

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE SAAD DAHLAB DE BLIDA 1

FACULTE DE TECHNOLOGIE

DEPARTEMENT DE SCIENCE DE L'EAU ET ENVIRONNEMENT



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

En vue d'obtenir le diplôme du Master 2

Spécialité : **Ressource Hydraulique**

Thème :

Traitement des eaux de lixiviat par les procédés membranaires
(CET Hamici – CET Ouled Fayet)

Présenté par :

- Louati Mohamed
- Djahnit Abderrahmane

Devant les jurys :

- | | | |
|--------------------------|----------------------|--------------|
| ➤ Mme. Hallouche. W | MCB | Présidente |
| ➤ Mme. Benzineb. K | MCA | Examinatrice |
| ➤ Mr. Bessenasse Mohamed | Professeur Encadreur | |

Année : 2022-2023

ملخص:

يقدم هذا المقال دراسة مقارنة لمعالجة مياه النتوءات الناتجة عن عملية التحلل الحيوي للنفايات باستخدام تقنيتين غشائيتين: التناضح العكسي والترشيح النانوي. تهدف هذه الدراسة إلى تقييم كفاءة وأداء هاتين التقنيتين من حيث رفض الملوثات، واستهلاك الطاقة، وقدرة المعالجة، واستقرارية الغشاء، والتكاليف المرتبطة بـاختبار تطبيقها في المطرفين فيمكننا أن نقول: أبحميسي (الجزائر) وأولادفايت (الجزائر).

الكلمات الرئيسية: المادة المرشحة / المعالجة / الغشاء / التناضح العكسي / ترشيح النانو

Résumé:

Ce mémoire présente une étude comparative sur le traitement des eaux de lixiviat, qui sont des effluents liquides riches en contaminants, par le biais de deux technologies membranaires : l'osmose inverse et la membrane bio réactif + la nanofiltration. L'objectif de cette étude est d'évaluer l'efficacité et les performances de ces deux technologies en termes de rejet des contaminants, de consommation d'énergie, de capacité de traitement, de stabilité de la membrane et de coûts associés. Notre application de ces deux méthodes est testée dans les deux centres d'enfouissement technique. À savoir celui de Hamici (Alger) et d'Ouled Fayet (alger).

Mots clés : Lixiviat / traitement / membrane / osmose inverse / nano filtration

Abstract:

This thesis presents a comparative study on the treatment of leachate, which is a liquid effluent rich in contaminants, using two membrane technologies: reverse osmosis and mbr + nanofiltration. The objective of this study is to evaluate the efficiency and performance of these two technologies in terms of contaminant rejection, energy consumption, treatment capacity, membrane stability, and associated costs. Our application of these two methods is tested in the two technical landfills. Namely that of Hamici (Algiers) and Ouled Fayet (Algiers).

Keywords: leachate / treatment / membrane / reverse osmosis / nano filtration

Remerciements

Nous tenons avant tout à remercier « DIEU » pour avoir inspiré la volonté et le courage dans nos cœurs pour acheminer ce travail jusqu'à la fin.

Nos remerciements vont d'abord à notre encadreur Pr. Bessenasse Mohamed qui nous a guidé le long de la réalisation de ce travail. Ces conseils et recommandations ont été précieux pour l'aboutissement de ce travail.

Nos remerciements vont aussi pour madame Hallouche qui nous a honoré par sa présidence du jury ainsi que madame Benzineb qui a accepté d'examiner ce mémoire

Nous adressons nos très sincères remerciements à nous famille pour leur soutien et nos chers collègues et nos amis.

Enfin, nous remercions tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'épanouissement de ce travail.

Dédicaces

Nous dédions ce modeste travail avec toutes nos affections aux êtres qui sont les plus chers au monde « nos parents » pour leurs sacrifices et leurs conseils,

Sans lesquelles nous ne serons jamais arrivé à ce niveau que dieu les gardent.

Et aussi nos amis pour avoir partagés ces précieuses années ensemble.

