

Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
UNIVERSITE SAAD DAHLEB BLIDA
FACULTE DE TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT DES SCIENCES DE L'EAU ET L'ENVIRONNEMENT
MEMOIRE DE MASTER

Etudes d'impact des lixiviats (cas de CET de Soumaa W.Blida)

Préparé par:

CHADLI Fayçal

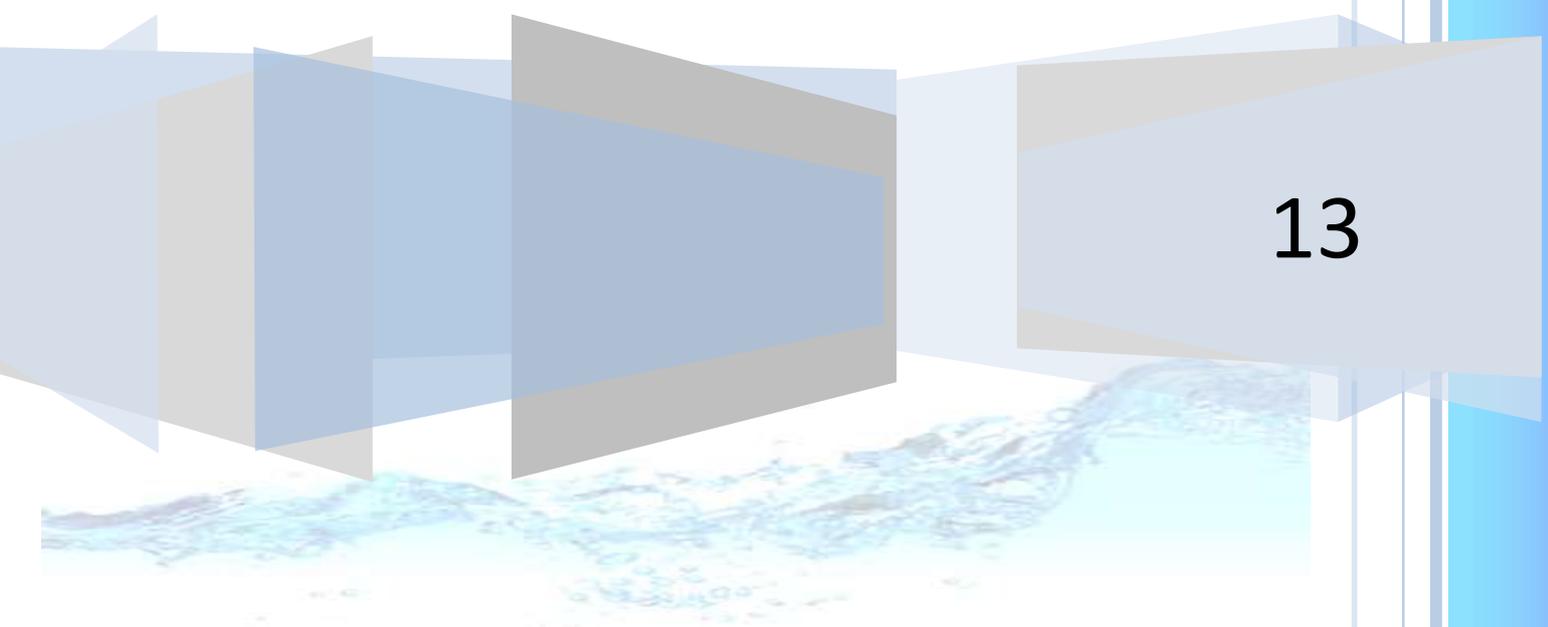
Promoteur:

Dr. M. BESSENASSE

Devant le jury composé de

n
x
y
r

13



REMERCIEMENTS

Résumé :

L'Algérie est confrontée à des graves problèmes liés à la mauvaise gestion des centres d'enfouissement techniques qui doivent être abordés d'urgence pour éviter la dégradation de l'environnement ou l'influence nuisible sur la santé humaine.

Les CET à peine construits, sont déjà dépassés et des problématiques se profilent : fuite de lixiviats, contamination des nappes phréatiques, et inadéquation des méthodes de traitement à la typologie des déchets.

L'objectif global de cette étude est de fournir des informations sur la nature et le degré des impacts environnementaux de la situation du CET de Soumaa à Blida.

Le rejet direct des lixiviats constitue un grand risque sur toutes les composantes du milieu naturel, par la charge organique polluante et par les teneurs importantes en métaux lourds qui dépassent les normes de rejet. Un plus grand soin doit donc être apporté afin que les pollutions susceptibles d'être générées dans le milieu environnant soient évitées.

Mots clés : centre d'enfouissement technique – lixiviat – pollution.

Abstract:

Algeria is facing serious problems of bad management techniques landfills that must be tackled urgently to avoid the degradation of the environment or harmful effect on human health.

The TLS just built, are already been exceeded and problems are looming: leak leachate, groundwater contamination, and inadequate treatment methods to the type of waste.

The objective of this study is to provide information on the nature and level of the environmental impacts of the situation of the TLS Soumaa in Blida.

The direct discharge of leachate constitutes a great risk on all elements of the natural environment by polluting organic charge and the high contents of heavy metals that exceed the discharge standards. A greater care should be brought so that the likely pollutions to be generated in the environment are avoided.

Keywords: technical landfill site - leachate - pollution.

ملخص

تواجه الجزائر مشاكل خطيرة من سوء إدارة التقنيات مدافن النفايات التي يجب التصدي لها عاجل لمنع تدهور البيئة أو تأثير ضار على صحة الإنسان.

بنيت للتو، قد عفا عليها الزمن بالفعل والمشاكل الناشئة: العصارة تسرب، تلوث المياه الجوفية، وطرق العلاج غير كافية لنوع النفايات.

ويتمثل الهدف العام من هذه الدراسة هو توفير معلومات عن طبيعة ومدى الآثار البيئية للوضع مدفن النفايات الصومعة في البلدية

بصرف مباشر من العصارة هو خطر كبير على جميع مكونات البيئة الطبيعية من خلال تلويث العضوي ومستويات كبيرة من المعادن الثقيلة التي تتجاوز المعايير التفريغ. يجب توخي الحذر لضمان أكبر قد يتم إنشاء هذا التلوث في البيئة يتم تجنبها

كلمات البحث: مركز طمر النفايات - العصارة - التلوث

Sommaire

Introduction :

Historique :

Présentation du site du CET de Soumaa :

Situation géographique du CET de Soumaa :

D'autres appellations sur Les centres d'enfouissement :

Fonctionnement d'une décharge :

Etanchéité naturelle

Etanchéité artificielle

Techniques de mesure de lixiviat :

1. Débit de lixiviat

2. Données météorologiques :

3. Modèle de bilan hydrique utilisé

Techniques de mesure du biogaz :

Rejets de décharges :

Composition du lixiviat

Financement et recouvrement des coûts

Financement de la GDS

Impact d'un CET :

Risques environnementaux et sanitaires liés aux lixiviats

Nuisances et risques d'un centre d'enfouissement technique (CET)

1) Les Nuisances :

Pollution olfactive:

Impact paysager:

Pollution routière

Multiplication des prédateurs:

Témoignage :

Pollution de la nappe phréatique:

Maladies bactériologiques et virologiques introduites par les prédateurs:

2) Les risques :

Production et récupération des lixiviats:

Liste des abréviations :

AGV : Acide Gras Volatil.

ISD : installation de stockage de déchets.

PEHD : Polyéthylène Haute Densité.

OER : objectifs environnementaux de rejets.

BRM : technologie des bioréacteurs à membrane.

C.E.T. : Centre d'Enfouissement Technique.

C.S.D.U. : Centre de Stockage de Déchets Ultimes.

C.S.D.M.A. : Centre de Stockage de Déchets Ménagers et Assimilés.

I.S.D.N.D. : Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux.

L.E.T. : Lieu d'enfouissement technique.

DBO : demande biologique en oxygène.

DCO : demande chimique en oxygène.

NTK ou NK : regroupe l'azote organique et le NH₄.

OI: osmose inverse.

MATE : le ministère de l'aménagement de territoire et de l'environnement.

PET : plastique transparent.

TLS : technical landfill site.

Liste des tableaux :

Liste des photos :

Liste des figures :

Chapitre : I

Introduction générale

1. Introduction :

Les progrès réalisés dans la vie urbaine ont généré une inquiétante accumulation de déchets d'ordures ménagères. En Algérie, la moyenne annuelle de ces déchets est estimée à un peu plus de 8.5 millions de tonnes [18], c'est-à-dire environ 0.8kg par jour et par habitant. Plus la grande partie de ces déchets est éliminée dans des décharges non contrôlées.

Selon le ministère de l'aménagement de territoire et de l'environnement (MATE) il existe en Algérie environ 3000 décharges non contrôlées. Ces décharges sont souvent implantées sur des terres agricoles ou près des cours d'eau et constituent ainsi un danger majeur pour la santé des populations environnantes. En plus de se déchets ménagers l'industrie produit environ 2.5 millions de tonnes de déchets spéciaux chaque année qui sont hautement plus dangereux et nocifs pour les populations et l'environnement.

Le MATE a soutenu la réalisation de près de 100 centres d'enfouissements technique (CET) conçu selon les standards modernes pour les déchets ménagers.

D'ici 2014 le gouvernement algérien envisage à atteindre le nombre de 300 CET à travers tout le territoire national pour la prise en charge de plus de 75% des déchets ménagers produits.[1]

Le C.E.T de Soumaa de la wilaya de Blida, un cas d'exemple des C.E.T algérienne. Malgré que cette installation est aménagée selon les normes internationales, mais la mauvaise gestion le manque des spécialistes formé dans le domaine de gestion des C.E.T, a conduit à apparition des problèmes de mauvaise odeur et l'infiltration des lixiviats dans le sous-sol.

C'est dans ce but qu'une étude a été entreprise concernant la production de lixiviat du CET de Soumaa .

L'objectif majeur de ce travail consiste à l'examen de l'évolution spatio-temporelle des caractéristiques physico-chimique, bactériologique et écotoxicologique des lixiviats du CET de Soumaa (Blida) pour une éventuelle étude d'impact sur les ressources en eau (superficielles et souterraines) et sur la santé de la population riveraine.

La production des lixiviats véhicule une importante charge polluante. Ces lixiviats, en s'infiltrant dans le sous-sol, entraînent une très forte dégradation des eaux souterraines.

Le lixiviat comprend une masse de composants organiques et inorganiques différents qui peuvent être ou dissous ou suspendus. Indépendamment de la nature des composants, il pose un problème de pollution potentiel sur les terrains locaux et les eaux de surface.

Cette étude fait état de la problématique du C.E.T de Soumaa de la wilaya de Blida, c'est le premier C.E.T qui a été réalisé à la wilaya de Blida. Ce projet, dont le coût est estimé à 330 millions de dinars, a été lancé au mois de janvier 2007 dont la durée de vie est de 16 ans.

[4]

2. Historique :

La ville de Cnossos (empire minoen) c'est la première qui l'on pratiquait l'enlèvement des ordures pour les acheminer vers des fosses, Après en 1348 Philippe VI de Valois impose l'évacuation des déchets loin des zones d'habitats n des lieux préalablement étudié, elle semble dans sa manière comme l'évacuation actuelle dans certains pays tiers-monde.

L'apparition de la décharge vient avec Charles VI (vers 1404).

En 1348, le premier roi de France *Philippe VI de Valois* exige d'évacuer loin les déchets vers des fausses dédiées aux rejets d'ordures, les lieux de ces fausses étaient préalablement étudiés. Cette démarche été considérée comme un signe de progrès. En 1404 sous l'ère de *Charles VI*, les fausses à déchets vont se démocratiser et devenir de plus en plus répondues.

Après Cinq siècles, les décharges ont évoluées pour devenir des établissements dangereux à la vie humaine et à l'environnement.

Les premières décharges à ordures des temps modernes sont créées en France dans les années 1920.

En 1962 apparait un texte qui admette la décharge brute dans certains cas. Ladécharge brute commence à abrogée en 1973 pour laisser place à la décharge contrôlée ainsique l'apparition des décharges simplifiée pour les petites collectivités, alors que les déchargesbrutes d'ordures ménagées deviennent interdites en 1978.

Les instructions techniques de 1984 autorisent, sous certaines conditions, le dépôt de certainsdéchets industriels dans les décharges de classe 2 et précisent les dispositions généralescontenues dans les arrêtés préfectoraux d'autorisation d'exploitation de décharges de déchetsindustriels. L'instruction technique du 11 mars 1987 introduit le CET pour résidus urbains etdéfinit les principales règles d'exploitation (implantation, gestion des lixiviat et du biogaz,contrôle des déchets entrants, aménagement et surveillance après arrêt de l'exploitation).

