décharge ou les bruler est strictement interdit, dans le but de favoriser leur valorisation et leur recyclage.

Dans ce chapitre, nous visons à donner un aperçu de différents secteurs de la valorisation et du recyclage, apportant des avantages économiques et environnementaux au pays.

2. Définition

Un pneumatique est généralement composé de caoutchouc (à base de polymère d'isoprène), d'acier, de textiles et de divers éléments qui permettent de renforcer la résistance de la gomme donc lui donné une long durée de vie.

Les pneumatiques sont les pneus équipant :

- ❖ les Véhicules Légers (VL).
- ❖ les Véhicules Utilitaires Légers (VUL).
- ❖ les Poids Lourds (PL).
- ❖ les deux roues motorisées comme les scooters et motos (SC).
- ❖ les véhicules agricoles, de génie civil (GC).
- ❖ les avions (AV).
- ❖ autres.

Si on effectue une coupe transversale, d'un pneumatique de type radial, dans le sens transversal (Figure56), on distingue alors :

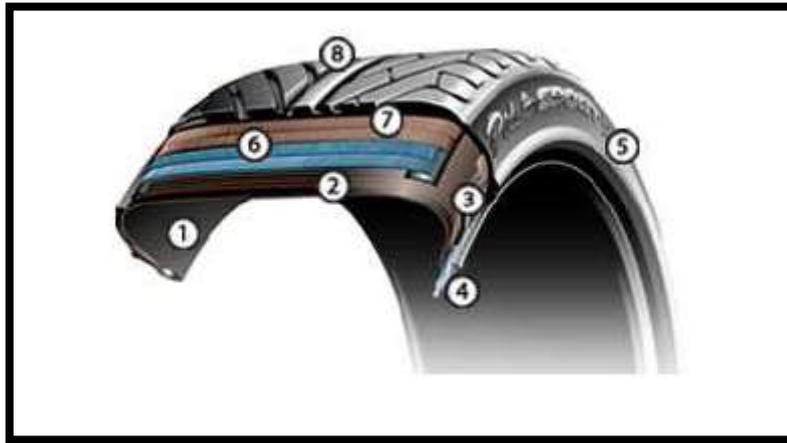


Figure N°56 : Coupe transversale d'un pneu [44].

- 1- Une feuille d'un caoutchouc synthétique.
- 2- La nappe carcasse.
- 3- Un bourrage zone basse.
- 4- Les tringles.
- 5- Les flancs.
- 6- Les nappes sommets.
- 7- La bande de roulement.
- 8- les sculptures.

3. Les matériaux constituant un pneu

Matériaux	Pneu tourisme	Pneu poids lourd
Elastomère	47	43
Noir de carbone	21.5	21
Acier	16.5	27
Textile	5.5	-
Oxyde de zinc	1	2
Soufre	1	1
Autre	7.5	6

Tableau 13 : Constitution moyenne en masse de pneu [45].

4. Les types des pneus

4.1. Les pneus usagés réutilisables (PUR)

Qui peuvent eux-mêmes également être sous classés en deux catégories :

❖ *Les pneus réutilisables :*

Généralement destiné au marché de l'occasion en France ou à l'export : il s'agit d'un pneu usagé dont la majorité des sculptures n'est pas inférieure à 1.6 mm de profondeur et qui, après inspection de la solidité de la structure de l'enveloppe, peut être utilisé en toute sécurité.



❖ **Les pneus rechapables :**

Pneu usagé qui, après inspection de la solidité de la structure de l'enveloppe, peut faire objet de la vulcanisation d'une nouvelle bande de roulement afin d'être de nouveau utilisable. Cette technique permet d'offrir au pneumatique une seconde, voire une troisième vie.

4.2. Les pneus usagés non réutilisables (PUNR)

Ces pneus impropres au rechapage ont des composants qui peuvent être réutilisés soit en valorisation matière, soit en valorisation énergétique. Notons que pendant longtemps ces pneus ont été mis en décharge, mais depuis le 1er juillet 2002 cela est interdit en application de l'arrêté de 9 septembre 1997.

5. Les caractéristiques des pneumatiques

Caractéristiques	Tourisme (VL)	Poids lourds (PL)
Poids moyen	7 kg	52.5 kg
Densité moyenne	0.2 entier	0.4 déchiqueté
Nombre de pneu/m ³	22	3
Présence de métal	15%	25 %

Tableau 14 : Les caractéristiques des pneumatiques.

Remarque : Le pourcentage de la présence de métal est par rapport au poids total.

6. La durée de vie d'un pneumatique

Les pneumatiques sont composés de différents types de matériaux et composants dont les propriétés évoluent avec le temps. Cette évolution dépend des conditions de stockage (température, humidité, position, etc.) et d'utilisation (charge vitesse, pression de gonflage, état des roues, etc.) auxquelles le pneumatique est soumis.

Alors, il n'est pas possible d'affirmer la durée de vie d'un pneu. Les pneus devraient être remplacés dès que la bande de roulement ou que le profil d'un pneu est usé.

Remarque : en fin de vie, 80 % d'un pneu restent utilisables [46].

7. L'importation des pneus en Algérie

L'importation des pneumatiques en Algérie est en augmentation chaque année puisque la démographie et le parc automobile du pays augmente.

L'Algérie importe en moyenne 49,62 milliers de tonnes de pneumatiques en caoutchouc, chaque année Depuis 2004, selon l'Agence Nationale de Promotion du Commerce Extérieur. Tenant compte de la perte de masse due à l'usure du pneu une fois usé (à l'usage, un pneu VL perd environ 1 kg de gomme et un pneu PL environ 4 kg), et Sachant que chaque pneu neuf vendu génère un pneu usagé, chaque année on se retrouve avec environ 45,65 milliers de tonnes de pneus usagés.