SOMMAIRE

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

INTRODUCTION GENERALE.....01

Chapitre I : problématique et caractéristiques des eaux de lixiviat

I-1-Définition	04
I-2-Types de lixiviats	04
I-2-1- Les lixiviats jeunes (< 5 ans)	04
I-2-2- Les lixiviats intermédiaires (5 à 10 ans)	04
I-2-3- Les lixiviats stabilisés (> 10 ans)	04
I-3-Les principaux groupes de polluants caractérisant le lixiviat	05
I-4-Impact des lixiviats sur l'environnement	07

Chapitre II : différents procédés de traitement de lixiviat

I-Procédés de traitement des eaux de lixiviat	09
I-1- Procédés physiques.....	09
I-2- Procédés chimiques	09
I-3-Procédés biologiques.....	09
II-La séparation par membranes.....	09
II-1- L'ultrafiltration	10
II-2- La nanofiltration.....	10
II-3- L'osmose inverse	11

Chapitre III : Spécification physico-chimique des eaux de lixiviat de CET HAMICI

I-Introduction	13
II-Qualité de l'effluent traité en Algérie	13
II-1-Normes de rejet dans l'assainissement	14
II-2-Normes de rejet dans le milieu Natural	15
III- Présentation du centre d'enfouissement technique de HAMICI	16
III-1-Définition d'un centre d'enfouissement technique (CET)	16
III-2- Localisation du centre d'enfouissement technique de HAMICI :	16
III-3- Description du projet	16
III-4-Stockage du lixiviat	17
IV-Les analyses du lixiviat avant traitement.....	18
V-Description d'installation	20

VI-Les étapes du traitement	21
VI-1-Homogénéisation	21
VI-2-Traitement biologique	22
VI-3-Ultrafiltration (UF)	25
VI-4-Nanofiltration (NF)	28
VI-5-Dosage des produits chimiques	31
VI-6-La qualité d'eau finale à la sortie du CET	31
VI-7-Conclusion.....	32

Chapitre IV : Prédimensionnement du cet de OuladFayet

I-Présentation du site d'étude d'Oued Fayet (Alger)	34
II-Classification des déchets de CET d'Ouled Fayet et son état de déversement	35
III-Caractéristiques techniques du CET d'Ouled Fayet	36
IV-Composition des Lixiviats Oulad-Fayet	39
V-Traitement des lixiviats par osmose inverse.....	40
V-1-Description de l'installation.....	40
V-2-Installation d'Osmose Inverse	41
V-3-Membrane Utilisée	42
VI-Prédimensionnement de la station de traitement des lixiviats d'Oulad-Fayet	43
VI-1-Prédimensionnement du prétraitement	43
VI-2-Prédimensionnement d'Osmose Inverse « 1 ^{er} étage »	45
VI-3-Prédimensionnement d'Osmose Inverse « 2eme étage »	47
VII-Problème d'exploitation et leurs « CET Oulad Fayet »	49
VIII-Qualité d'eau sortie de la station « perméat finale »	49
IX-Conclusion	50

Chapitre V : Etude comparative de traitement de lixiviats entre le procédé MBR+NF et l'osmose inverse

I-Introduction	53
II-Tableau de comparaison	53

Conclusion générale.....	56
---------------------------------	-----------

Références bibliographique	
----------------------------------	--

Liste des figures :

Chapitre II :

Figure II-01 :Schéma de principe de fonctionnement d'une membrane	10
Figure II-02 : Classement des procédés Baro membranaires en fonction de la taille des espèces retenues	11

Chapitre III :