En Algérie, la majorité des C.E.T. actuels sont d'anciennes décharges contrôlées ou sauvages réhabilitées au cours de la dernière décennie, cette conversion est le fruit d'un vaste programme de traitement des déchets établi par le Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Environnement et du Tourisme (MATE) dont le but est de rendre propre les agglomérations.

Chapitre : II

Etude bibliographique

1. Présentation du site du CET de Soumaa :

Le projet d'un centre d'enfouissement technique intercommunal à Soumaa entre dans le cadre de la gestion intégrée des déchets ménagers, siège d'un grand problème de traitement et d'élimination de ces déchets, en application des dispositions de la loi 01/ 19 du 12/ 12/ 2001 relatif à la gestion, contrôle et élimination des déchets.

La wilaya de Blida a bénéficiée, dans le cadre du programme de soutien à la relance économique, d'une enveloppe financière destinée à la réalisation et l'équipement d'un centre d'enfouissement technique intercommunal à Soumaa, qui a été lancé au mois de janvier 2007. Il a connu une interruption des travaux qui aura duré 22 mois en raison de contraintes financières.[9]

1.1 Situation géographique du CET de Soumaa :

Le CET de Soumaa est localisé au Nord Est de la ville de Blida sur la RN 29 (Blida-Larbaa) à environ 3,5 km de Soumaa en allant vers Bouinan.

Le site proprement dit est limité :

- Au nord : RN 29
- Au sud : Atlas Blidéen
- A l'est : la Commune de Bouinan
- A l'ouest : la Commune de Soumaa

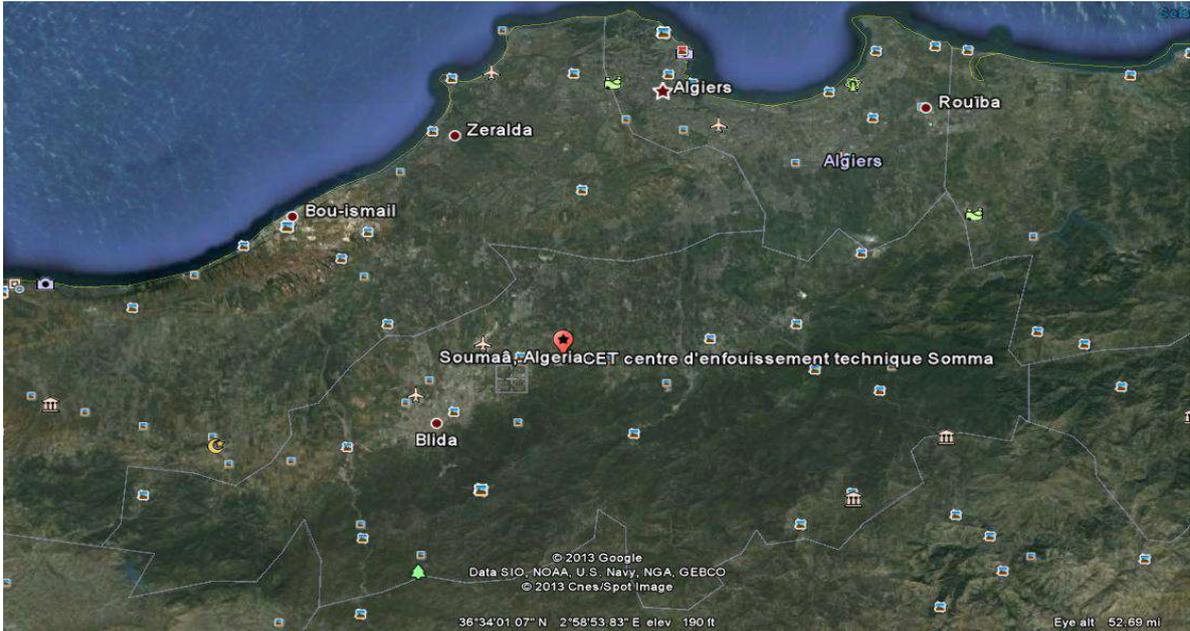


Photo1: Vue satellitaire de la localisation du CET de Sormma par Google Earth

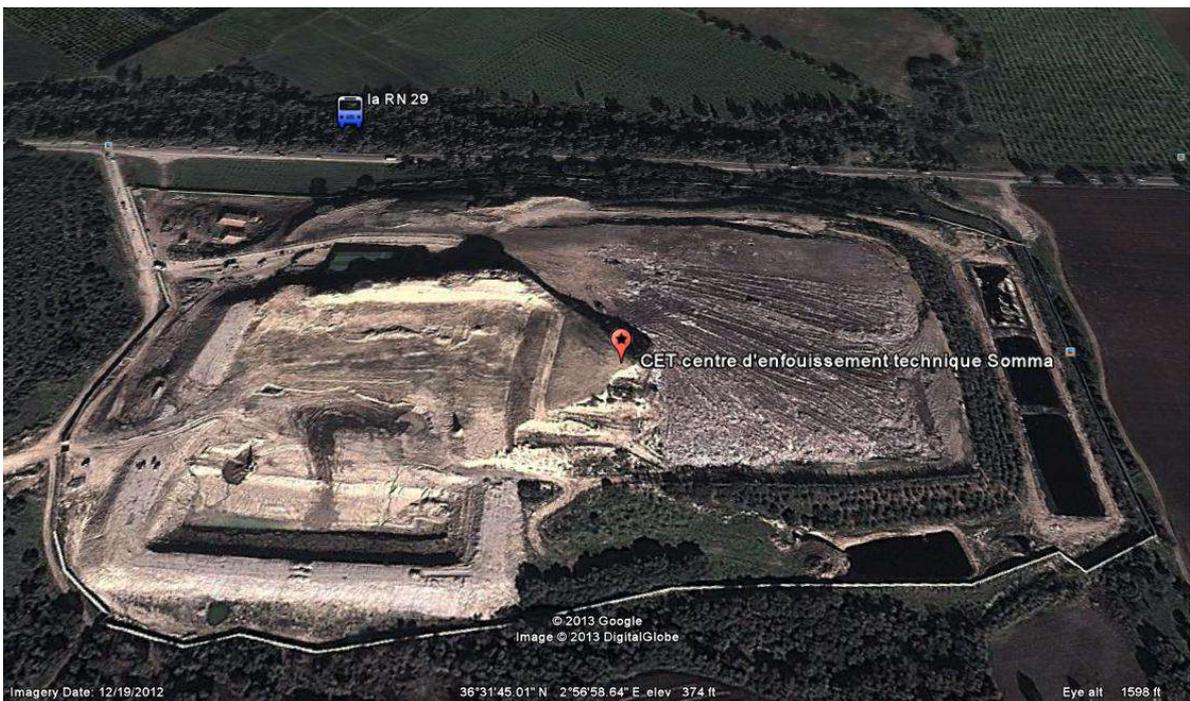


Photo 2: Vue satellitaire du CET de Sormma par Google Earth

Le CET de Soumaa à été réalisé sur une ancienne carrière d'une superficie cadastrale de 10,5 ha. Cette infrastructure de classe II, de type compactée, à été dimensionnée afin d'accueillir les

DMA issus de neuf (09) Communes de la Wilaya de Blida ; à savoir : Blida, Boufarik, Bouarfa, Benimered, Bouinan, Chr ea, Guerouaou, Ouled Yaich et Soumaa.

Tableau 1 : Evolution de la quantité à traiter au niveau du CET de Soumaa à l'horizon 2025 (durée de vie de l'ouvrage) :

Année	Population	Qtt�� déchets (t/j)	Volume déchets (m³/j)
2006	497 631	298,58	995,26
2007	510 868	306,52	1 021,74
2008	524 457	314,67	1 048,91
2009	538 408	323,04	1 076,82
2010	552 729	331,64	1 105,46
2011	567 432	357,48	1 191,61
2012	582 526	366,99	1 223,30
2013	598 021	376,75	1 255,84
2014	613 928	386,77	1 289,25
2015	630 259	397,06	1 323,54
2016	647 023	407,62	1 358,75
2017	664 234	418,47	1 394,89
2018	681 903	429,60	1 432,00
2019	700 042	441,03	1 470,09
2020	718 663	452,76	1 509,19
2021	737 779	464,80	1 549,34
2022	757 404	477,16	1 590,55
2023	777 551	489,86	1 632,86
2024	798 234	502,89	1 676,29
2025	819 467	516,26	1 720,88

Pour ce faire, une **capacité globale d'enfouissement** de 840 000 m³    été arr  t  e.

L'infrastructure du CET de Soumaa se compose de :

- Une clôture sur tout le pourtour du site

- D'un casier d'enfouissement de 340 000 m³ (en exploitation) et d'un casier de 500 000 m³ (en réalisation)
- D'un procédé de traitement des lixiviats par simple décantation, composé de trois (03) bassins, avec une capacité totale de 10 000 m³.

Photo 3: unité de tri de PET

- D'une unité de tri (en cours de réalisation)
- De locaux administratifs et techniques
- D'un pont bascule

L'étanchéité au niveau du casier n° 01 est assurée grâce à une barrière active et une barrière passive. La barrière passive est assurée par la qualité du sol et du sous sol qui présentent une texture argileuse. Quant à la barrière active, elle se compose de :

- Une géomembrane en PEHD de 02 mm d'épaisseur
- Un géotextile pour protéger la géomembrane
- Un géodrain pour canaliser les remontées d'eaux par capillarité
- Un drain général central avec une pente de 02%



Le casier n° 01 à été mis en exploitation le 13 aout 2008 et la gestion du CET à été confiée à la Commune de Blida. Depuis le 21 oct.-09, l'exploitation du CET est assurée par EPWG-CET crée pour la circonstance.

Photo 4: Casier n° 01 du CET de Soumaa en exploitation

Depuis les années 1990, des dispositions techniques très importantes, et radicales, ont été prises :

— choix de sites imperméables pour le confinement des déchets ;

— étanchéité et drainage des fonds, des côtés et de la couverture des sites ;

— forte sélection dans les catégories de déchets admis ;

— conditions de rejet fixées en teneurs et en

flux pour le biogaz et les lixiviats, ce qui nécessite obligatoirement des systèmes performants de collecte et traitement avant rejet ;

— surveillance des sites au moins 30 ans après leur fermeture pour gérer la période post exploitation. Pour marquer cette « révolution » dans le domaine, la réglementation a rompu avec le passé en donnant un nouveau nom : les centres de stockage de déchets. Cela sous-entend que les déchets sont entreposés dans un lieu confiné, sans échange avec les milieux environnants (eaux souterraines, sol et atmosphère).[7]

Tableau 2 : Synthèse de l'étude d'impact[9]



Paramètres	Avantages	Inconvénients
Géologie	-Nature du sol favorable -Absence de ressourcesminérales -Présence de matériaux de couverture	
Hydrologie	-Récupération des Lixiviats	Risques de pollution des eaux superficielles
Hydrogéologie	-Sol imperméable -Absence de nappe aquifère	
Accessibilité	-Route nationale n°29 -Piste de 200m	
Circulation à proximité immédiate	Faible	
Intégration du site dans le paysage	Positive : aire de jeux ou terrain de sport	
Habitat	Pas d'habitation à proximité du site	-Pas d'assainissement -Présence de cultures

2. D'autres appellations sur Les centres d'enfouissement :

C.E.T. : Centre d'Enfouissement Technique.

C.S.D.U. : Centre de Stockage de Déchets Ultimes (terme qui remplace celui de C.E.T.).

C.S.D.M.A. : Centre de Stockage de Déchets Ménagers et Assimilés.

I.S.D.N.D. : Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux.

L.E.T. : Lieu d'enfouissement technique (terme utilisé au Canada).[24]

3. Fonctionnement d'une décharge :

La maîtrise de l'élimination de déchets passe nécessairement par la création de centres destockage (complémentaires des autres filières de traitement : tri, valorisation, incinération, compactage). Une installation de stockage est un lieu d'élimination de déchets par dépôt ou enfouissement, sans intention de reprise ultérieure.

Le perfectionnement de la sécurité de ces installations de stockage passe nécessairement par l'optimisation de l'aménagement du fond et des flancs des sites de stockage de déchets.