Périodes	2006	2007	2008	2009	1 ^{er} semestre 2010
Quantités (Milliers de tonnes)	61.58	70.42	60.37	21.43	45.52

Tableau 15 : Quantité de pneus en caoutchouc importées par l'Algérie de 2006 à 2010 [47].

En 2016, l'Algérie a importé 136 936 tonnes de pneumatiques neufs tout types confondus (VL et PL) [48].

Remarque : Au Canada, le nombre de pneus usés, est estimé en fonction du nombre de pneus neufs vendus (Chaque pneu neuf vendu génère un pneu usé). La même méthode est utilisée en France.

8. Les réglementations

8.1. La réglementation Algérienne

La loi algérienne précise que tout générateur et/ou détenteur de déchets, est tenu d'assurer ou de faire assurer la valorisation des déchets engendrés par des matières qu'il importe ou écoule et les produits qu'il fabrique.

Lorsque le générateur et/ou le détenteur de déchets est dans l'impossibilité d'éviter de générer et/ou de valoriser ces déchets, il est tenu d'assurer, à ses frais, l'élimination de ses déchets de façon écologiquement rationnelle, conformément aux dispositions de la loi n° 01-19 du 12 décembre 2001 relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets, article 7 et 8 et de ses textes d'application.

La taxe sur les pneus neufs importés et/ou produits localement, a été fixée à 10 DA/pneu pour les pneus de poids lourds et 05 DA/pneu pour les pneus de véhicules légers. 50 % de la valeur de cette taxe est affectée au FEDEP (Le Fonds National pour l'Environnement et la Dépollution).

8.2. La réglementation française

Le cadre réglementaire français actuel est constitué par un décret et deux arrêtés.

Décret n°2002-1563 du 24 décembre 2002 relatif à l'élimination des pneumatiques usagés :

- ❖ confie aux producteurs de pneumatiques la responsabilité technique et financière de la collecte et du traitement des pneumatiques usagés.
- ❖ prévoit également que les collecteurs et les exploitants d'installations de traitement soient agréés par les préfets.
- ❖ impose aux détenteurs de stocks de pneumatiques usagés constitués avant l'entrée en vigueur du décret de les faire traiter avant le 1er juillet 2009.

L'arrêté du 8 décembre 2003 relatif à la collecte des pneumatiques usagés précise les conditions de délivrance de l'agrément préfectoral aux collecteurs.

L'arrêté du 23 juillet 2004 sur la communication d'informations relatives à la mise sur le marché et le traitement des pneumatiques impose aux producteurs la déclaration annuelle des flux mis sur le marché, collectés et envoyés pour traitement.

Il impose également aux opérateurs de collecte et de traitement la déclaration des flux ramassés, triés, regroupés et traités. Les annexes de cet arrêté, c'est-à-dire les formulaires de déclaration, ont été modifiées par un nouvel arrêté daté du 7 mars 2008.

Remarque : En Europe, il n'existe pas de directive concernant spécifiquement le traitement des pneumatiques usagés.



9. Prévention / Réduction

Réduire la production de pneus usagés (PU) est possible en prolongeant la durée de vie des pneus. Pour cela, il faut :

- ❖ vérifier très régulièrement le gonflage de vos pneus.
- ❖ utiliser correctement la direction assistée de votre véhicule (éviter les braquages de roues à l'arrêt).
- ❖ limiter les démarrages et les freinages brutaux.
- ❖ adopter une conduite souple.

En donnant une seconde vie à vos pneus, notamment pour les pneus de camion, grâce au rechapage (ils restent généralement votre propriété : vous récupérez alors vos propres pneus, après rechapage).

10. Collecte

Les pneus usagés sont des déchets dont les opérations de stockage et de collecte sont difficiles car leur volume important rend le stockage malaisé et le transport onéreux, la dispersion du gisement gêne la collecte et le regroupement, et les filières proches et adaptées sont rares. Les pneus peuvent être confiés, soit à :

- ❖ des collecteurs spécialisés en PU : les carcassiers.
- ❖ des collecteurs généralistes multi déchets.
- ❖ des collecteurs généralistes des déchets de l'automobile.
- ❖ Ces collecteurs doivent être agréés.

Les particuliers peuvent déposer les pneus usagés en déchèteries, ou chez des professionnels de l'automobile qui ont l'obligation de les reprendre en cas de remplacement.

10.1. Les conditions de la collecte

Le détenteur doit remettre la totalité des pneus usagés, réutilisables et non-réutilisables et ce, exclusivement à un collecteur agréé par la Préfecture du département concerné.

Les pneumatiques mis sur le marché sans respecter la réglementation (importations ou ventes en ligne sans éco-contribution à la filière) ne sont pas éligibles à la collecte gratuite.

10.1.1. L'accessibilité

Le stock de pneus usagés doit être directement accessible par le véhicule de collecte. En cas de difficultés avérées (escalier, couloir, local intermédiaire...), le détenteur doit amener les pneus usagés à proximité immédiate du véhicule de collecte afin de garantir l'efficacité, la rapidité du service et la sécurité de l'agent de collecte.

10.1.2. Le stockage

Les pneus usagés doivent être stockés sur un sol aménagé à l'abri des intempéries (local dédié). En cas de stockage extérieur, les pneus doivent être protégés de la pluie et du pillage.

10.1.3. La mécanisation

Collecte mécanisée : au-delà de 500 pneus VL par mois ou 80 PL, mise en place systématique d'une benne. Le chargement de la benne devra être optimisé au travers du "chaînage" des pneus VL afin d'obtenir le meilleur ratio quantité/benne. Conformément à l'arrêté du 08 décembre 2003 - Annexe 1, Art. 2 - le contenant est à la charge du détenteur.