Figure III-01: Normes de rejet dans l'assainissement	14
Figure III-02: Plan d'accès au CET de HAMICI	16
Figure III-03: Vue satellite de du CET	17
Figure III-04: Les bassins du lixiviat	17
Figure III-05: Bassin du lixiviat	18
Figure III-06: L'installation de CET	20
Figure III-07: L'installation MBR+NF	21
Figure III-08: Cuve d'homogénéisation	21
Figure III-09: Mélangeur	22
Figure III-10: Cuve de traitement biologique.....	23
Figure III-11: Cuve de dénitrification + agitateur	23
Figure III-12: Système d'aération	24
Figure III-13: Deux Suppresseurs d'air	24
Figure III-14: Système de refroidissement	25
Figure III-15: système Ultrafiltration	26
Figure III-16: Filtre a cartouche.....	26
Figure III-17: Pompe d'alimentation	27
Figure III-18: Pompe de circulation	27
Figure III-19: Membrane UF	28
Figure III-20: Système Nanofiltration	29
Figure III-21: La pompe HP	29
Figure III-22: Filtre a cartouche	30
Figure III-23: Membrane NF	30
Figure III-24: La chambre du dosage	31

Chapitre IV :

Figure IV-01 : Site du CET Oulad Fayet	34
Figure IV-02 : Emplacement des casiers de site CET Oulad Fayet.....	35
Figure IV-03 : Graphe Classement des déchets du CET de Ouled Fayet	36
Figure IV-04 : La pose de la géo membrane en polyéthylène haute densité (PEHD).....	37

Figure IV-05 : Le remplissage de cassie	38
Figure IV-06 : Cheminées d'évacuation de biogaz	38
Figure IV-07 : Schéma explicatif de la station de traitement de Lixiviat par OI d'Ouled Fayet.....	40
Figure IV-08 : Fiche technique du Membrane de 1 ^{er} étage	41
Figure IV-09 : Fiche technique du Membrane de 2eme étage	43
Figure IV-10 : 1 ^{er} étage d'OI	47
Figure IV-11 : 1 ^{er} étage d'OI	49

Chapitre V :

Figure V-01 : Comparaison entre NF-UF-RO.....	55
--	----

Liste des abréviations :

CET : Centre d'enfouissement technique

MBR : Membrane bio-réacteur

UF : Ultra filtration

NF : Nano filtration

RO : Reverse osmose

OI : Osmose inverse

DCO : Demande Chimique en oxygène

DBO : Demande biologique en oxygène

Liste des tableaux :

Chapitre I :

Tableau I-01: Caractéristiques principales des différents types des lixiviats.....05

Chapitre III :

Tableau III-01:Normes de rejet dans le milieu Natural 15

Tableau III-02: Les analyses des eaux de lixiviat de HAMICI avant leur traitement19

Tableau III-03: La qualité d'eau finale..... 31

Chapitre IV :

Tableau IV-01: Classement des déchets du CET de Ouled Fayet..... 35

Tableau IV-02: Classement des déchets du CET de Ouled Fayet 36

Tableau IV-03: Différents analyses faites sur lixiviats avant le traitement 39

Tableau IV-04: La qualité d'eau finale à la sortie de la station 50

Chapitre V :

Tableau V-01: Tableau de comparaison 53

Introduction générale

Les eaux de lixiviat sont des effluents produits par les déchets en décomposition dans les sites de décharge. Ces eaux contiennent une grande variété de composés organiques, inorganiques et microbiologiques, tels que des métaux lourds, des matières en suspension, des matières organiques dissoutes, des sels, des nutriments et des produits chimiques toxiques. Les caractéristiques physiques, chimiques et biologiques des eaux de lixiviat varient en fonction de nombreux facteurs, parmi ces facteurs la composition et la quantité des déchets.

Le traitement des eaux de lixiviat est une chose nécessaire à faire en raison de leur toxicité, de leur potentiel de contamination des eaux souterraines et de leur impact négatif sur la santé humaine et la vie aquatique. Les eaux de lixiviat contiennent souvent des niveaux élevés de nutriments, tels que l'azote et le phosphore, qui peuvent favoriser la croissance excessive d'algues et d'autres organismes dans ces eaux récepteurs. De plus, les eaux de lixiviat peuvent contenir des produits chimiques toxiques, tels que des composés organiques volatils (COV), des métaux lourds et des produits pharmaceutiques [les usines], qui peuvent nuire à la santé humaine et à l'environnement.