L'étanchéité totale d'une décharge repose sur trois "piliers":

- un fond étanche;
- le drainage des lixiviats au-dessus du fond
- l'étanchéité de la couverture

Le fond de décharge doit permettre l'évacuation permanente des lixiviats et des eaux météoriques.

L'étanchéité du fond et des parois doit être maximale. Le confinement de produits polluants dans le centre de stockage est réalisé au moyen de deux barrières, l'une passive (géologique) et l'autre active (artificielle). Les aménagements (couches drainantes, imperméabilisation du fond et des flancs, barrières, etc) permettent la collecte des flux en vue de leur traitement. Il n'y a pas d'isolation totale par rapport aux précipitations météoriques afin de permettre l'évolution du déchet et l'atteinte d'un objectif d'un flux résiduel,

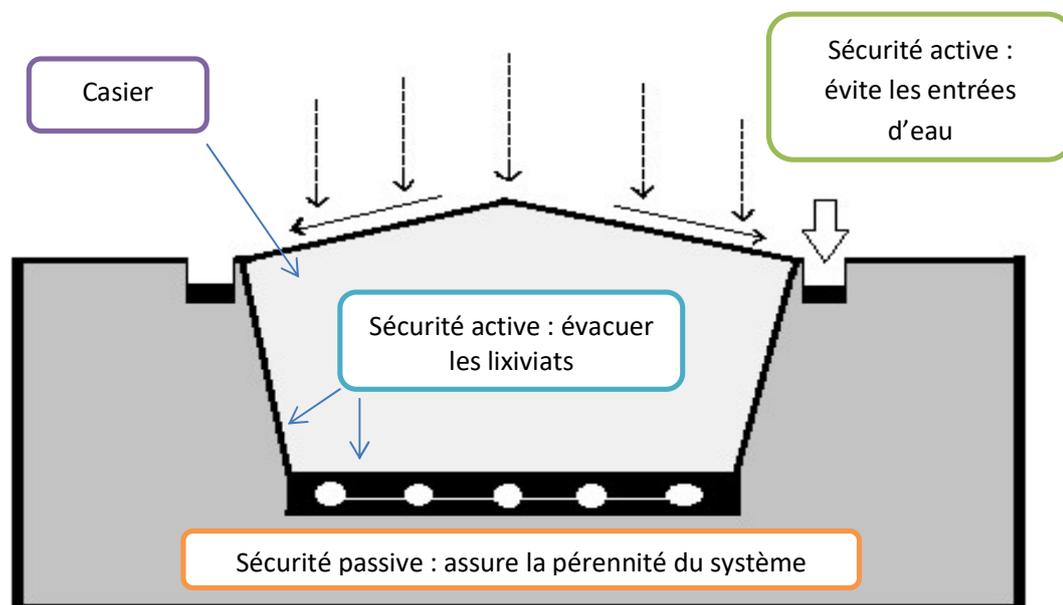


Figure 1 : Coupe schématique d'un casier (CSD), avec son dispositif d'étanchéité- drainage

3.1 Etanchéité naturelle

L'étanchéité de base, en fond de décharge, est assurée par des matériaux naturels. On utilise l'argile du site où est implantée la décharge, afin de limiter les coûts de transport. Le matériau est malaxé, à l'aide d'une fraiseuse par exemple, pour éviter des anisotropies et des hétérogénéités. Ensuite l'argile est compactée en couches à un taux d'humidité optimal. Si la qualité de l'étanchéité n'est pas suffisante, un matériau de meilleure qualité doit être rapporté, ou on ajoute certains composants minéraux au sol.

3.2 Etanchéité artificielle

L'étanchéité artificielle est réalisée à l'aide de membranes souples et fines appelées géomembranes. Les matériaux suivants ont été utilisés pour étancher le fond de sites d'enfouissement techniques : polyéthylène haute densité (PEHD), polyéthylène basse densité (PEBD),

Aux Etats-Unis et en Allemagne, on utilise surtout des géomembranes en PEHD comme élément d'étanchéité de fond.

L'avantage principal qui justifie l'utilisation des géomembranes pour étancher les sites d'enfouissement technique est la faible perméabilité. Les géomembranes en PEHD sont étanches pour les substances inorganiques. Par contre les substances organiques comme les hydrocarbures ont plus d'affinité avec le PEHD. Dès que la géomembrane est endommagée, la fuite à travers celle-ci est permanente. Le poinçonnement par le matériau de drainage ou d'autres objets pointus peuvent aussi endommager la géomembrane. Les engins roulants sur la décharge peuvent enfoncer le gravier dans l'étanchéité. Les déchets eux-mêmes avec une densité jusqu'à 1 tonne/m³ et une hauteur de 30 mètres peuvent créer une pression statique jusqu'à 300 kPa. Le risque de perforation et d'endommagement des géomembranes est très élevé. De ce fait, l'utilisation de la géomembrane comme étanchéité seule est inadmissible. [7]

4. Techniques de mesure de lixiviat :

4.1 Débit de lixiviat :

Pour la détermination du débit de lixiviat, on distingue deux méthodes :

- ✓ 1^{ère} méthode : consiste à mesurer les volumes écoulés de lixiviat des éprouvettes graduées ou des récipients de capacités connues selon les moyens disposés. Les calculs de ce débit est effectué par :

$$Q = \frac{V}{T}$$

Avec : Q : débit de lixiviat en m³/s ou l/j .

V : volume recueilli en m³ ou l

T : temps en s ou j.

- ✓ 2^{ème} méthode : le calcul de débit de lixiviat pour cette méthode est calculé par la formule suivante :

$$Q = \frac{1}{N} \cdot 1.49 \cdot A \cdot R_h^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

Avec : Q : débit de lixiviat en m³/s.

N : coefficient de rugosité de Manning (n=0,009 pour les conduites en PVC, n=0,011 pour les conduites en PEFD)

A : aire intérieur de la conduite en m².

S : pente de la conduite (m/m).

R_h : rayon hydraulique en m.

Si on a une conduite qui coule plein :

Avec : $R_h = \frac{D_{int}}{4}$

D_{int} : diamètre intérieur de la conduite en m

Si non, $R_h = \frac{A_m}{P_m}$ avec : A_m : surface mouillée (m²).

P_m : périmètre mouillée (m).

4.2 Données météorologiques :

Ces données météorologiques sont représentées par la température, la pluviométrie et l'évapotranspiration qui sont enregistrées par une station métrologique sur le site. Si elle n'existe pas, on récupère ces données auprès de la station la plus proche du site.

4.3 Modèle de bilan hydrique utilisé :

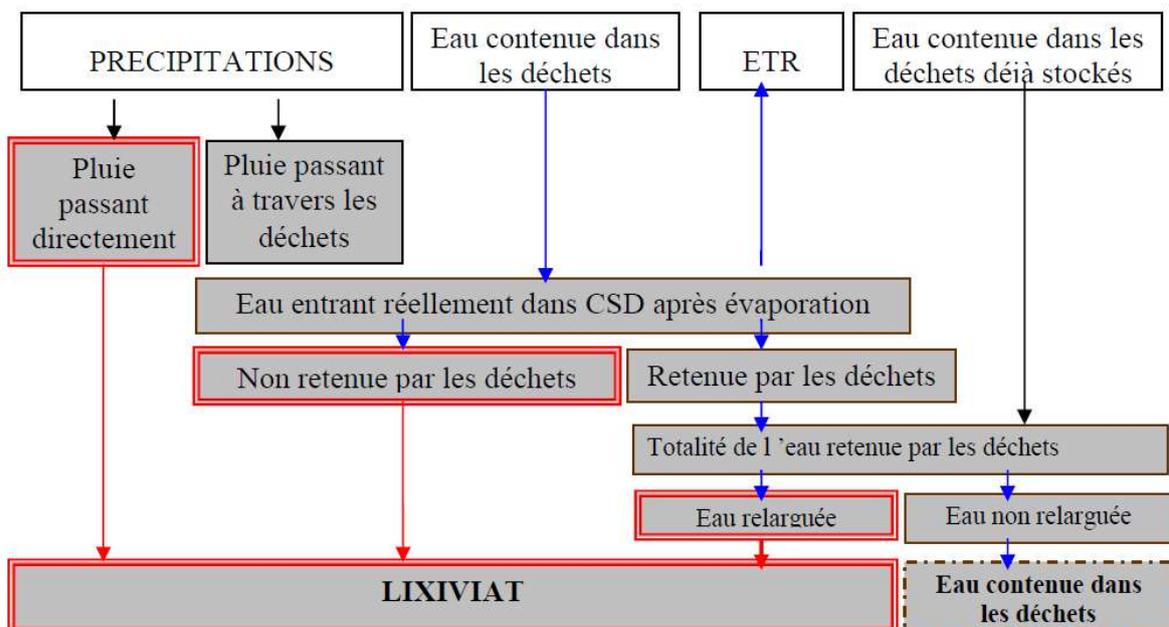


Figure 2 : Bilan hydrique

5. Techniques de mesure du biogaz :

Le prélèvement des échantillons de déchets est effectué à partir des fouilles de carottage en utilisant des tubes en PVC de diamètre $d=50\text{mm}$. Le prélèvement pour l'analyse du biogaz (CH_4 , CO_2 , O_2 , CO , H_2 et H_2S) ont été effectués sur les puits réalisés dans le massif de déchets. L'analyse de biogaz est effectuée avec un appareil portatif connecté sur les tubes en PVC.

La mesure d'odeur s'effectue à différentes périodes (parcours perpendiculaires à la direction à être repérée) sur une carte avec des distances moyennes entre les différents observateurs. Les différents points obtenus sur différents parcours vont être regroupés et la résultante définit la zone limite de perception de l'odeur pour la période de mesures. Cette émission d'odeur est fonction de plusieurs facteurs : la hauteur de la source, la topographie et les conditions météorologiques (vitesse et direction du vent, classes et stabilité de l'air, température, hauteur de la couche d'inversion thermique). La mesure d'odeur doit être effectuée plusieurs fois sous des conditions météorologiques différentes d'une fois à une autre.[8]

6. Rejets de décharges :

Les centres de stockage de déchets ménagers et assimilés sont exploités comme des réacteurs biologiques et physico-chimiques complexes caractérisés par une entrée d'eau et deux sorties :
— le lixiviat, constitué par l'eau des déchets et par les eaux de pluie et de ruissellement qui ont traversé la décharge ;
— le biogaz issu de la fermentation des composants organiques fermentescibles des déchets ménagers.

7. Composition du lixiviat :

Lixiviat signifie 'jus de décharges', c'est-à-dire l'eau qui percolé à travers les déchets en se chargeant de polluants organiques, minérales et de métaux. Nous pouvons schématiser la formation des lixiviats par la réaction : '*Déchets + eau → Lixiviat*'. [7]

L'eau de lixiviation d'un lieu d'enfouissement est particulièrement caractérisée par une très forte DBO, des MES, de l'azote ammoniacal, quelques métaux, des substances phénoliques et quelques autres substances organiques. Les jeunes lixiviats sont caractérisés par une charge organique élevée en DBO5 et en DCO, mais facilement biodégradable. Le suivi environnemental de LET récents, montre que les concentrations en DBO5 et en DCO au cours des cinq premières années d'exploitation, se situent respectivement entre 10 000 et 15 000 mg/l et 20 000 et 25 000 mg/l. Le rapport DBO/DCO se situant à environ 0,5, la charge organique du lixiviat diminue progressivement avec les années, la fraction organique devenant de plus en plus réfractaire à la biodégradation et le rapport DBO/DCO tendant vers 0,1. Pour les lixiviats matures de plus de 10 ans, les concentrations en DBOs et en DCO seraient beaucoup plus faibles, soit de 100 à 200 mg/l pour la DBOs et de 100 à 500 mg/l pour la DCO. Toutefois, comme l'exploitation en cellules successives d'un LET amène le mélange progressif de lixiviats aux caractéristiques différentes, la variation des caractéristiques du lixiviat à traiter est continue, mais très lente tant et aussi longtemps que le LET a de nouvelles cellules mises en exploitation. Les matières en suspension se retrouvent dans les eaux brutes à environ 1000 mg/l dans les lixiviats jeunes. Cette concentration diminue lentement à mesure que vieillit le site. La concentration en azote ammoniacal devrait être approximativement de 500 mg/l dans l'eau brute en début d'exploitation et diminuera elle aussi à mesure que le site prendra de l'âge. Il existe d'autres charges en toxiques qui sont, soit relativement constantes (substances phénoliques), ou qui dépendent des matières résiduelles éliminées. La liste des contaminants d'intérêt retenus dans le calcul des OER identifie environ 70 contaminants toxiques pour lesquels une concentration maximale probable à l'effluent (CMPE) a été déterminée. Dans son Technical Support Document, USEPA 2000 identifiait 27 polluants organiques d'intérêt dans les eaux brutes. [14]