10.1.4. Le tri

Pneus séparés par type :

- ❖ véhicules légers.
- ❖ Motos.
- ❖ poids-lourds.
- ❖ pneus agraires.
- ❖ génie civil.



11. La valorisation

Les pneus usagés non réutilisables ne peuvent pas être rechapés, mais il est possible de les valoriser de différentes manières. Les plus grandes voies de valorisation pour les déchets de pneumatiques sont la valorisation énergétique et la valorisation matière, qui constituent de nouvelles perspectives et qui peuvent constituer une solution efficace aux problèmes cités préalablement.

Les deux alternatives au recyclage et à la « valorisation » des pneus en fin de vie sont :

- ❖ la mise en décharge.
- ❖ l'incinération sans valorisation énergétique.

Elles sont de moins en moins tolérées dans le monde.

11.1. Rechapage

Le rechapage est une technique qui consiste à reconstituer la bande de roulement du PU pour :

- ❖ prolonger sa durée de vie.
- ❖ Baisse du prix de revient kilométrique.
- ❖ Recreusabilité assurée.

La production d'un pneu de poids lourds nécessite jusqu'à 80 kilos de mélange de gomme, alors qu'un rechapage n'en demande que 30 maximum. Les pneus de poids lourds peuvent être rechapés jusqu'à trois fois, entraînant ainsi une triple économie de ressources et d'énergie, et une réduction des déchets. Le rechapage des pneus de poids lourds nécessite bien moins de pétrole qu'en produire un nouveau [49].



Figure N°57 : Rechapage.

11.2. Valorisation par recreusage

Le recreusage est une opération qui consiste à enlever de la gomme dans le matelas de gomme existant afin de redonner de la profondeur de la sculpture.

Le recreusage permet :

- ❖ d'augmenter jusqu'à 25 % la longévité kilométrique du pneu.
- ❖ d'économiser jusqu'à 2 litres/100 km de carburant.
- ❖ de prolonger significativement le potentiel d'adhérence du pneu en toute sécurité.
- ❖ de réduire l'impact environnemental.



Figure N°58 : Recreusage.

11.3. La valorisation énergétique

Le pneumatique, par sa structure chimique polymère, possède un excellent pouvoir calorifique :

3 tonnes de pneus = 2 tonnes de fuel [45].

Sa composition homogène en fait par ailleurs un combustible de substitution stable. La valorisation énergétique repose quasi essentiellement sur l'utilisation en cimenteries.

11.3.1 Applications

❖ *Aciérie :*

Habituellement, dans un four à arc électrique, on ajoute aux 100tonnes de ferrailles environ 3300kg de chaux et 1150kg de carbone sous forme d'anthracite et de coke. L'anthracite fournit du carbone qui se dissout dans le métal liquide, où il joue le rôle de réducteur des oxydes de fer (la rouille). La composition du pneumatique présentant une grande quantité de carbone, il est ainsi possible de remplacer l'anthracite que les aciéries électriques utilisent pour réduire la rouille des ferrailles usagées.

❖ *Cimenteries :*

Depuis dix ans, l'industrie cimentière s'est engagée à réduire sa consommation d'énergie fossile tout en garantissant le maintien de la qualité des ciments. Le Clinker, est le principal composant du ciment. Les cimenteries utilise une quantité importante de combustible fossile (gaz naturel, fuel, charbon, coke...), mais aujourd'hui il y'a une alternative pour le substituer par des pneus usagés. Cette solution permet d'économiser du coke de pétrole, du charbon et du fioul lourd.

11.4. Valorisation matière

La valorisation matière est le processus de traitement et de transformation des pneus usagés qui en permet une nouvelle utilisation sous une autre forme, par exemple en broyats, en granulat ou en poudrette. Les poudrettes sont des particules de caoutchouc ayant des dimensions inférieures à 2mm, les granulats sont des particules d'une taille supérieure à 2mm.

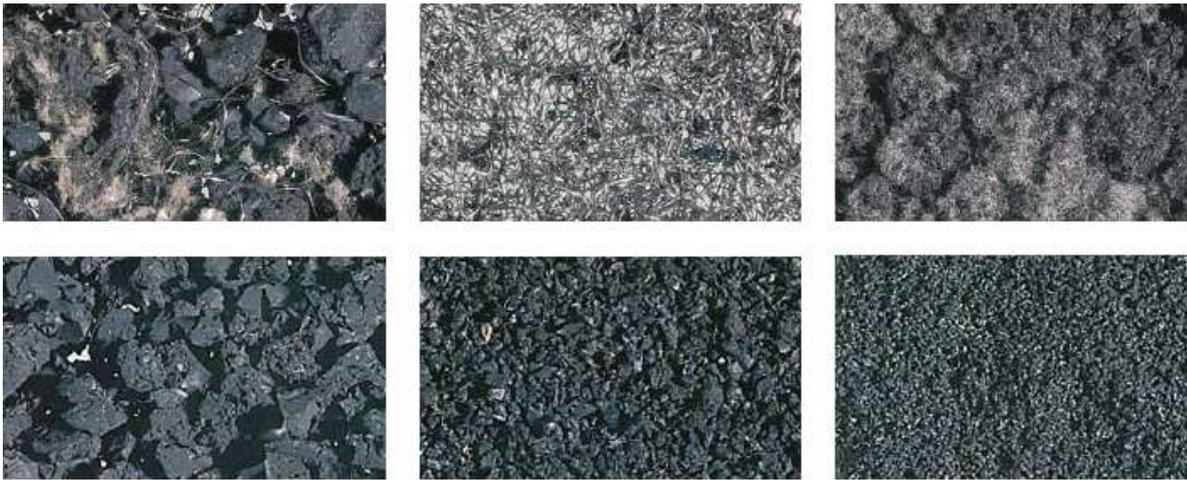


Figure N°59 : Les différents diamètres des granulats.