Des échantillons de lixiviat et d'eau souterraine ont été prélevés sur les sites Vendipalayam, Semur et Vairapalayam dans la ville d'Erode, Tamil Nadu, Inde, afin d'étudier l'impact possible du lixiviat sur la qualité des eaux souterraines. Les concentrations de divers paramètres physico-chimiques, y compris les métaux lourds (Cd, Cr, Cu, Fe, Ni, Pb, Fe et Zn) ont été déterminées dans des échantillons de lixiviat et sont rapportées. Les concentrations de Cl-

NO₃⁻, SO₄²⁻, NH₄⁺ se sont avérées à des niveaux considérables dans les échantillons d'eau souterraine, en particulier à proximité des sites d'enfouissement, ce qui indique probablement que la qualité de l'eau souterraine est considérablement affectée par la percolation des lixiviats.

La présence de contaminants dans les eaux souterraines, en particulier à proximité des sites d'enfouissement, met en garde contre sa qualité et rend ainsi l'aquifère associé peu fiable pour l'approvisionnement en eau domestique et d'autres utilisations. [1]

Le traitement des eaux de lixiviat est une procédure complexe et nécessaire qui nécessite

L'utilisation de techniques spécifiques à cause de la composition variée de ces effluents. Les techniques courantes de traitement des eaux de lixiviat comprennent la séparation physique, l'oxydation, la coagulation-floculation, l'adsorption, l'ozonation, l'évaporation et l'infiltration dans le sol. Les traitements physico-chimiques sont souvent utilisés en combinaison avec des techniques biologiques pour améliorer l'efficacité du traitement et réduire les coûts.

Cependant, ces techniques peuvent être coûteuses et nécessitent souvent une surveillance et une maintenance régulières pour maintenir leur efficacité.

En conclusion, les eaux de lixiviat sont une préoccupation environnementale importante en raison de leur composition complexe et de leur potentiel de contamination de l'environnement.

Il convient également de mentionner la valorisation du biogaz dans le contexte du traitement des eaux de lixiviat. Le lixiviat est souvent généré à partir de décharges ou de sites de traitement des déchets organiques, où la décomposition des matières organiques produit du biogaz contenant principalement du méthane. Ce biogaz peut être capturé et utilisé comme source d'énergie renouvelable, contribuant ainsi à la réduction des émissions de gaz à effet de serre et à la durabilité environnementale.

Les problématiques liées aux eaux de lixiviat sont multiples, notamment leur toxicité, leur potentiel de contamination des eaux souterraines et leur impact sur la santé humaine et la vie aquatique. Le traitement des eaux de lixiviat nécessite des techniques spécifiques et des investissements importants pour avoir une élimination sûre et efficace de ces effluents.

Notre travail consiste à faire une étude comparative entre deux types de traitement des eaux de lixiviat :

-Type 1 : membranes bio réactif + nanofiltration

-Type 2 : l'osmose inverse

Les sites de ces deux études ont eu lieu :

-Centre d'enfouissement technique de Hamici

- Centre d'enfouissement technique de Oulad Fayat

Notre travail est structuré comme suit :

- Chapitre 1 : **Problématiques et caractéristiques des eaux de lixiviat**

- Chapitre 2 : **Différents procédés de traitement de lixiviat**

- Chapitre 3 : **Spécification physico-chimique des eaux de lixiviat de CET HAMICI**

- Chapitre 4 : **Prédimensionnement du cet de Oulad Fayat**

- Chapitre 5 : **Etude comparative de traitement de lixiviat entre le procédé MBR+NF et l'osmose inverse**

- Conclusion générale

Chapitre I

Problématique et caractéristiques des eaux de lixiviat

Chapitre I : Problématique et caractéristiques des eaux de lixiviat

I-1-Définition :

Le lixiviat est défini comme étant l'eau qui percole à travers les déchets en se chargeant bactériologiquement et chimiquement de substances minérales et organiques. La genèse du lixiviat est donc la conséquence de l'infiltration dans la masse de déchets d'eaux de pluie, d'eaux de ruissellement, d'eaux souterraines (dans le cas où les déchets sont enfouis sous la nappe phréatique), mais elle est aussi due, en plus faible partie, à la présence d'humidité dans les déchets au moment de leur enfouissement [2]. Les principaux paramètres influençant la composition du lixiviat sont : la composition des déchets enfouis, leur degré de décomposition, leur taux d'humidité, leur température, le taux d'infiltration de l'eau dans les déchets, les conditions climatiques et l'âge de la décharge [3].