La composition chimique du lixiviat est spécifique à chaque décharge. En effet elle varie étroitement avec la nature et l'âge de la décharge, le type de déchets et leur degré de décomposition, la méthode de mise en décharge (compactée ou non), la nature du site d'enfouissement et les conditions climatiques etc ... Des études menées sur l'identification des composés organiques responsables de la charge polluante ont mis en évidence la présence de certains composés organiques notamment les acides gras volatils (AGV) en grande quantité dans les lixiviats des jeunes décharges cependant, pour les décharges plus

anciennes, les AGV sont transformés en composés tels que CH₄, CO₂ et H₂O, selon les processus classiques de digestion anaérobie. La présence de macromolécules comme les substances humiques, les tannins et les lignines, d'acides carboxyliques (acides non volatils, acides aromatiques), d'acides aminés (libres ou combinés) et d'hydrates de carbone (monosaccharides et polysaccharides) a également été confirmée par d'autres auteurs; des dérivés phénoliques, des produits soufrés, des micropolluants (pesticides, tensioactifs, résidus de plastiques etc.), ont également été identifiés. Si la diversité et l'hétérogénéité de constitution du lixiviat sont telles qu'il est difficile d'identifier directement la fraction organique, il est par contre intéressant de caractériser cette pollution pour ce type d'effluent, en fractionnant au préalable les principaux composés organiques. [6]

8. Financement et recouvrement des coûts :

8.1 Financement de la GDS :

L'infrastructure des DSU est financée principalement par l'Etat. Les investissements mobilisés durant la période 2001-2010 à travers les différents programmes (FSDRS, PSRE, PSD, FEDEP, etc.) totalisent en termes d'inscription d'opérations près de 50 Milliards DA (1 € = ~ 80 DA). Pourcentage minime de gestion des déchets. Le déficit est comblé par le Fonds Commun des Collectivités Locales (FCCL) qui contribue à concurrence de 20 à 25 % du revenu municipal total. Coûts de la GDS

Le coût de gestion des déchets solides urbains (collecte, transport et élimination) n'est pas encore bien cerné. Selon l'agence Nationale des Déchets (AND), le coût moyen de traitement et d'élimination d'une tonne de déchets se situe entre 1500 et 2000 DA (Hors Amortissement).

Pour les grandes villes comme Alger, selon deux récentes études, le coût de gestion des déchets (collecte, transport et élimination) est estimé à plus de 4000 DA/Tonne en BOT (Built, Operate & Transport).

- Le coût d'enfouissement d'une tonne de déchets dans un CET est estimé à 900 DA (MATE);
- Le coût de la collecte et le transport est de l'ordre de : ~ 2900 DA [10]

Allocations budgétaires par le gouvernement central	Généralement sur budget de l'état
Allocations budgétaires par les municipalités et gouvernorats	Partiellement
Coût de collecte et de transport d'une Tonne de déchets	3000 DA (29 euros) Alger
Coût d'élimination (enfouissement) d'une Tonne de DSU	1000 DA (10 euros) Alger
Coût par Tonne de la collecte à l'élimination/ Traitement	Environ 4000 DA (39 euros) pour Alger
Coût de recouvrement par Tonne	/
Coût de recouvrement total par an	400 - 1000 DA (taxe d'enlèvement des déchets)
Pourcentage de recouvrement des coûts	
Eventuels écarts entre le budget gouvernemental et le budget alloué pour la collecte et l'élimination	
Montant de la redevance, taxe DS	Taxe d'enlèvement des déchets ménagers Entre 400 et 1000 DA/ ménage.

Tableau 3 : Financement et recouvrement des coûts

9. Impact d'un CET :

9.1 Risques environnementaux et sanitaires liés aux lixiviats :

Les lixiviats représentent une grande part de la pollution liée à une décharge. Contrairement aux biogaz, qui aisément dispersé dans l'atmosphère, les lixiviats, de part leur nature liquide, est une source concentrée de polluants. Le plus grand risque lié à la production de lixiviats est la contamination de la nappe phréatique. Cela aurait pour conséquence de polluer les puits d'eau de consommation et donc de priver la population d'un élément vital à sa survie. Dans le même ordre d'idée, il est nécessaire de ne pas utiliser les lixiviats comme eau de consommation. En cas de consommation d'eau polluée par les lixiviats, les risques encourussent de graves intoxications pouvant entraîner des maladies irréversibles et la mort. Signalons également que la pollution des réserves d'eau potable par des micro-organismes pathogène peut provoquer des épidémies. Au-delà de ces considérations, les lixiviats doivent être traité comme des substances extrêmement dangereuses. Il est nécessaire d'en organiser la collecte et

le traitement afin de limiter au maximum les conséquences sur l'environnement et la santé.[7]

10. Nuisances et risques d'un centre d'enfouissement technique (CET) :

10.1 Les Nuisances :

10.1.1 Pollution olfactive:

Les odeurs fortes, putrides, irritantes ou irrespirables générées par les fuites de biogaz (et aussi par leur combustion), avec des pics intolérables associés au vent (directions privilégiées, ou bien chutes prolongées), à la température, ou à certaines conditions saisonnières. Aux environs immédiats de certains CET (500m à 2.5km), les odeurs peuvent être tellement insupportables que les habitants en perdent le sommeil, se calfeutrent à l'intérieur de leurs maisons, tout en ayant renoncé une fois pour toutes à l'idée de profiter du dehors, de jardiner, ou de pouvoir jamais espérer prendre leur petit déjeuner ou manger sur leur terrasse avec des amis. A noter que la production de biogaz à partir d'une masse donnée s'étale sur un cycle de 40-50 ans, autant dire non pas une tranche, mais une moitié de vie humaine.

10.1.2 Impact paysager:

Dégradation liée à la pollution mécanique, au trafic intense des camions sur les petites routes; mais aussi le spectacle hideux du monticule ("dôme" en jargon CET) avec ses torchères et son nuage de mouettes, visible à plusieurs kilomètres, sur une période que l'on peut estimer à au moins 100 ans. Ni les arbres, ni les arbustes, ni l'herbe verte ne pourront jamais y pousser. Pour les générations futures, le dôme se présentera comme une "montagne chauve", à l'apparence blanchâtre et répugnante. Bien que non surveillé, son accès en sera formellement interdit au promeneurs, à cause de l'instabilité du terrain et la toxicité des biogaz s'en échappant sur une durée de 50 ans. Pour la Beauce, cet imposant spectacle s'implanterait au cœur d'une région pittoresque et millénaire, dont les seuls reliefs au-dessus de l'horizon et des immenses parcelles cultivées avec soin sont les clochers d'église, les petits villages, les bosquets. Plus de quoi attirer le cyclistes, les randonneurs, les adeptes de chambres d'hôte et gîtes de France, nombreux dans la région.

10.1.3 Pollution routière:

Trafic intense et continu de camions sur les petites départementales, mobilisant parfois la seule route d'accès aux villages et ralentissant le trafic normal des usagers et riverains sans possibilité de dépasser. Un site d'une capacité d'enfouissement de 150.000 tonnes par an représente le passage d'un camion toutes les 3 minutes (en comptant les camions quittant le site), huit heures par jour ouvrable, pendant dix ans. Il s'agit d'un chiffre moyen: en pratique, on peut envisager aux heures pleines plus d'un passage par minute.

10.1.4 Multiplication des prédateurs:

prolifération d'espèces animales opportunistes telles que mouettes, goélands, corbeaux, corneilles, rapaces, rats, lapins, chiens errants, mouches, moustiques et autres insectes, attirés par la nourriture et la chaleur de fermentation du sol (35°C à 80°C); ils apportent déjections et fientes comme des risques d'épidémies et d'épizooties dans les villages avoisinants; ils détruisent les plantations environnantes à tout moment du cycle agricole (plantation, jeunes pousses, récolte). Les colonies d'oiseaux introduisent également des risques épidémiologiques graves pour la santé des enfants et des personnes fragiles, et les rongeurs de décharge sont porteurs de maladies transmissibles à l'homme.

Nature des nuisances	Origines	Impacts
Envois	Papiers et plastiques, feuilles, textiles	Pollution du milieu naturel, atteintes au paysage
Odeurs	Déchets, fermentation, biogaz	Désagréments pour le personnel et les riverains
Poussières	Circulation des véhicules et engins	Désagréments pour le personnel et les riverains
Animaux	Attrait nutritif des déchets	Transport de maladies, gêne pour l'aviation, atteinte à la chaîne alimentaire
Incendies et explosion	Imprudences, déchets incandescents, accumulation de biogaz	Danger pour le personnel, nuisances olfactives
Bruit	Circulation d'engins	Désagréments pour le personnel et les riverains
Défrichage déboisement	Implantation d'une installation de stockage	Appauvrissement paysager, gêne visuel
Pollution des sols et des eaux	Infiltration du lixiviat	Dégradation milieu naturel
Effet de serre	Biogaz non capté	Modification du climat, pathologie des plantes
Risques sanitaires	Toxicité des déchets, organismes pathogènes	Maladies

Tableau 4: Nuisances et impacts d'un C.E.T[8]

10.2 Les Risques :

10.2.1 Maladies bactériologiques et virologiques introduites par les prédateurs:

les colonies d'oiseaux, en particulier de mouettes, sont avantagés par leur accès aérien et journalier à la surface de la décharge.[17]

Les décharges émettent du méthane puissant Gaz à effet de serre, et elles peuvent brûler, voire exploser.

Il faut dans ce cadre différencier décharges compactées, inondées, ou couvertes d'une couche d'argile et celles qui ne sont pas compactées ; ces dernières, en raison du taux d'oxygène de l'air qui y circulent permettent une dégradation aérobie qui ne produit que très peu de méthane, à la différence des décharges compactées (En France selon l'ADEME, 40 % du tonnage enfoui de 1980 à 1985, 55 % entre 1985 et 1990, 72 % entre 1990 et 1993, et 87 % après 1993 ont été compactés, pour atteindre presque 100 % en 1999). En France, la loi encourage les décharges contrôlées à récupérer le méthane (biogaz) ou au moins à le brûler en torchère. Toujours selon l'Ademe en France, (10 % des décharges étaient ainsi équipées en 1993, 25 % en 1996 et 57 % en 1997), avec des rendements d'environ 60 % en 1999 qui pouvaient dans les années 2000 atteindre 80 %. Dans quelques cas, le biogaz est récupéré en amont, par exemple par fermentation de boues d'épuration. La Mission interministérielle de l'effet de serre a en France estimé qu'un bon réseau de captage du gaz de décharge permettait d'en diminuer les émissions de près de 100 %. Le problème est qu'en raison du bas coût de rachat de ce gaz, ces opérations sont peu rentables. De plus, nombre de décharges anciennes (il y en a au moins une par commune) ne sont pas suivies. Ce gaz est souvent gaspillé en France, mais le Canada, l'Angleterre ou l'Italie valorisent depuis longtemps une partie de leur gaz de décharge. La nature des déchets joue aussi un rôle. Une étude australienne a montré par exemple que les poutres enfouies dans d'anciennes décharges n'ont perdu que peu de carbone. Au contraire, les « déchets verts » (feuilles, petites branches) fermentent très rapidement.[24]

10.2.2 Pollution de la nappe phréatique:

Celle-ci est causée par ruptures, perforations accidentelles et attaques chimiques de la bâche de protection sous-jacente, et donc sa mise en contact à terme avec les lixiviats. Cette bâche, malhablement baptisée par contresens "géo-membrane" (les vraies membranes respirent!), est plutôt supposée garantir une imperméabilité absolue avec le sous-sol. Elle est réalisée préférentiellement dans un matériau tel que le PEHD (polyéthylène haute densité) qui résisterait à toutes les attaques chimiques et mécaniques, contrairement aux PVC

(polychlorure de vinyle) et EPDM (éthylène-propylène diène monomère) et autres substituts tels que polyéthylènes chlorés ou chlorosulfurés que l'exploitant pourra préférer pour des impératifs de coût ou de disponibilité immédiate (sans que personne n'y trouve à redire!).