11.4.1. Applications

❖ Aires de jeux

Les propriétés élastiques des granulats de pneus en font un matériau particulièrement intéressant pour la fabrication d'aires de jeux amortissantes, de dalles de sol et de sols sportifs souples.

Broyé, le caoutchouc des pneus usagés est transformé en granulats de 1 à 4 mm de diamètre. Mélangés à de la résine et coulé dans un moule. Ces éléments permettent une absorption importante des chocs et garantissent une grande sécurité pour les aires de jeux.



Figure N°60 : Aire de jeux.

❖ Piste d'athlétisme

Le revêtement de piste d'athlétisme constitué de granulats de PUNR et de liant de polyuréthane permet d'atteindre les exigences de confort et de performance recherchées.

Une pratique sportive engendre une série de chocs qui se répercutent dans l'organisme et peuvent provoquer des blessures ou une fatigue, un revêtement de sol sportif a pour fonction de repousser, voire d'éviter tout risque traumatique à court, moyen ou long terme pour le sportif.



Figure N°61 : Piste d'athlétisme

❖ **Bétons**

Des études ont été réalisées concernant l'opportunité d'incorporer des granulats issus du broyage de pneus usagés dans des mortiers et bétons à base cimentaire.

Par cette incorporation, il s'agit à la fois d'alléger le béton et d'en augmenter les performances (accroissement de la résistance à la fissuration et de la capacité de déformation de ces matériaux). L'ajout de granulats issus de PUNR confère au béton une durabilité accrue, et une plus grande aptitude à l'absorption des vibrations mécaniques, sans difficultés de mise en œuvre.



Figure N°62 : l'utilisation des granulats des pneus dans le béton.

❖ **Eclisses de tramway**

Les rails sur lesquels circulent les tramways, doivent être isolés du socle pour éviter la propagation des courants statiques, mais aussi éviter de transmettre des ondes vibratoires aux milieux extérieurs. Pour cela, il est nécessaire d'utiliser des éclisses remplissant ces fonctions.

Les granulats de PUNR permettent de répondre parfaitement à ces contraintes. En effet, ces pièces réalisées à partir de granulats de PUNR et de liant polyuréthane permettent à la fois de filtrer les vibrations et d'empêcher la propagation de courants statiques.

❖ **Gazons synthétiques**

Le gazon synthétique est composé d'un tapis d'herbe synthétique dans lequel a généralement été ajouté un lit de lestage en sable recouvert d'une couche de granulats libres.

Ce type de terrain est praticable par presque tous les temps. Son utilisation est illimitée. Ce gazon ne nécessite ni engrais, ni tonte, ni traçage, ni arrosage, et il demande 2 à 3 fois moins d'entretien que le naturel.



Figure N°63 : Les granulats de pneus dans un gazon synthétique.

❖ *Sol équestre*

Le sol équestre est composé d'une semelle de granulats liés par une résine et recouverte d'une couche de granulats libres. Il cumule des qualités d'amortissement, de souplesse et d'élasticité permettant une bonne impulsion du cheval et dédramatisant la chute. Contrairement au sable utilisé en manège qui dégage beaucoup de poussière, le revêtement en granulat de pneus ne requiert aucun arrosage et permet d'économiser significativement les fers des chevaux.



Figure N° 64 : sol équestre

❖ *Les objets moulés*

Mélangés à des liants ou des résines, les granulats trouvent de nombreuses applications dans les objets moulés, en particulier dans le domaine du mobilier urbain. Ils peuvent ainsi devenir des ralentisseurs, des plots de signalisation, des accessoires d'aménagement sur voie cyclable, etc.

S'il est broyé encore plus finement et soigneusement séché pour enlever toute trace d'humidité, le granulat devient de la poudrette de pneu. Cette poudrette est combinée à un agent de vulcanisation, puis homogénéisée dans des malaxeurs. Ce mélange est ensuite versé dans des presses préformées et vulcanisé sous forme de bandage. On fabrique ainsi principalement des roues de conteneurs à déchets, mais aussi des roues pour les échafaudages, les brouettes, ou les nettoyeurs à haute pression.

11.5. La valorisation en travaux publics

Le broyage de pneus utilisés comme : remblais, confortement de digue et le recyclage sous forme de déchiquetés, granulats dans les applications du type enrobés, etc.

Utilisation de granulats en caoutchouc issus de broyage de pneus usagés, en substitution volumique des granulats naturels dans la confection du béton [50] et dans la construction des chaussées souples [51].



❖ **Les murs de soutènement**

Les pneus usagés entiers trouvent plusieurs applications dans les infrastructures routières. Les murs de soutènement font partie des utilisations qui se sont développées dès les années 80.

Solidement attachés entre eux, les pneus de poids lourds sont remplis de terre et élevés en murs. Cette technique fait conjointement appel à la souplesse et à la résistance des pneus, que la végétation finit par recouvrir entièrement.



Figure N° 65 : Un mur de soutènement « pneusol »

❖ **Revêtement des chaussées**

Le bruit du trafic routier est fonction de l'émission sonore (débit, nature du trafic, vitesse moyenne, allure des véhicules, type de revêtement), mais aussi des conditions de propagation (profil en travers de la route, présence d'obstacles, distance source/récepteur, absorption acoustique du sol et des obstacles).