I-2-Types de lixiviats :

Suivant le stade d'évolution biologique des déchets, trois types des lixiviats ont été distingués :

I-2-1- Les lixiviats jeunes (< 5 ans) :

Ces lixiviats se caractérisent par une charge organique élevée [4], relativement biodégradable (seuil de biodégradabilité $DBO_5/DCO > 0,5$) constitués, principalement, d'acides gras volatils, une demande biochimie en oxygène (DBO) élevée (4000 à 13000 mg/L), une demande chimique en oxygène (DCO) de l'ordre de (30 000 – 60 000 mg/L) et une forte teneur en azote ammoniacal (500 - 2000 mg/L). Ces lixiviats peuvent être chargés en métaux (jusqu'à 2 g/L) du fait de leur pH relativement bas (< 6,5). Ils correspondent aux premières phases non méthanogènes de l'évolution d'une décharge [5].

I-2-2- Les lixiviats intermédiaires (5 à 10 ans) :

Au fur et à mesure que la décharge vieillit et que les déchets se stabilisent, la charge organique diminue et les acides gras volatils se raréfient au profit de composés à hauts poids moléculaires. L'émergence de ces composés tend à diminuer la biodégradabilité du lixiviat (DBO_5/DCO entre 0,1 à 0,5). 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.

I-2-3- Les lixiviats stabilisés (> 10 ans) :

Ils sont caractérisés par une faible charge organique et par la présence de composés à haut poids moléculaire (composés réfractaires tels que les substances humiques et composés de type fulviques). Une forte teneur en azote ammoniacal (3000 – 5000 mg/L) et un faible ratio de biodégradabilité $DBO_5/DCO < 0,1$ [5]. Ces lixiviats sont aussi caractérisés par un pH >7,5. Ils correspondent à la phase de maturation de la décharge.

Le tableau (I-01) : les principales caractéristiques des différents types de Lixiviats.

Tableau I-01 : Caractéristiques principales des différents types des lixiviats [5]

Types de lixiviats	Age de la décharge	PH	DCO (g/L)	DBO ₅ /DCO (Biodégradabilité)
Lixiviats jeunes	< 5ans	<6,5	10 à 20	> 0,5 bonne
Lixiviats intermédiaires	5 à 10 ans	6,5 à 7,5	5 à 10	0,1 à 0,5 assez faible
Lixiviats stabilisés	>10 ans	>7,5	<5	< 0,1 très faible

I-3-Les principaux groupes de polluants caractérisant le lixiviat :

Les principaux polluants rencontrés dans les lixiviats sont d'origines physico-chimiques et biologiques, ils sont énumérés ci-dessous :

- Acides gras :

Les acides gras sont d'importants constituants du monde animal et végétal. Ils se répartissent en grandes familles selon le nombre de double liaisons éthyléniques qu'ils possèdent : les acides gras saturés (aucune double liaison) ramifiés ou non, mono insaturés (une seule double liaison) et polyinsaturés (au moins deux doubles liaisons).

- Composés ligno-cellulosiques :

Les composés ligno-cellulosiques (cellulose, hémicelluloses et lignine) retrouvés en décharge sont principalement dus aux 12% de déchets verts (bois, herbes, feuilles) et aux 25% de papiers, cartons et journaux entreposés. Leur présence est un très bon indicateur du règne végétal.

- Les phénols :

Les phénols sont principalement utilisés en tant qu'intermédiaires :

- Dans l'industrie des matières plastiques (résines phénoliques, bisphénol A...).

- Pour la fabrication de plastifiants, d'adhésifs, de durcisseurs, de dissolvants et d'isolants.