11. Témoignage :

Le CET de Blida est l'un des plus grands centres d'enfouissement d'Algérie. Cependant, il porte atteinte à l'environnement. Au début, c'était la commune de Blida qui le gérât. Aujourd'hui, c'est un établissement public à caractère industriel et commercial (Epic) qui assure ses commandes. Le CET est situé en pleine verdure entre Soumaâ et Amroussa. Il donne sur la route qui mène à Bouinan et sur celle qui mène à Blida. Il n'y aucune habitation aux alentours immédiats. Cependant, les habitants de la commune de Amroussa, à quelques kilomètres du CET, se plaignent de la pollution atmosphérique. «Les odeurs sont infernales, surtout en été», déclare un habitant de cette localité relevant de la commune de Bouinan.

«Dès qu'il y a un peu de vent, ça pue, c'est encore pire en été, l'air devient irrespirable», ajoute un jeune garçon. «Lorsque je me réveille pour la prière de l'aube, l'odeur est très forte», se plaint pour sa part une vieille dame. Même les habitants de la commune de Soumaâ sont touchés par ces odeurs nauséabondes. Ce qui n'est pas sans incidence sur la santé des populations. Les plus vulnérables, à savoir les personnes âgées et les enfants sont les plus exposés aux éventuelles allergies. Le lixiviat, un liquide dangereux. Mis à part le problème de nuisance que fait subir le CET aux habitants, un autre fait majeur inquiète. Il s'agit de l'ensemble des eaux dégagées par la station de traitement des déchets. Appelées lixiviat, ces eaux peuvent, par temps pluvieux, déborder des casiers et prendre le cheminement des oueds situés pas très loin du CET. C'est ce que nous confirme M. Chelha, président de l'association environnementale «Chlorophylle» de Blida. «En été, il n'y a pas de problème. En hiver, les bacs peuvent déborder et donc le lixiviat avec.»

Ce liquide noirâtre est très dangereux. En prenant la direction des deux oueds, les agriculteurs peuvent donc l'utiliser sans se rendre compte.[16]

12. Classifications des lixiviats :

Les lixiviats ou "jus de percolation" (ou encore appelés "lessivats", et en anglais leachate ou garbage juice) résultent du passage des eaux de pluie (dites savamment "météoriques") à travers les déchets, et le drainage comme la formation de différents composés toxiques qui en résulte. Il faut se représenter un cocktail infâme à l'aspect noirâtre constitué de bactéries en tout genre, d'hydrocarbures, de substances chimiques corrosives (sulfates, chlorures, nitrates, et acides apparentés), et de métaux lourds (plomb, cadmium, mercure, nickel). Les lixiviats transportent également, sous forme dissoute et donc concentrée, les dangereux composants des biogaz. On estime à 20% la fraction de lixiviats produite par un tonnage annuel de déchets donné.

12.1 Caractéristiques :

Pendant une période de temps assez longue, de l'ordre de quelques années, les lixiviats de décharge sont en constante évolution du fait des faibles cinétiques de dégradation. Suivant leur composition au cours du temps, les lixiviats sont classés en trois catégories (voir tableau : 5)

Paramètres	Lixiviats jeunes	Lixiviats intermédiaires	Lixiviats stabilisés
Age de la décharge	< à 5 ans	5 à 10 ans	> à 10 ans
pH	< 7	≈7	> 7
DCO (gO ₂ /l)	> 20	3 à 15	< 2

Biodégradabilité (DBO₅/DCO)	moyenne > 0,3	assez faible 0,1 à 0,3	très faible < 0,1
Concentration en acides organiques	forte > 80% du COT	moyenne 20 à 30 % du COT	nulle
Charge organique	prédominance des acides gras volatils	réduction des acides gras volatils	prédominance des macromolécules
Profil en CLG (Chromatographie liquide sur gel)	rareté relative des composés de haut Poids Moléculaire (PM)	mélange de composés organiques de PM>500 Da, d'acides carboxyliques et de composés de faible PM	composés organiques de PM élevés (>5000 KDa)

Tableau 5: Classification des lixiviats selon leur âge[3]

Toutes ces études montrent d'une part, que la majorité de l'azote est présente sous forme ammoniacale et d'autre part, que les métaux lourds semblent très affectés par l'évolution temporelle du lixiviat. Suivant l'étape d'évolution biologique des déchets, trois types de lixiviats ont été distingués

- les lixiviats jeunes,
- les lixiviats intermédiaires,
- les lixiviats âgés ou stabilisés.

Les lixiviats jeunes se caractérisent par une charge organique élevée relativement biodégradable (seuil de biodégradabilité DBO₅/DCO > 0,3) constituée principalement d'AGV. Ces lixiviats peuvent être chargés en métaux (jusqu'à 2 g.L⁻¹) du fait de leur pH relativement bas (< 6,5). Ils correspondent aux premières phases non méthanogènes de l'évolution d'un CSDU.

Les lixiviats intermédiaires : au fur et à mesure que le CSDU vieillit et que les déchets se stabilisent, la charge organique diminue et les AGV se raréfient (20 à 30 % de la charge du lixiviat) au profit de composés de hauts poids moléculaires. L'émergence de ces composés tend à diminuer la biodégradabilité du lixiviat. De ce fait, le pH est voisin de la neutralité et la charge en métaux devient négligeable. Ces lixiviats correspondent globalement à la phase méthanogène stable.

Les lixiviats âgés ou stabilisés sont caractérisés par une faible charge organique, composée essentiellement des substances humiques (acides fulviques et humiques) de hauts

poids moléculaires. Sont également présents des composés de faibles poids moléculaires tout aussi réfractaires à la biodégradation ($DBO_5/DCO < 0,1$). Ces lixiviats stabilisés correspondent à la phase de maturation du CSDU. [12]

Chapitre: III

Traitement des déchets solides et du biogaz

1. L'enfouissement technique :

Pour mettre en place un CET, les principales étapes à considérer qui doivent être aussi valables dans les conditions des pays en développements une fois l'option de CET est retenue par la collectivité. On en cite ici les principaux points. Il s'agit de :

1.1 Choix du site et conception

L'installation doit être située au moins à 200 m de toute zone d'habitation ou lieu susceptible d'accueillir du public et être conforme au plan d'occupation des sols. Les caractéristiques du sol et du sous-sol doivent répondre à une faible perméabilité (pour assurer la prévention de la pollution des sols et des eaux souterraines par le lixiviat) et à l'aptitude de garantir la stabilité des casiers. D'autres aspects doivent être pris en considération tels que la protection des ressources en eau, le patrimoine, l'inondation, les avalanches, etc.

1.2 Exploitation et suivi du site

Le suivi des paramètres quantitatifs et qualitatifs relatifs aux flux entrants (déchets, eaux de pluie, etc.) et sortants (lixiviat, biogaz, etc.) permet d'avoir suffisamment d'informations pour une gestion efficace et durable du site. La surveillance doit être effectuée sur les zones de stockage des déchets (alvéoles d'enfouissement) mais aussi sur les zones de stockage temporaire des déchets avant enfouissement. En plus, cette surveillance doit cibler d'autres lieux sensibles de l'ouvrage (stockage temporaire et traitement du lixiviat, dispositifs de traitement ou de valorisation du biogaz).

Les règles générales d'exploitation sont :

- il ne peut être exploité qu'un casier ou une alvéole par catégorie de déchet ;
- les déchets sont déposés en couches successives et compactés sur site ;
- les déchets sont recouverts régulièrement de matériaux inertes pour limiter les infiltrations et empêcher les nuisances (envols de déchets, émanations de gaz, etc.).

1.3 Fermeture des alvéoles (casier) :

Dès qu'un casier est rempli, une couverture finale de protection est mise sur les déchets. Ceci permet de réduire les volumes du lixiviat, de faciliter la gestion post exploitation, de mieux contrôler la migration du biogaz mais surtout d'isoler le massif de déchets de l'environnement extérieur et de limiter ainsi les entrées d'eau.

1.4 Suivi post-exploitation

La production du lixiviat et du biogaz se poursuit très longtemps après la fermeture du site. Une période de suivi est donc prévue par la réglementation qui durera aussi longtemps que la décharge est susceptible de représenter un danger pour l'environnement. Cette période varie

selon les pays : elle est de 30 ans au Etats-Unis et en France.[11]. Durant cette période l'exploitant resteresponsable de la gestion de la décharge et assure sa surveillance, son contrôle, son entretien, l'analyse des lixiviats, du biogaz ainsi que la qualité de l'eau souterraine et de ruissellement pour s'assurer de la pérennité du système. La fréquence des analyses physico-chimiques et bactériologiques est moindre par rapport à la période d'exploitation.

1.5 Réhabilitation du site

L'objectif de cette opération est d'intégrer le site dans son environnement paysager et de minimiser les risques d'érosion. Cette réhabilitation se fait par la replantation d'arbres ou d'autres végétations. Pour cela les conditions pédologiques optimales doivent être fournies et une sélection des plants adaptés aux conditions du milieu doit être opérée.[11]

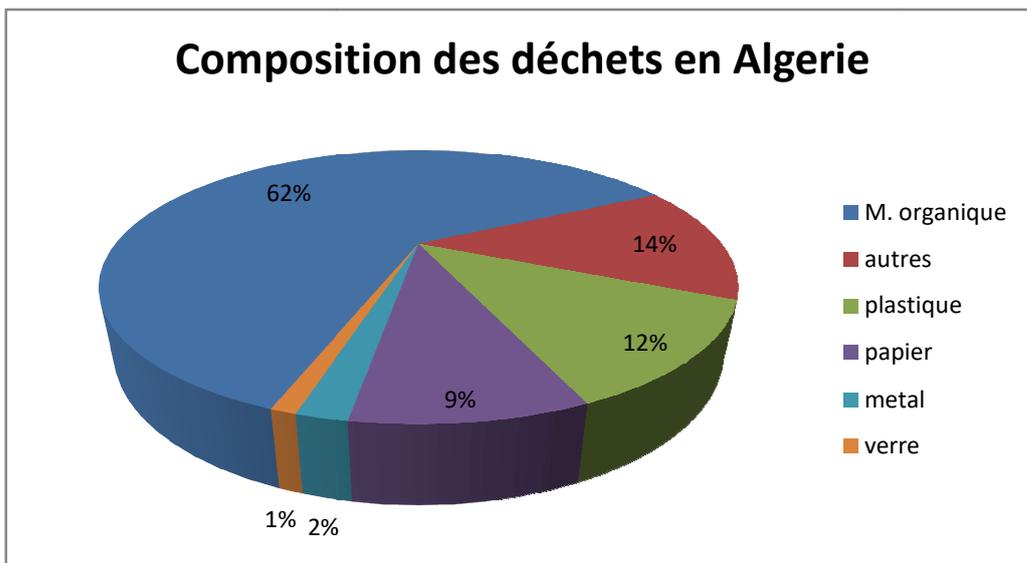


Figure 3: Type de déchets ménagers[22]

2. Modes de Traitement des déchets solides :

2.1 Le compostage :

Le compostage est un procédé de traitement qui ne concerne que la partie fermentescible des déchets ménagers. L'obtention d'un compost de qualité satisfaisante pour un usage agricole

nécessite donc un tri des déchets ménagers avant que le processus de dégradation soit mis en œuvre. Ainsi, selon la composition des déchets admis en usine de compostage et selon la chaîne de traitement qu'ils subissent, le compostage des déchets ménagers aboutit à trois sous-produits dans les proportions suivantes (% en masse) :

- compost : 25 à 55 % ;
- pertes (CO₂ , H₂O) : 8 à 25 % ;
- refus de tri : 40 à 65 %.

La présence de métaux en traces dans les composts peut présenter un véritable intérêt agronomique pour un certain nombre d'éléments, néanmoins les teneurs en métaux des composts peuvent susciter des inquiétudes quant aux risques de phytotoxicité ou de contamination de la chaîne alimentaire.

Ces teneurs sont largement dépendantes du substrat composté et du procédé de traitement. La meilleure solution, qui permette de limiter l'apport en métaux, est d'assurer une collecte sélective des déchets fermentescibles admissibles en usine de compostage.

À titre indicatif, une compilation de résultats d'analyse de composts, où le compostage est réalisé sur la fraction fermentescible des déchets ménagers collectés sélectivement, et des résultats d'analyse de l'usine de tri-compostage de Triel-sur-seine qui a fait l'objet des études les plus complètes à notre connaissance.