La poudrette des pneus est utilisée pour la fabrication des enrobés routiers. Incorporés dans le bitume ou associés aux enrobés, elle permet d'améliorer les caractéristiques acoustiques de l'enrobé ainsi que sa résistance à la fissuration lors du gel et du dégel. De même, ils favorisent l'adhérence des véhicules.

L'utilisation des granulats de pneus usagés pour des applications acoustiques répond à une double nécessité :

- ❖ valoriser les pneumatiques usagés.
- ❖ réduire les nuisances liées au bruit.

12. Autre applications du pneu usagé

Le pneu usagé conserve de nombreuses qualités : souplesse du caoutchouc, solidité de sa structure, pouvoir drainant, résistance, pouvoir calorifique. Les applications du pneu usagé sont nombreuses. Ils peuvent être un élément décoratif dans nos maisons, par exemple :



Figure N°66 : Autres applications.

13. Recyclage des pneus

Tous les pneus démontés ne sont pas affectés à la même fin, certains sont encore en suffisamment bon état pour être remis sur le circuit de l'occasion ou peuvent encore servir au rechapage. Si ce n'est plus le cas, ils subissent un processus de recyclage.

13.1. Le recyclage et des pneumatiques en Algérie

Le traitement et recyclage de déchets est un réel enjeu économique et écologique pour l'Algérie, Les autorités n'ont pas encore pris toute la mesure de la sensibilité de la question, les citoyens non plus ne font pas grand cas de l'impact écologique de leur déchet.

Le recyclage des pneus usagés est un concept nouveau en Algérie. Bien que la loi autorisant la création d'unité de recyclage de ce produit existe, l'investissement dans ce créneau, pourtant porteur à long terme, ne semble pas emballer les opérateurs économiques.

Une seule entreprise agréée active dans ce créneau porteur. «Douib Recyclage Caoutchouc», implantée dans la wilaya de Sétif est entrée en activité depuis six ans (2012).

Cette entreprise a confronté beaucoup des problèmes d'ordre bureaucratiques comme :

- ❖ La collecte des pneus usagés, il s'agit d'une prestation de service payante et facturée et qui nécessite une autorisation délivrée par le ministère.
- ❖ L'entreprise plaide pour que l'importation du granulat soit taxée pour encourager la production nationale et la création d'entreprises de recyclage.



13.2. La chaîne de recyclage des pneus

13.2.1 Séparation

La première étape consiste à séparer la bande de roulement de la carcasse composée de feuille en caoutchouc synthétique (chambre à air), de toile de carcasse, de la zone inférieure rembourrée, de toile de sommet et nappes de ceinture.



Figure N°67 : Séparateur.

13.2.2. Laminage des parties 100% en Caoutchouc

Lors de cette seconde étape, une machine découpe les flancs de la carcasse et de la bande de roulement en bandelettes. La largeur de découpe est ajustable.



Figure N°68 : Découpeur.

13.2.3 Prébroyage

Cette machine est utilisée pour broyer grossièrement les bandelettes de caoutchouc obtenues précédemment avec des dimensions pré définies. Les copeaux de caoutchouc obtenus sont acheminés vers l'unité de transformation principale.



Figure N°69 : Pré-broyeur.

13.2.4. Séparation de Caoutchouc et câbles d'acier

Lors de cette étape les parties non broyées précédemment sont pressées par cette machine afin de séparer le caoutchouc des câbles d'acier qui les composent. Une fois cette opération effectuée, le caoutchouc est récupéré puis broyé grossièrement à son tour et acheminé vers l'unité de transformation principale.

13.2.5. Broyage final

Une fois qu'il ne reste que des granulés de gomme, le tout est poussé dans un crible et broyé en tailles différentes selon l'usage auquel il est destiné (par exemple, très fin lorsqu'utilisé à la fabrication de nouveaux pneus, plaquettes de frein, route étanchéité, les adhésifs et peintures).



Figure N°70 : Broyeur.

13.2.6. Test et distribution :

Les particules sont examinées en fin de processus et leur qualité est contrôlée, puis acheminées selon leur réutilisation.



14. Conclusion

L'augmentation du nombre de pneus usagés chaque année en Algérie, fait l'obligation de prévoir la meilleure façon de baisser l'impact négatif de ce déchet encombrant sur l'environnement, due à sa longue durée de vie et ses constituants.

Le secteur du Génie Civil par la technique pneu-sol, semble être le secteur leader de valorisation des pneus usagés en Algérie.

Par ce travail, nous tenterons de mieux comprendre comment valoriser et bénéficier le plus d'un pneumatique, et par la suite rendre une faveur à l'environnement, la société et le pays en général.

Dans l'avenir, nous espérons d'avoir notre propre entreprise de recyclage des pneumatiques, afin de constituer une matière première destinée à être cédée à d'autres entreprises de la filière, et de donner une deuxième vie aux pneus usagés, et bien sûr pour offrir un service de nettoyage, et puisque ce domaine est prometteur en raison du manque de ce type d'activités en Algérie, ça va être fructueuse.



Conclusion générale

En raison de la croissance exceptionnelle de la production des déchets sous le triple effet de l'augmentation économique, démographique et du niveau de vie, les difficultés liées à la gestion des déchets ménagers en Algérie sont devenues plus aigües. Pour faire face à ce problème, l'enfouissement technique est la solution privilégiée par les pouvoirs publics et la plus pratiquée, du fait de son coût plus faible que celui des autres filières d'élimination, cette gestion est incontournable dans notre pays. Mais ça reste la méthode la plus défavorable en raison de leur impact négatif sur l'environnement et sur la santé publique.