Ils sont également utilisés dans une moindre mesure en tant que composant dans les cosmétiques et les médicaments. Les phénols ont été identifiés dans plusieurs lixiviats.

- Les pesticides :

Les pesticides sont utilisés en quantité considérable depuis plus d'un demi-siècle par l'agriculture intensive. On retrouve des résidus de pesticides partout même dans les lixiviats comme le lindane, le bentazone, le 2,6- dichlorobenzamide, l'atrazine...etc.

- Les métaux lourds :

Plusieurs métaux lourds ont été identifiés dans les lixiviats à de faibles concentrations comme le Mg, Fe, As, Cd, Cr, Co, Cu, Pb, Ni et le Zn. Les métaux lourds existants dans les déchets migrent pendant plusieurs années dans les décharges.

-Pollution d'origine bactérienne :

Les bactéries servent de nourriture à de nombreux organismes. Elles favorisent la fixation d'algues ou de larves sur certains substrats et permettent également la dégradation de certains polluants.

Ces contaminants bactériens peuvent être véhiculés à l'homme par les eaux. Les lixiviats sont très chargés en coliformes, bactéries pathogènes, virus et parasites.

- Composés associés aux matières plastiques :

Les matières plastiques se définissent comme le mélange d'un polymère (ou résine) et de divers additifs donnant un produit fini. Les déchets ménagers se composent d'environ 11% de matières plastiques particulièrement réfractaires à la dégradation en décharge [7].

- Les plastifiants :

Les plastifiants sont des esters organiques ajoutés aux polymères afin d'accroître la flexibilité et la robustesse du produit final par une modification interne de la molécule du polymère. Les principaux plastifiants utilisés sont les esters d'acides dicarboxyliques de haut point d'ébullition appelés "*phtalates*". Parmi les phtalates qui sont largement utilisés dans les industries de plastique on cite :

- Le débutylphtalate (DBP)
- Le butylbenzylphtalate (BBP)
- Le di-(2-éthylhexyle) phtalate (DEHP)

- Les stabilisants :

Les stabilisants sont des additifs introduits dans les matières plastiques, ils assurent une protection contre l'altération des matériaux provoquée par la chaleur, l'oxydation ou les rayonnements solaires.

Lors de la mise en forme, de l'entreposage ou du vieillissement, la plupart des polymères subissent une certaine dégradation que les antioxydants peuvent empêcher ou retarder. Le principal stabilisant qu'on trouve dans les lixiviats est le bisphénol A .

I-4-Impact des lixiviats sur l'environnement

L'infiltration et/ou le rejet de lixiviats non-traités entraîne des perturbations physiques et chimiques des milieux récepteurs qui se traduisent par une détérioration de la qualité des eaux. Les lixiviats sont la source polluante majeure des décharges sur les eaux alentour, et suivant leur toxicité et leur dilution, les modifications du milieu environnant ne seront pas les mêmes. Des fuites de lixiviats chargés en polluants et substances toxiques peuvent donc se produire dans l'environnement autour du site de la décharge, mettant en danger les végétaux, les animaux qui les ingèrent et, au sommet de la chaîne alimentaire, l'homme. L'homme est plus directement touché lorsque la décharge se situe à proximité d'une nappe phréatique alimentant la population en eau potable.

La contamination peut avoir lieu par infiltration directe dans le substratum et polluer les nappes phréatiques, où par rejet des effluents, traités ou non, dans le réseau hydrographique de surface et le détériorer.

Les effets de ces deux types de contamination pouvant interagir entre elles sont :

- d'une part, pour les eaux souterraines, un problème d'alimentation en eau potable par pollution des captages d'eau si ceux-ci sont hydro-géologiquement accessibles ;
- d'autre part, pour le réseau hydrographique superficiel, une détérioration des écosystèmes aquatiques, en particulier liée au problème d'eutrophisation qui menacera vie créatures aquatiques par asphyxie, et également l'alimentation en eau potable.