Contrairement à la plupart des autres usines, une étude complète des flux de matière organique, d'incombustibles (verres, cailloux-calcaires seulement) et de métaux lourds dans les différents sous-produits a été réalisée en 1994 sur l'installation de Triel-sur- Seine. Ledevenir d'une tonne de déchets ménagers à laquelle ont été ajoutés 23 kg d'eau est le suivant (% en masse) :

- pertes : 27 % ;
- compost : 29 % ;
- refus de tri : 44 %.[5]

2.2 Incinération

L'incinération des déchets urbains est l'opération qui consiste à la destruction de ces déchets par le feu. C'est un procédé séduisant mais soulève beaucoup de difficultés pratiques, très généralisé dans les pays à fort industrie (Amérique, japonise). Il est appliqué à des ordures

ayant un pouvoir calorifique élevé .C'est un procédé cher mais rapide .On pourra toutefois diminuer le prix de revient à la tonne traitée en récupérant la chaleur à des fins domestiques (chauffage et production d'électricité).

Si l'on considère les résultats des analyses des ordures ménagères algériennes et les ordures ménagères européennes, on retient les conclusions suivantes :

- l'échantillon algérien : contient 2 fois plus d'eau que l'échantillon européen et ne peut être incinérés.

- A l'humidité de 62% et un taux incite, les ordures de la Mitidja ont un pouvoir calorifique entre 900 et 1000, ce qui revient à dire qu'elles ne sont pas incinérables dans la pratique.

Il est admis que l'incinération étant que mode de destruction des déchets bien approprié en ville moyenne de 200.000 habitants. La destruction des ordures ménagères perd beaucoup de son intérêt lorsqu'un degré d'humidité élevé rend la combustion difficile.

2.3 Mise en décharge

Il consiste à épandre les ordures ménagères en couches successives ayant une épaisseur appropriée , à les régaler à l'engin, et à les limiter par des talus réglé peu inclinés dont la largeur est en rapport avec le tonnage traité chaque jour, et que l'on appelle le " front de décharge". Les déchets sont recouverts journallement d'une couche d'un matériau inerte ayant une épaisseur de 10 à 20 cm que l'on appelle la " couverture".[4]

Tableau6: Coûts de différentes variantes de traitement des déchets solides

Variantes
- Mise en décharge de tous les déchets : traitement mécanique des déchets par compactage sur contrôlée à l'aide de véhicules à chenilles ou par déchets encombrants, mais sans traitement thermique des déchets
- Incinération de tous les déchets produits : Mise en décharge des résidus d'incinération, élimination des déchets spéciaux nés de l'épuration des gaz de fumées, l'environnement.
- Compostage et valorisation des déchets organique et mise en décharge des déchets inorganique: (y compris traitement mécanique par compactage et brûlage)
- Compostage des déchets organiques collectés et incinération de déchets inorganiques, mise en décharge des déchets spéciaux nés de l'épuration des gaz de fumées.



Flamme visible

On constate un écart très important entre les coûts à la tonne traitée notamment entre les options –mise en décharge-et -incinération.

3. Techniques d'extraction et de destruction du biogaz :

La décomposition des déchets génère aussi des gaz comme le méthane (CH₄) et le dioxyde de carbone (CO₂). Ces gaz peuvent migrer à travers le sol et s'accumuler dans des espaces confinés pour produire des concentrations explosives, asphyxiantes ou toxiques. Ils peuvent aussi affecter la végétation existante autour de la décharge. Le CH₄ est, en général, récupéré et valorisé (chaleur ou électricité).[7]

Le traitement et le conditionnement du biogaz comportent plusieurs étapes. 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.

4. Unité d'extraction

Le système d'extraction doit être capable :

- de créer une dépression en amont de quelques dizaines de millibars, fonction de la perte de charge créée dans les canalisations d'amenée du gaz ;
- de créer une surpression en aval déterminée par la pression minimale requise par l'utilisateur. Elle varie de quelques millibars pour l'envoi en torchère à quelques bars pour transporter le gaz à distance.

Pour réaliser cette extraction, deux types de machines sont généralement utilisées :

- des ventilateurs centrifuges multiétagés. Ils fonctionnent pour l'aspiration du gaz et le refoulement à basse pression (pressions de refoulement de 100 à 300 mbar et **photo 5** : torchère flamme visible dépression de -20 à -80 mbar) ;
- des compresseurs (rotatifs, à vis ou alternatifs). Ils conviennent pour délivrer des pressions supérieures à 1 bar.

Le dimensionnement du système d'extraction est déterminé par la pression de refoulement et les pertes de charges (organes de traitement et de régulation, canalisations).

Le système est équipé d'un dispositif pour récupérer les eaux de condensation avant l'utilisation ou le traitement du gaz qui entraîne également les gaz dissous et les particules.

La régulation vise à assurer un régime d'extraction optimal et à refouler le gaz conformément aux spécifications de l'utilisateur. Elle a donc lieu :

- en amont : vannes de réglages manuelles ou asservies à la teneur en méthane ou à la pression atmosphérique, variation de la vitesse du compresseur ;
- en aval : régulation de la pression dans le cas de la valorisation du gaz par un dispositif de type déverseur sur le circuit d'amenée à la torchère.

La gestion de l'extraction du gaz est le résultat d'un compromis entre l'objectif de maximiser le taux de collecte du gaz et celui de maximiser la teneur en méthane. Plusieurs modes de gestion existent :

— sur-pompage à régime constant : pour éviter toute émanation de gaz vers l'atmosphère, une dépression importante est appliquée au massif de déchets. Cette pratique induit toutefois une forte consommation d'électricité ;

— sous-pompage à régime constant : il permet de garantir une teneur en méthane élevée à l'aspiration en laissant augmenter la pression interne au massif ;

— gestion dynamique par asservissement à la teneur en méthane : la régulation manuelle ou asservie du débit permet de maintenir une teneur en méthane constante ;

— gestion dynamique par asservissement à la pression atmosphérique : la pression d'aspiration est régulée à la pression atmosphérique. Cela induit des fortes variations de débits. []



Chapitre IV

Traitements des lixiviats

1. Définition :

La complexité des lixiviats de centres d'enfouissement nécessite de mettre en place des procédés de traitement adaptables et de hautes performances épuratoires. C'est pourquoi, les procédés membranaires dans le traitement de ces effluents est indispensable.

Actuellement, le procédé le plus employé est l'osmose inverse car il permet de filtrer directement le lixiviat brut tout en respectant les normes de rejet les plus strictes. Toutefois, ce système est de plus en plus combiné avec d'autres procédés membranaires (microfiltration, ultrafiltration, nanofiltration) ou biologiques ou physico-chimiques. Ces derniers permettent de prétraiter le lixiviat avant un traitement de finition par osmose inverse.

Ces prétraitements permettent d'éliminer une partie de la matière organique et minérale et ainsi de protéger l'étape d'osmose inverse.

De par leur charge polluante souvent importante, les lixiviats doivent subir un traitement d'épuration avant d'être rejetés vers le milieu naturel.

Devant des réglementations de plus en plus strictes en termes de rejet, les filières traditionnelles, qui dérivent du traitement des eaux usées, ont dû évoluer avec l'introduction des procédés membranaires dans la chaîne de traitement tels que des opérations de microfiltration, ultrafiltration, nanofiltration ou encore d'osmose inverse.

Ainsi les nouvelles filières de traitement des lixiviats qui incluent une ou plusieurs opérations de filtration membranaire vont être présentées. La principale limitation des traitements traditionnels réside dans la difficulté d'assurer face aux variations des caractéristiques de l'effluent brut, une qualité constante de l'effluent traité associée à une productivité optimale. En effet, l'efficacité des différents traitements biologiques est faible durant la saison d'hiver, époque où la production d'effluent est généralement maximale. Ces traitements perdent aussi en efficacité dès lors que le lixiviat se stabilise. Si l'élimination de certains polluants minéraux peut être assurée par des opérations unitaires (ex : stripping pour l'ammoniac, précipitation à l'acide pour les métaux), celle des matières organiques reste partielle et ne permet pas d'atteindre des niveaux de purification compatibles avec la législation actuelle.

Par conséquent, pour assurer la qualité des rejets, le recours aux procédés membranaires est devenu fréquent. Ces procédés offrent la meilleure fiabilité face à la forte variabilité qualitative et quantitative des lixiviats. Parmi eux, l'osmose inverse et la nanofiltration sont utilisées en traitement de finition, alors que la microfiltration et l'ultrafiltration interviennent davantage comme procédé de séparation de la biomasse issue d'un réacteur biologique (bioréacteur à membranes) ou encore comme étape de prétraitement. Bien souvent, seule l'osmose inverse permet de rejeter des effluents conformes aux normes actuellement en vigueur.

Tableau 7 : Caractérisation des lixiviats du CET de Sommâa à travers plusieurs prélèvements [3]

Demandeur	EPWC-CET				ONA	Normes
	Bassins de lixiviat			Casier	Bassins de lixiviat	
Point de prélèvement (CET de Soumâa)						
Date de prélèvement	06/05/2011	24/11/2011	24/08/2011	14/12/2010	31/01/2011	

	0	0	1				
Laboratoire	ANRH (n°1592)		PILAB	ONDD		ONA	
Source	ANRH (Blida)	EPWC-CET (Blida)				MESSAOUDI K.	
Paramètres	Résultats						
Température (°C)	-	-	28	-	-	17	≤30
pH	-	-	7,88	8	6,2	-	6,5 – 8,5
C.E (mmhos)	-	-	-	-	-	13,73	-
Nitrates (mg/l)	-	-	-	210	170	-	-
Ammonium (NH ₄) (mg/l)	-	-	-	-	-	40	-
N.T Kjeldahl (NH ₄) (mg/l)	-	-	96	-	-	-	30
Azote ammoniacal	-	-	-	<0,02	0,54	-	-
Phosphates (PO ₄) (mg/l)	-	-	-	-	-	21	-
Phosphore	-	-	48,76	48,76	48,76	-	10
DCO (mg/l)	-	-	1170	1400	42000	1102	120
DBO ₅ (mg/l)	-	-	340	1000	2300	-	36
MES à 105°C (mg/l)	-	-	100	76	1100	-	35
Fer (mg/l)	0,350	3,035	6,389	6,389	6,389	-	3
Manganèse (mg/l)	0,015	0,035	0,889	0,889	0,889	-	1
Plomb (mg/l)	<0,01	<0,01	<0,1	<0,1	<0,1	-	0,5
Cuivre (mg/l)	0,025	0,1	0,067	0,067	0,067	-	0,5
Zinc (mg/l)	0,016	<0,0001	0,321	0,321	0,321	-	3
Chrome total (mg/l)	0,013	0,665	0,277	0,277	0,277	-	0,5
Arsenic (mg/l)	0,045	-	-	-	-	-	-
Cadmium (mg/l)	<0,001	<0,001	<0,1	<0,1	<0,1	-	0,2

2. Modes de traitement des lixiviats :

Plusieurs types de traitement sont actuellement employés. Ce paragraphe les présente. Mais il est important de noter que les lixiviats évoluent au cours du temps (la charge polluante diminue avec le temps), et qu'une technique qui peut être efficace au début du traitement, risque vite d'être disproportionnée après quelques années

- 1) traitements biologiques : lagunage (lagunes aérées et de décantation), station par boue activée, biofiltre ;
- 2) traitements chimiques : ozonation, ozonation + UV, ozonation H₂O₂, ozonation H₂O₂ + UV ;
- 3) traitements physico-chimiques : coagulation-floculation puis décantation ou flottation, filtration sur sable et/ou charbon actif, précipitation ;
- 4) traitements membranaires : ultrafiltration, osmose inverse, nanofiltration ;
- 5) traitements par concentration : évaporation, évaporation forcée, évapo-incinération ;

6) traitements combinés (exemples) : station biologique + ultrafiltration, station biologique + ozonation / oxydation $H_2O_2 + UV$, décantation + filtration + osmose inverse, filtration à sable et à cartouche + osmose inverse, coagulation + floculation + décantation ou flottation et filtration sur charbon actif.[21]

3. Le prétraitement :

3.1 Traitement par lagunage :

Le traitement par lagunage est constitué d'une série de bassins artificiels, ou étangs, formés de digues, imperméable, dans lesquels les lixiviat sont déversés et passant successivement et naturellement d'un bassin à l'autre. Le temps de séjour varie de quelques jours à 50 jours ou plus. Les températures d'un d'enseillement, en particulier, jouent un rôle essentiel.