En cours de ce travail nous avons effectué un dimensionnement d'un centre d'enfouissement technique d'El Amria, ce centre de 2^{ème} classe a une capacité de 141421,53 m³ soit 199 185,26 Tonnes de déchets, sa durée de vie est de 9,23 ans qui peut être facilement doublée par un bon tri et une bonne gestion du centre. On a tenté aussi de démontrer le fonctionnement du CET et les étapes de traitement des lixiviats et de biogaz.

Pour une bonne maîtrise, les déchets doivent être distingués suivant leur temps de dégradation dans le sol. Les éléments biodégradables, c'est-à-dire à base de matières organiques (déchets verts, papiers...) disparaissent en moins d'un an, mais il faut 10 ans pour le métal et de 100 à 1.000 ans pour les plastiques, polystyrènes et autres matières synthétiques assimilées et recyclable. Dû au développement des technologies et des filières de retraitement, poussé par l'évolution de la réglementation et la prise de conscience écologique, le taux de recyclage est en augmentation autour le monde, il s'inscrit dans la stratégie de traitement des déchets dite des trois R : Réduire, Réutiliser, Recycler. Son objectif est d'éviter l'accumulation des déchets pour les utiliser en tant que ressources, ses bénéfices économiques et environnementaux sont considérables. En misant sur le développement du recyclage, l'Algérie pourrait économiser plus de 300 millions d'euros par an.

Cependant, il y a lieu de travailler pour une meilleure vulgarisation de ces filières vertes qui créent des emplois verts bénéfiques tant pour l'environnement que pour l'économie.

Les déchets encombrants, constituent un danger sur l'environnement par le risque potentiel d'incendie, On prend l'exemple de déchets pneumatiques, nul ne peut ignorer que le pneu usagé est une menace sur la santé publique par les maladies dues aux fumées toxiques, ou dues aux piqûres de moustiques, si on veut éviter aux générations futures d'être confrontés eux également à la complexité de ce gisement, il est nécessaire d'imposer une gestion proactive des pneus en fin de vie.

Ce travail quoiqu'essentiellement théorique, devrait permettre d'avoir en mains un savoir-faire essentiel et des outils indispensables dont nous devrions disposer. Nous avons choisi d'approfondir nos recherches dans le domaine de l'élimination des déchets en faisant une petite étude sur la problématique des pneus en Algérie, cycle de vie des pneumatiques et les différentes filières de valorisation, pour avoir une idée pour nous lancer dans la filière en question.

Bibliographie

[01] THONART, Philippe et al, Guide pratique sur la gestion des déchets ménagers et des sites d'enfouissement technique dans les pays du sud. « Institut de l'énergie et de l'environnement de la Francophonie (IEPF), 2005, 56 rue SAINT PIERRE, QUEBEC, 129 pages.

[02] BOUDGHENE, Stambouli Moustapha, BETE³, « Etude de la décharge contrôlée », Amria, Ain T'émouchent, 2012.

[03] AUBE, « Centre de stockage des déchets », France, (Google images).

[04] HUBERT, Julien. 2014. « Etude numérique du comportement à long terme des déchets dans un centre d'enfouissement technique ». Mémoire de master. Sciences Appliquées. Liège : Université de Liège. 98 pages.

[05] HITA Mohammed et HAFRAD Tawfiq, 2016, « La gestion intégrée des déchets ménagers de la wilaya d'Ain t'émouchent Cas : Etude de la décharge contrôlée de Sidi Boumediene ». Mémoire de master. Science et technologie. Ain t'émouchent : Centre universitaire-BELHADJ Bouchaib Ain t'émouchent, 96 pages.

[06] BENALLAL, Abdelheq.2016. « Etude d'impact sur le centre d'enfouissement technique d'Ain t'émouchent (Sidi Ben Adda) sur l'environnement ». Mémoire de master. Science biologique- Pathologie des écosystèmes. Tlemcen : Université Abou Baker Bel KAID, 78 pages.

[07] SALHI, Safia, Guide pour le choix de site des centres d'enfouissement techniques des déchets ménagers, « Ministère de L'Aménagement du Territoire et de L'Environnement ». 2005, 55 pages.

[08] Le Directeur de l'environnement d'Ain T'émouchent, Guide pour la conception de centre d'enfouissement technique des déchets ménagers, « Ministère de L'Aménagement du Territoire et de L'Environnement ». 2005.

[09] PGPE, Guide de présélection de site de décharge contrôlée des déchets ménagers – Cas de Larache et Chefchaoun, « Coopération Maroc-Allemande- Programme de gestion et de protection de l'environnement ». 2002. 80 pages.

[10] DRIEE Ile, Les obligations réglementaires en matière de conception et de traçabilité, « Centre de stockage de déchets ultimes non dangereux ou dangereux », République française. 2012, 36 pages.

[11] MRC, MATAPADIA, Projet D'implantation d'un milieu d'enfouissement technique, « Régie inter municipale de traitement des matières résiduelle des MRC de la Matapédia et de la Mitis ». 2003, 31 pages.

[12] CITERETSE, Lucien, 2008. « Les déchets ménagers solides de la ville de Bujumbura (Burundi) ». Mémoire. Bruxelles : Université libre de Bruxelles, 78 pages.

[13] BENYOUB Chemse Eddine, « Un suivi d'exploitation et d'environnement : Nivellement des déchets ». Centre d'enfouissement technique de Sidi Ben Adda, 20 Pages.

[14] GURDBIRK S.A, 2013, « Dossier technique demande d'autorisation d'exploiter l'extension de stockage des déchets non dangereux », Département de la Somme : Lihons, 190pages.

[15] BRGM, Projet de centre d'enfouissement technique sur les communes de Paudy et Giroux, « L'entreprise au service de la terre ». 1991. 71 pages.