Les pollutions engendrées par les décharges, et leurs impacts sanitaires et environnementaux sont difficiles à déterminer avec certitude car ils sont diffus dans le temps et dans l'espace. Plusieurs polluants interagissent dans des milieux naturels différents (air, sol, eaux etc.) sur le long terme. Les liens de causalité entre les pollutions liées aux décharges et des maladies ou des modifications significatives de l'environnement sont donc particulièrement difficiles à établir.

Chapitre II

Différents procédés du traitement de lixiviat

ChapitreII : différents procédés de traitement de lixiviat

I-Procédés de traitement des eaux de lixiviat :

Il existe plusieurs procédés de traitement des eaux de lixiviat, qui peuvent être classés en trois catégories principales : physiques, chimiques et biologiques.

I-1- Procédés physiques : ces procédés utilisent des forces physiques pour éliminer les contaminants du lixiviat. Les exemples incluent la filtration, la séparation par membranes, la coagulation/floculation et l'adsorption.

I-2- Procédés chimiques : ces procédés utilisent des réactions chimiques pour décomposer les contaminants du lixiviat. Les exemples incluent l'oxydation avancée, la précipitation chimique et l'échange d'ions.

I-3-Procédés biologiques : ces procédés utilisent des microorganismes pour décomposer les contaminants du lixiviat. Les exemples incluent la digestion anaérobie, la digestion aérobie, la nitrification/dénitrification et la bio augmentation.

II-La séparation par membranes :

La séparation membranaire est une méthode de traitement qui utilise des membranes pour séparer les particules solides et les substances dissoutes dans l'eau. Cette technique est largement utilisée pour le traitement de l'eau potable, des eaux usées, des eaux de processus industriels et des eaux de lixiviat, [développées à la fin des années 1960, les techniques membranaires ont connu une croissance rapide et soutenue en raison notamment de la multiplication des domaines d'application et de l'émergence des besoins de protection de l'environnement (dépollution des effluents, procédés propres, etc.).] **[6]**

Le processus de séparation membranaire se fait en pompant l'eau à travers une membrane semi-perméable qui retient les particules solides et les contaminants dissous. Les membranes peuvent être de différents types, y compris les membranes d'ultrafiltration, de nanofiltration et d'osmose inverse.

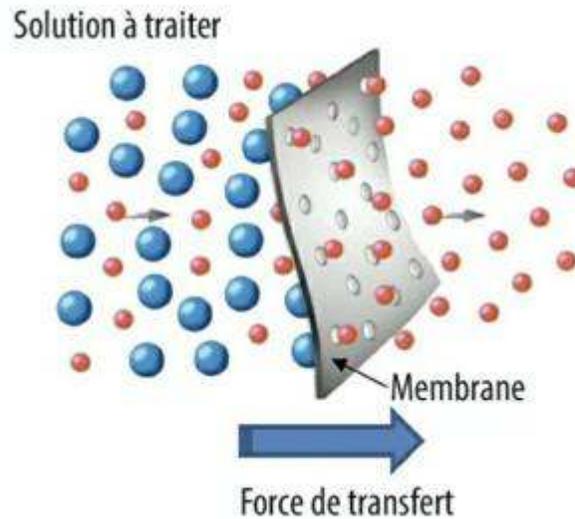


Figure II-01: Schéma de principe de fonctionnement d'une membrane.

II-1- L'ultrafiltration : cette technique utilise des membranes avec une taille de pores comprise entre 0,001 et 0,1 microns pour éliminer les bactéries, les virus, les colloïdes, les matières organiques et les particules solides en suspension dans l'eau. Cette technique est souvent utilisée pour le traitement de l'eau potable, le traitement des eaux usées et le traitement des eaux de processus industriels.

II-2- La nanofiltration : La nanofiltration est une technique de séparation membranaire qui utilise des membranes semi-perméables avec des pores de taille intermédiaire, généralement de l'ordre de 0,001 à 0,01 microns. Cette technique permet de séparer les particules solides, les matières organiques et les ions dissous dans l'eau en fonction de leur taille et de leur charge électrique.