Tout d'abord commençons par la préparation du bassin. Le fond du bassin est déjà recouvert d'une géomembrane en PEHD qui assure une parfaite étanchéité vis-à-vis du sol

3.2 Fonctionnement :

De façon générale, le mécanisme, sur lequel repose le lagunage, est la photosynthèse. La tranche d'eau supérieure des bassins est exposée sur la lumière. Ceci permet l'existence d'algues qui produisent l'oxygène nécessaire au développement et au maintien des bactéries aérobies. Ces bactéries sont responsable de la dégradation de la matière organique : les matières dissoutes et colloïdales sont oxydées par des bactéries aérobies ou facultatives. Les matières décantables sédimentent pour former des boues, qui entrent dans la décomposition anaérobie. Avec production de CH_4 et d'autre composés réduits. Ces derniers migrent vers la couche aérobie ou ils sont oxydes. Le gaz carbonique résultant de l'oxydation des matières organiques sert de carbone pour les algues.

On associe généralement 3 lagunes en série pour traiter la pollution : la première, qui couvre la moitié de la superficie totale, assure la majeure partie de la dépollution, les deux autres servent de traitement de finition avant le traitement final par le procédé d'osmose inverse.

La dégradation se fait selon les schémas suivant :

Traitement aérobie



Traitement anaérobie

MO + μ organismes
Nutriments μ organismes + CH₄ + CO₂
(biogaz)
100% 7-12%
85-90%



Pour le cas du CET de Sommâa, le mode de prétraitement des lixiviats que nous avons choisis est le lagunage couplé. Le site possède déjà trois (03) lagunes dont le fond est imperméable.

3.3 Dimensionnements et calculs :

Les formules utilisées pour le dimensionnement sont les suivantes :

$$S = \frac{Q \times x_0}{C_0}$$

Avec : S : surface (m²).

Q : débit (m³/j) .

x_0 : concentration en substrat en entrée (kg de DBO/m³).

C_0 : charge organique superficielle limite d'une lagune (kg de DBO/m²/j).

$C_0 = 0.25$ kg de DBO/m²/j

$V = t_s \times Q$ Avec : V : volume (m³).

t_s : temps de séjour (j).

$H = \frac{V}{S}$ Avec : H : hauteur de la lagune (m).

1^{er} lagune :

Cette lagune située en premier lieu de la série des trois, elle est de volume de $V = 3870$ m³, avec le débit de $Q = 52$ m³/j le temps de séjour sera donc $t_s = 47,42$ j. **Photo 7** : bassin numéro N° :1

La surface de ce bassin est $S = 1680$ m² avec une profondeur de $H = 2.65$ m.

Le temps préconisé pour cette étape est de 60j.

Cette lagune aura pour rôle de réduire la DBO_5 ainsi que la DCO, elle se caractérise aussi par une quasi autonomie et ne nécessitera qu'un curage tout les 8 à 10 ans.[3]

2^{eme} lagune :

Cette lagune est située en deuxième position des trois bassins existants, le volume de cette lagune est de $V=2830 \text{ m}^3$. Avec le même débit précédent qui est de $Q = 52\text{m}^3/\text{j}$.

La surface de ce bassin est $S= 1372\text{m}^2$ avec une profondeur de $H = 2.4 \text{ m}$.

Le temps de séjour dans ce bassin devient alors $t_s = 54,42\text{j}$.

Le temps de séjour ne doit pas être inférieur à 5 jours. Le besoin spécifique brut en oxygène pour dégrader les substances polluantes est basé à $1,5 \text{ kg O}_2/\text{kg DBO}_5$ [3].



Photo 8 : bassin avec des aérateurs.

Des aérateurs sont installés a fin d'aider l'action dégradante des microorganismes, avec un ajout des bactéries se fera de préférence tout les six mois lors d'une régression d'efficacité de dégradation qui se résume par la formule suivant :

$\text{Lixiviat} + \text{O}_2 \text{ (aération)} + \text{micro-organismes} \longrightarrow \text{boue} + \text{effluent traité.}$

3^{eme} lagune :

Ce dernier bassin avec un volume de $V=2580\text{m}^3$,La surface de ce bassin est $S= 1568\text{m}^2$ avec une profondeur de $H = 1.9 \text{ m}$.

Ce bassin va servir que pour stocker l'effluent traité l'ord des deux étapes prétraitements précédents, et le destiné vers le traitement finale de l'osmose inverse.

4. Le traitement final :

4.1 L'osmose inverse :

4.1.1 Principe :

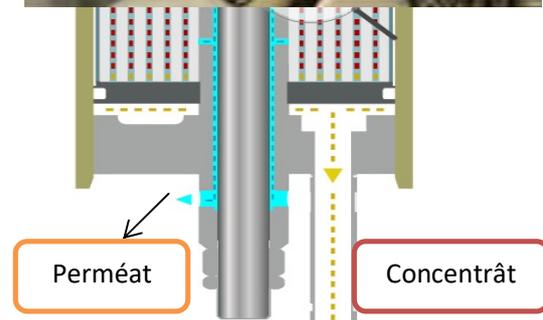
Les membranes d'osmose inverse agissent comme un filtre retenant la majorité des particules dissoutes dont la taille est supérieure à 1 Angström (bactéries, virus, matières organiques), ainsi que les ions monovalents et bivalents. Lorsque les membranes filtrent deux solutions aqueuses de concentrations saline différente, les molécules d'eau passent spontanément de la solution la moins concentrée en sel à la plus concentrée afin d'équilibrer le rapport en ions. Il s'agit du phénomène d'osmose naturelle. Pour inverser le processus, on applique à la solution concentrée une pression supérieure à la pression osmotique, par exemple une pression supérieure à 32 Bars pour une concentration égale à 40 g/l, afin d'inverser le flux résultant du phénomène d'osmose naturelle.

Figure 4 : coupe d'une membrane OI

À ce jour, l'Osmose Inverse (OI) s'impose comme une étape prépondérante et indispensable face au durcissement des réglementations en termes de rejet.

À l'échelle industrielle, l'OI est souvent utilisée seule, avec comme simple prétraitement une filtration sur filtres à sable et/ou filtres à cartouche, ou comme étape de finition suite à un traitement biologique conventionnel ou à un bioréacteur à membranes. L'OI peut parfois être combinée à une étape de prétraitement comme la microfiltration, l'ultrafiltration ou la nanofiltration. Des prétraitements par

coagulation-floculation et par précipitation chimique à la chaux ont également été testés dans le but de réduire, au préalable, la teneur en composés organiques réfractaires.



4.2 Traitement par osmose inverse :

La méthode membranaire permettant de traiter sur place les lixiviats grâce à un système d'osmose inverse qui reprend le même principe que le dessalement de l'eau de mer.

Ce système, d'unité mobile est très performant dans ses rendements, permet de traiter rapidement de forts débits dont le taux de pollution est élevé.

L'unité mobile d'osmose inverse comporte principalement en plus des modules les éléments suivants:

Photo 9 :membranes d'unité de traitement mobileOI

- une pompe à haute pression (40 à 80 bars) pour l'osmose inverse.
- un échangeur de chaleur pour maintenir les liquides aux températures souhaitées.

Les lixiviats prétraités sont collectés dans le troisième bassin afin d'être pompé vers l'unité d'osmose inverse mobile à travers les membranes cette dernière jouent le rôle de filtre qui sépare notre effluent en deux éléments qui seront produits en fin de traitement :

- le perméat (effluent propre) 85% ;
- le concentrât (éléments impropres retenus) 15%.

Le Container de l'Osmose Inverse composé des pompes d'alimentation, pompe de recirculation et pompe de pression.

Le prétraitement du lixiviat permet de maintenir stable la pression transmembranaire sur des cycles de traitement de 3 à 5 heures. [13]

L'élimination d'une partie de la charge polluante par le prétraitement biologique permet d'optimiser le rendement et le temps de vie des membranes et d'augmenter le taux de perméat jusqu'à 97%, pour un taux de concentrât de 3% seulement. [25]



Photo10 : La station d'épuration unité mobile d'osmose inverse [19].

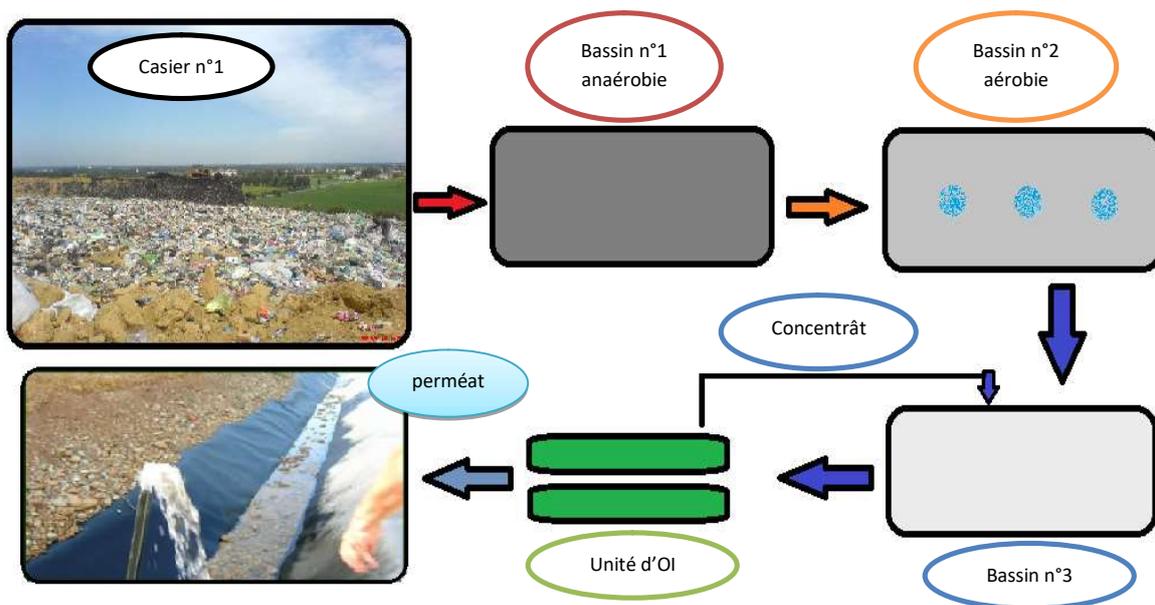
Tableau 8 : Efficacité de traitement d'unité Osmose Inverse le site Rastorf (Allemagne).[12]

paramètres	Lixiviât brut	Perméat	Rendement d'élimination (%)
Ph	8.6	5.25	--
conductivité ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	17700	314	98.23
DCO (mg.L-1)	2560	21	99.18
DBO5 (mg.L-1)	65	0.6	99.08
NH ₄ ⁺ (mg.L-1)	465	6	98.71
Cl ⁻ (mg.L-1)	4219	72	98.71
SO ₄ ²⁻ (mg.L-1)	2800	12	99.57
Ca ²⁺ (mg.L-1)	160	2.1	98.69
Zn ²⁺ (mg.L-1)	220	100	54.55
Cu ²⁺ (mg.L-1)	640	28.8	95.5
Pb ²⁺ (mg.L-1)	20	5	75
Cd ²⁺ (mg.L-1)	< 10	1	>90
Hg ²⁺ (mg.L-1)	< 1	0.6	>40



Photo 11 : avant et après traitement de lixiviat

Figure 5 : Schéma de traitement du lixiviat



5. Estimation Des Coûts :

Tableau 9 : le cout du prétraitement[3]

Matériaux /Dispositifs	Quantité	Prix unitaire (DA)	Coûts (DA)
Bactéries anaérobies	1 (bidon de 11,5 kg)	4100 (/kg)	47000
Bactéries aérobie	1 (bidon de 11,5 kg)	2700 (/kg)	31000
Hydro-éjecteurs à turbine deprimogène	2	120000	240000
Aérateur à turbine rapide	1	181000	181000

Tableau 10 : Coûts d'investissements spécifiques des installations d'OI appliquées au traitement des lixiviats[12]			
Etage - PTM	Coût d'installation (US \$)	Coût des modules (US \$)	Coût des membranes (US \$)
1er - 65 bar	660	3.445	270
2ème - 120 bar	915	5.280	395
3ème - 200 bar	~1.665-2.220	8.055	395

6. Quelques centres d'enfouissement techniques à travers le monde qui traitent le lixiviat par la méthode d'OI :



Installation de Stockage des Déchets Non Dangereux classe 2
Maitre d'œuvre : SMITOM
Délégataire : SMA - GPE

Année de création : 1976
Communes clientes : 15
Population desservie : 125 000 habitants
Tonnages réceptionnés : 135 000 tonnes par an
Nature des déchets : Déchets ménagers et assimilés non valorisables, déchets industriels banals, boues résiduelles urbaines (lien vers sécheur)
Valorisation : Traitement des lixiviats par osmose inverse
Captation et valorisation des biogaz en torchère



Installation de Stockage des Déchets Non Dangereux classe 2

Année de création : 1998
Tonnages réceptionnés : 140 000 tonnes par an
Nature des déchets : Déchets ménagers et assimilés non valorisables, déchets industriels
Valorisation et mâchefers
Traitement des lixiviats par osmose inverse (la première en France en mai 1997)
Captation et valorisation des biogaz en torchère
Effarouchement naturel
Participer à la lutte contre les incendies.