[16] MOHAMMEDI, Djahida, « Les risques de la pollution du milieu naturel par les lixiviats des décharges contrôlées. Cas du centre d'enfouissement technique de Tlemcen », Technologies de Traitement des Eaux Mémoire de master : Abou Baker Belkaid, Tlemcen, 2016, 103 pages.

- [17] WIKIPEDIA, Site web d'Ain T'émouchent « Géographie Amria ». (Google images).
https://fr.wikipedia.org/wiki/Da%C3%AFra_d%27El_Amria.
- [18] WIKIPEDIA, Règlement parasismique algérienne pour ouvrage d'arts, « Zone sismique séisme Alegria », 1960.
<https://www.google.dz/search?biw=glement+parasismique+alg%C3%A9rienne+%2C+1960.&oq8glement+parasismique+alg%C3%A9rienne>
- [19] ONS, « Population résidente des ménagers ordinaires et collectifs (MOC) selon la wilaya de la résidence et le sexe et le taux d'accroissement annuel (moyen) », 1998-2008. 2pages.
- [20] BOUTELDJA, Karim. « La quantité des déchets ménagers en 2017:Extranet», Algérie ECO, www.algerie-eco.com.
- [21] KIHAL MOHAMMED, 2015, « Contribution à l'étude de décharge de Saf Saf (Tlemcen) », Thèse de Master En Ecologie végétal et Environnement, Tlemcen : Université Abou Baker Bel KAID, 64-79 pages.
- [22] B.E.T.E³, Rapport d'étude géotechnique, Projet : décharge contrôlée d'El Amria- wilaya Ain t'émouchent « Client : bureau d'études techniques environnement-écologie-écosystème », 2015. 6 Pages.
- [23] AFITEX, Drainage des eaux pluviales & lixiviats en talus de centre de stockage de déchets, Mise en œuvre du drain-tube. « L'intelligence des sols ».
- [24] GREGOIRE, Macqueron, « Recyclage et traitement des déchets-Future sciences », 2009. 12 pages.
- [25] Déférentes catégories des déchets « Ministère de la transition écologique et solidaire », France, 03 pages.
- [26] Dr BENNAMA, Tahar, « Les bases de traitement des déchets solides », faculté Chimie, Polycopié de cours : Mohamed Boudiaf, Oran, 2016, 9-85 pages.
- [27] DJEMACI, Brahim, 2012, « La gestion des déchets municipaux en Algérie : Analyse prospective et éléments d'efficacité », Thèse de doctorat, Science économique, Université de Rouen, 393 pages.
- [28] AUSRA, Stravinskaite, « Impact de la production des déchets sur l'environnement », 2012, <https://recyclage.ooreka.fr/comprendre/valorisation-dechets>.
- [29] SYCTOM, Manuel de l'enseignant – les déchets ménagers, « L'agglomération parisienne », 12 pages, page-8.
- [30] OOREKA, « Recyclage des déchets » Site : <https://recyclage.ooreka.fr/comprendre/valorisation-dechets>
- [31] SCRIBD, « Recyclage des ménagers », Site : <https://www.google.dz/search?q=recyclage+scribd&source=> .
- [32] DJEMACI, Brahim, « Recyclage des déchets à travers un système de consigne : Cas des bouteilles en plastique en Algérie », Université de Rouen, Centre d'analyse et de recherche en économie, France, 14 pages. <http://www.oeconomia.net/private/colloquediufm/21.colloquedd-djemaci.pdf>
- [33] AHMED ZAID Malika et all, « La gestion intégrée des déchets solides en Algérie ». Contraintes et limites de sa mise en œuvre : Ciriec, Working paper, 2011, 41-72 pages. <http://www.ciriec.ulg.ac.be/wp-content/uploads/2015/08/WP11-04.pdf>

- [34] KOTPLANET Team, « Le papier-carton : Avantages et limites du recyclage du papier et carton », Economie. <https://www.kotplanet.be/conseils/economies/avantages-et-limites-du-recyclage-du-papier-et-carton>
- [35] SCRIBD, « Valorisation des déchets : le verre », Recyclage, Site : <https://fr.scribd.com/document/303487590/Recyclage-Des-Verres>
- [36] Mirakoff Alexandra et al, Le recyclage, Projet tutoré DUT 1ere année- IUT, 2008, 9-55pages.
- [37] MENS, Sana In Terra dossier sur l'environnement, Le recyclage de plastique, Approche didactique et scientifique, 3-20 pages.
- [38] CRYSTAL, « Avantages et inconvénients de bouteille en plastique recyclage », Octobre 27, <http://www.terre-acadie.com/x2AJG5Gb.html>.
- [39] MARINO, « Avantage et inconvénient des emballages en plastiques », 2011, https://www.over-blog.com/Avantages_et_inconvenients_des_emballages_en_plastique-1095203869-art124779.html
- [40] OOREKA, « Récupération de métaux », Site : <https://recyclage.ooreka.fr/comprendre/recuperation-metaux>
- [41] Avantages et Inconvénients de recyclage des métaux, <http://www.zakhad.com/avantages-et-inconvenients-de-recyclage-des-metaux/>.
- [42] CHAMBERY, Métropole, « La compétence des déchets », Vidéo explicative , 2015, <https://www.youtube.com/watch?v=64LpFZcDM0E> ,
- [43] AIT IDIR, ERA, Abdelhalim, « Valorisation Energétique des Pneumatiques Usagés Non Réutilisables », Centre des conventions d'Oran, 2017, 21 pages.
- [44] Les Professionnels du Pneu, « Le livre blanc du pneumatique », Pour véhicules tourisme et poids lourd, 2006, 4-25 pages,
- [45] SADAKA, Faten, « Etude de la dégradation contrôlée de poly diènes : Application au recyclage des déchets pneumatiques », Unité de Chimie et Physicochimie des Polymères Présentée par Etude de la dégradation contrôlée de poly diènes : Application au recyclage des déchets pneumatiques, Université de Maine, 240 pages.
- [46] LAURENT, RETREAD, « La durée de vie d'un pneu », Les activités et valeurs des pneus, <http://www.laurentretread.com>.
- [47] TROUZINE Habib et all, « Problématique des pneus usés en Algérie », Revue : Nature et technologie, Université Djilali liabes, 2010, 8 pages.
- [48] International Trade Centre, « Exporter management », Site : <http://www.intracen.org/>.
- [49] LAURENT, RETREAD, « Les techniciens conseils en rechapage : comment sa marche ! », Multi service, France. <http://www.laurentretread.com>.
- [50] BELFERRAG, Allaoua, « Valorisation des fibres métalliques issues des déchets pneumatiques dans les bétons de sable de dunes », Mémoire Master : Aménagement Hydraulique et Génie Civil, Université Kasdi Merbah, Ourgla, 2006, 139 pages.
- [51] FAROUDJA Meziani et all, « Amélioration de la résistance mécanique des chaussées souples par ajout de granulats de pneus recyclés », Science et technologie, Oran, 2013, 7pages.