Zone de chalandise : Communauté Urbaine de Rabat 3 centres de transfert :

Rabat, Salé, Témara
Durée : 20 ans d'exploitation
Année de création : 2007
Communes clientes : 13
Population desservie : habitants
Tonnages réceptionnés : 750 000 tonnes par an
Valorisation : Traitement des lixiviats par osmose inverse
Captation et traitement des biogaz en torchère
A Rabat, SEGEDEMA, filiale de GPE, a construit et exploite le plus important centre de stockage du continent africain. [19]

7. Contrôles continus :

Des contrôles internes réguliers sont effectués sur les lixiviats et les biogaz pour garantir le bon fonctionnement et la sécurité des installations. En complément, un contrôle externe est effectué tous les trimestres par un laboratoire accrédité. Les sites fermés ont un programme de surveillance durant 30 ans. Les analyses de leurs biogaz et de leurs lixiviats sont transmises trimestriellement à l'administration.

À ces contrôles s'ajoutent les inspections de l'administration.

L'ensemble de ces données fait l'objet d'un rapport annuel présenté, en outre, aux membres du comité local d'information et de surveillance du centre.



Photo 12 : unité mobile d'OI. [20]



Photo 13 : permét du lixiviat traité par l'unité osmose inverse. [20]

Traitement des lixiviats

- Les lixiviats sont traités sur place dans une unité utilisant la technique d'osmose inverse.
- le concentrât issue du traitement ont été réinjectés sur 3^{ème} bassin par l'intermédiaire d'un réseau PE haute pression dimensionner à cet effet.
- Les perméats ont été réinjectés après analyse dans le bassin des eaux de ruissellement et pourront être utilisés pour les arrosages, incendie.

Les tableaux suivants présentent les différents rendements caractéristiques de ces traitements, ainsi que leurs avantages et inconvénients.

Tableau 11 : Rendements moyens de différents modes de traitement des lixiviats (en %)[21]

	DCO	MES	NTK	Métaux	Sels
Lagunage aéré - lixiviats anciens	40 à 60		80 à 85		
Lagunage aéré - lixiviats jeunes	95				

Boues activées	70 à 75				
Biofiltre	35	70	98		
Ozonation	45				
Ozonation O₃ + H₂O₂	93				
Osmose inverse	95 à 99	100	94	99	97
Nanofiltration	80				
Coagulation – floculation - flottation	40 à 45	80	5 à 10		
Evaporation	90 à 95	100	94 à 99	99	97
BRM (lixiviats jeune)	90	99			
BRM (lixiviats vieux)	60 à 75	99	98		

Tableau 12 : Avantages et inconvénients des différents procédés de traitement[21]

	Avantages	Inconvénients
Lagunageaéré	Simplicité de fonctionnement Coûts d'investissement et de fonctionnement faibles Bon abattement de la DBO5	Performances moindres en hiver ; rendement sur la DCO plus faible, blocage de la nitrification Pas de traitement de la DCO dure : nécessité d'un traitement complémentaire Emprise au sol importante : temps de séjour de 60 à 90 jours
Boues activées	DBO5, NTK	DCO, métaux lourds et sels
Ozonation (H₂O₂ et/ou UV)	DCO	Consommation énergétique, azote, métaux lourds, sels
Coagulation – floculation	Débit de traitement Encombrement réduit	Augmentation des sels et métaux lourds Production de boues Traitement partiel de la DCO (50 % maximum)
Filtration sur charbon actif	DCO	Régénération et élimination du charbon pollué, azote, métaux lourds, sels

Osmose inverse	Traitement peu sensible à la qualité de l'effluent Possibilité d'unité mobile (traitement de plusieurs sites) Performances du traitement Bon abattement sur : DCO, métaux lourds et sels	Préfiltration Coûts d'investissement Constructeurs limités Production de concentrât à réinjecter sur la décharge (peu de recul sur cette technique) ou à traiter en CET de classe I
Micro et ultrafiltration	MES, bactéries et virus	Azote, métaux lourds et sels
Evaporation à chaud	Utilisation du biogaz de décharge	Dissipation partielle à l'atmosphère Variabilité de la source de méthane
BRM	Faible emprise au sol Excellente qualité (DBO5, azote, MES, DCO, bactéries, virus) Faible production de boues	
Biologique + physico-chimique + charbon actif	Traitements classiques bien connus Nombreux constructeurs	Difficulté de réglage - Sensibilité à la qualité du lixiviat et donc à l'évolution de la décharge - Performances limitées - Surface importante (lagunage) - Coûts de fonctionnement important - Boues biologiques et charbon usagé à gérer

8. Conclusion et perspectives:

A travers ce travail, nous avons pu prouver qu'il est possible de faire face à la question de la gestion des lixiviats, et cela en optant pour des traitements biologiques et naturels sans pour autant être obligé de passer par des traitements qui engendrent des sous-produits mal maîtrisés. Nous avons pu concevoir un dispositif de traitement des lixiviats.

Les filières de traitements traditionnelles, qui ont longtemps consisté en une dégradation biologique du lixiviat et/ou à des traitements physico-chimiques, ne parviennent plus à traiter suffisamment ces effluents. L'explication est liée d'une part au vieillissement de la plupart des centres de stockage, ce qui entraîne la formation de lixiviats de plus en plus stabilisés et donc de moins en moins biodégradables, et d'autre part au durcissement permanent des exigences réglementaires de rejet vers le milieu naturel. L'examen de l'art réalisé montre que les filières de traitement ont dû évoluer en tenant compte de l'intégration de technologies nouvelles. En particulier, le procédé d'osmose inverse s'impose aujourd'hui comme le procédé final indispensable au traitement des lixiviats, dans l'objectif de satisfaire aux normes de rejet.

Le traitement par Osmose Inverse est donc particulièrement bien adapté à la problématique de traitement des lixiviats.

Le couplage des procédés :Traitement biologique + séparation membranaire parosmose inverse apparaît comme une solutionprometteuse dans un avenir proche.

De par leur charge polluante importante, les lixiviats doivent subir un traitement d'épuration avant d'être rejetés vers le milieu naturel.

Aujourd'hui, du fait du vieillissement de la plupart des centres de stockage qui génèrent des lixiviats de plus en plus stabilisés et devant le durcissement de la réglementation,les procédés de dégradation biologiques même couplés à des traitements physico-chimiques ne parviennent plus à traiter efficacement ces effluents. Les filières de traitement ont donc dû évoluer avec l'intégration des nouvelles technologies pour pouvoir satisfaire aux normes toujours plus contraignantes sur la qualité de l'eau produite.

Dans ce contexte, les procédés membranaires se sont et continuent encore à s'intégrer de manière exponentielle dans le traitement des lixiviats. Ces procédés offrent la meilleure fiabilité face à la forte variabilité qualitative et quantitative des lixiviats et surtout permettent de rejeter des effluents conformes aux normes les plus strictes.

Le procédé d'Osmose Inverse (OI) est aujourd'hui devenu le procédé ultime indispensable au traitement des lixiviats. Il s'avère le plus répandu dans de nombreux pays d'Europe de l'ouest (France, Allemagne, Italie...), d'Amérique du Nord (États-Unis, Canada), d'Asie (Chine, Corée), et d'Afrique (Maroc). La quasi-totalité des installations de traitement qui ont recours à ce procédé affichent des rendements d'épuration moyens de 99 %. Malgré les récentes évolutions technologiques.

Le couplage des procédés : Traitement biologique par lagunage + séparation membranaire par osmose inverse apparaît comme une solution prometteuse dans un avenir proche.

la proposition de couplage mise en œuvre dans cette étude permet d'envisager une nette diminution du coût global de fonctionnement s'explique par la réduction importante de la fréquence des lavages chimiques de la membrane puisqu'il n'y a plus ou peu de colmatage mais elle s'explique aussi par une baisse de plus de 50 % du coût en moyenne actuellement lors du traitement direct des lixiviats par osmose inverse seule. [13]

Cette initiative vise avant tout à préserver l'environnement, mais aussi et surtout à protéger les eaux de surface et souterraines qui pourraient être contaminées par les molécules solubles issues des déchets.

Références bibliographiques :

[1] Ahmed FEKAIRI, « gestion des déchets en Algérie », GTZ, (L'environnement, l'eau, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables), 2010

[2] BENNAMA T.1*, YOUNSI A.2, DERRICHE Z.1, DEBAB A.1 « **Evolution Spatio-Temporelle De La Physico-Chimie, Microbiologie Et Ecotoxicologie Des Lixiviats De La Décharge Publique D'el-Kerma (Oran, Algérie)** », Algerian journal of arid environment, vol. 1, n° 2, Décembre 2011, pp

[3] BENTEFTIFA Mourad, « **Etude de la réalisation d'une station de traitement des lixiviats : cas du C.E.T de Soumâa (Wilaya de Blida)** », Mémoire de master, université de Blida, 2012, pp

[4] FERHAT.I, « **Etude technico-économique d'un centre d'enfouissement technique : cas du C.E.T de Soumâa (Wilaya de Blida)** », Mémoire de master, Université de Blida, 2011, pp 19.

[5] Gérard KECK, « **Déchets et risques pour la santé** », Techniques de l'Ingénieur, G 2 450, 2000, pp8.

[6] G. MATEJKA¹, M. RINKE¹, R. MEJBRI¹ AND H. BRIL² « **Pollution Engendree Par Un Lixiviat De Decharge D'ordures Menageres: Bilan Hydrique Et Caracterisation** » Environmental Technology, Vol. 15.(1994),pp 314.

[7] KOULOUGHLI SALIM « **ETUDE EXPERIMENTALE DES MELANGES SABLE BENTONITE - Leurs Performances comme Barrières de Confinement dans les CET** », 2007, pp 46

[8] Mechema Fatima, « **Etude technico-économique pour la réalisation d'un C.E.T** », Mémoire de master. Université de Blida, 2011, pp73.

[9] M.BESSENASSE¹ : « **Realites Des Cet En Algérie : Cas Du Cet De Soumaa (W.Blida)** » AGROBIOLOGIA, juin 2012,pp 3/5.

[10] M. KEHILA Youcef¹, M. GOURINE Lazhari², « **RAPPORT PAYS SUR LA GESTION DES DECHETS SOLIDES EN ALGERIE** », 2010, pp 12.

[11] Sidi Ould ALOUEIMINE « **METHODOLOGIE DE CARACTERISATION DES DECHETS MENAGERS ANOUAKCHOTT (MAURITANIE) : CONTRIBUTION A LA GESTION DES DECHETS ET OUTILS D'AIDE A LA DECISION** », 2006, pp 58

[12] S. Renou, S. Poulain J. Gagnaire, de Cadarache B. Marrot et P. Moulin « **Lixiviat de centre de stockage : déchet généré par des déchets** », L'EAU, L'INDUSTRIE, LES NUISANCES, N° 310, N° 312 pp40, pp 70.

[13] S. Renou, S. Poulain J. Gagnaire, de Cadarache B. Marrot et P. Moulin « **Procédé innovant de traitement des lixiviats** », L'EAU, L'INDUSTRIE, LES NUISANCES, N° 312, pp 70.

[14] Traitement des eaux de lixiviation de lieux d'enfouissement sanitaire et technique Avantages et inconvénients à traiter le lixiviat dans l'usine d'épuration des eaux municipales « projet d'établissement d'un lieu d'enfouissement technique aux îles-de-la-Madeleine »(2004).

Webographies :

[15] <http://www.proserpol.com/>

[16] <http://www.vitamedz.com/>

[17] <http://www.sauvegarde-et-avenir-de-pommerit-le-vicomte.fr/spip.php?article48>

[18] <http://www.ecoset-dz.com/pages/revu%20de%20presse.html>

[19] <http://www.pizzorno.com>

[20] <http://www.csdu04.com>

[21] <http://www.bbertholon.com/julien/cet/classe2.htm>

[22] www.sweep-net.org

[23] <http://www.lixiviat.fr/>

[24] http://fr.wikipedia.org/wiki/Centre_d'enfouissement

[25] http://www.heracleantech.com/traitement_de_l_eau.html