Les Annexes

Annexe 01 : Les critères de la gestion de l'eau

- faible connaissance et donc de limites de l'impact de la pollution et l'hydrologie.
- zones faillées.

5 Critères de la gestion de l'eau

Critères d'exclusion

Dans le contexte de la recherche de site, des critères d'exclusion très sévères sont présents en ce qui concerne les aspects prioritaires de la protection des ressources en eau. Ces critères incluent naturellement des aspects hydrogéologiques. En font partie :

- périmètres de protection de ressources en eau potable existants ou planifiés.
- zone prioritaire de gestion d'eau, plan régional
- zone avec une distance à la nappe phréatique plus haute inférieure 1m
- zone karstique avec une faible couverture peu perméable, ainsi que karst ouvert.
- zones, dans lesquelles se trouvent des roches fissurées perméables sans une couverture difficilement perméable avec une épaisseur suffisante.
- zone d'inondation

Critères de restriction

En supplément aux points mentionnés il faut citer ici comme critères de restriction ceux qui suivent :

- périmètre de protection de sources thermales (médicinales)
- zones dans lesquelles sont situés des sédiments facilement perméables sans une couverture difficilement perméable avec une épaisseur suffisante.
- zone avec une faible profondeur (< 2m) de la nappe libre ou captive

Critères de considération

Dans le cadre de la recherche de site il faut en plus, en ce qui concerne les aspects de la gestion de l'eau, prendre en considération les aspects suivants :

- clarté sur la situation des eaux souterraines
- possibilités de dérivation des eaux d'infiltration en pente libre

Résumé

L'explosion démographique des dernières décennies et la production gargantuesque de déchets qui pourrait dépasser en Algérie les 30 millions de tonnes en 2025, accompagnant la consommation toujours croissante de la population, font de la gestion des déchets un axe de développement essentiel, pour lequel il reste encore beaucoup à faire. Les centres d'enfouissement technique (CET) font partie des alternatives disponibles afin de répondre à cette problématique. Il s'agit d'une solution peu élégante mais difficilement évitable pour des raisons économiques et parfois techniques. Des mesures devront être prises afin de limiter les déchets ou de favoriser le recyclage et la réutilisation de certains matériaux. Le but de ce travail est de faire une proposition d'une bonne stratégie de gestion intégrée des déchets ménagers et de développer un modèle plus complet d'un CET, pour que cela ait la plus faible incidence sur l'environnement.

Mots clés : Déchets Ménagers - Centre d'Enfouissement Technique - Gestion Intégrée - Recyclage.

Theme: Sizing of a technical burying center and recycling of household waste.

Abstract

The demographic explosion in recent decades and the massive production of waste, which could exceed 30 million tonnes in 2025 in Algeria as a result of the increased consumption of products, makes the management of wastes, which there is still much to do, a key focus of development. Burying centers are available alternatives to address this issue, although it is sometimes undesirable but it is difficult to avoid for economic and technical reasons. Measures should also be taken to recycle, reuse and limit wastes. The purpose of this work is to propose a strategy for the integrated management of household wastes and to develop an integrated model for the technical burying center so that it has the least possible risk to the environment.

Key words : Household Waste - Technical Burying Center - Waste Management - Recycling.

الموضوع: قياس ابعاد مركز الدفن التقني و إعادة تدوير النفايات المنزلية

ملخص

إن الانفجار الديموغرافي في العقود الأخيرة و الإنتاج الهائل للنفايات التي قد تتجاوز في الجزائر 30 مليون طن عام 2025, نتيجة للاستهلاك المتزايد للمنتجات يجعل إدارة النفايات التي لا زالت بعيدة عن المستوى محورا أساسيا للتنمية. تعتبر مواقع دفن النفايات من البدائل المتاحة لمعالجة هذه المسألة, على الرغم من انه غير مرغوب فيه أحيانا إلا انه من الصعب تجنبه لأسباب اقتصادية و تقنية. كما يجب اخذ تدابير لإعادة تدوير النفايات و إعادة استعمالها و الحد منها. الغرض من هذا العمل هو اقتراح إستراتيجية للإدارة المتكاملة للنفايات المنزلية, و وضع نموذج متكامل لمركز الردم التقني حتى يكون له اقل خطر ممكن على البيئة.

كلمات البحث: النفايات المنزلية - مركز الردم التقني - الإدارة المتكاملة للنفايات - إعادة التدوير.