Les membranes de nanofiltration sont souvent utilisées pour le traitement de l'eau potable, la désinfection de l'eau, la récupération de métaux et le traitement des eaux de processus industriels. Les avantages de la nanofiltration incluent une consommation d'énergie relativement faible par rapport à l'osmose inverse et une capacité à éliminer les ions multivalents tels que le calcium, le magnésium et les métaux lourds.

La nanofiltration est également utile pour éliminer les matières organiques dissoutes dans l'eau, ce qui peut être difficile à réaliser avec d'autres techniques de séparation membranaire. Cependant, la nanofiltration ne permet pas d'éliminer les virus et les bactéries de l'eau, ce qui peut nécessiter l'utilisation de techniques de désinfection supplémentaires.

Enfin, comme pour toutes les techniques de séparation membranaire, la nanofiltration nécessite un entretien régulier pour éviter l'encrassement et le colmatage des membranes, qui peut réduire l'efficacité du traitement et augmenter les coûts d'exploitation.

II-3- L'osmose inverse : l'osmose inverse (OI) est une technique de séparation utilisant des membranes denses. La séparation des solutés ne se fait donc plus sur la base de leur taille mais plutôt en fonction de leur affinité vis-à-vis de la phase membranaire. Le transfert de matière en osmose inverse est généralement décrit par le modèle de dissolution-diffusion (Brun, 1989). Cela suggère que le taux de transfert de soluté à travers la membrane d'osmose inverse est le résultat d'un processus dans lequel le soluté se dissout dans la phase membranaire puis se diffuse à travers la membrane pour participer à la barrière de perméation. Les pressions transmembranaires requises en OI sont élevées (de quelques dizaines à une centaine de bars).

L'OI permet de filtrer des solutions contenant des espèces de très faible masse molaire et elle est généralement utilisée lorsqu'une rétention totale des solutés est souhaitée. Les principales applications industrielles de l'OI sont le dessalement d'eau de mer et des eaux saumâtres [7], l'élimination de pesticides et d'herbicides, ou encore la production d'eau ultra-pure.

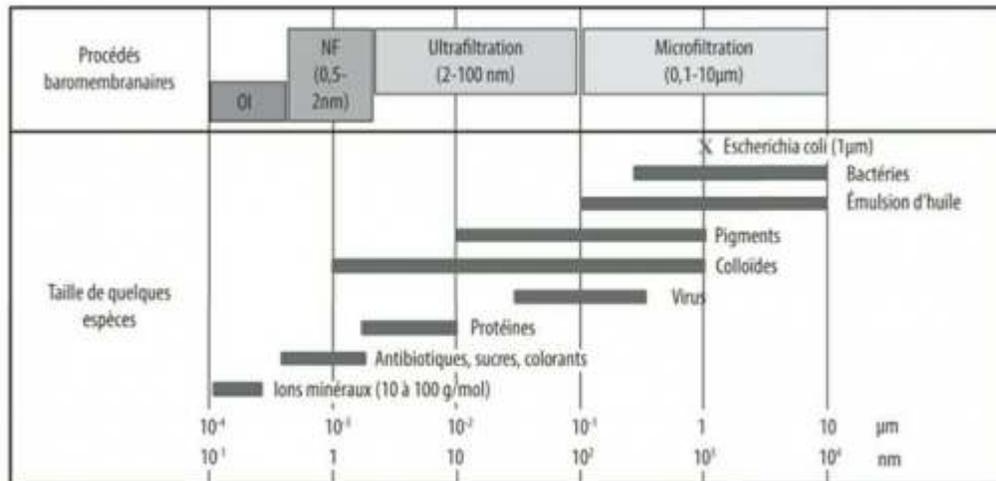


Figure II-02: Classement des procédés Baro membranaires en fonction de la taille des espèces retenues

L'avantage de la séparation membranaire est qu'elle permet d'obtenir une qualité d'eau élevée avec une efficacité de traitement élevée et une consommation d'énergie relativement faible par rapport à d'autres techniques de traitement de l'eau. Cependant, la maintenance des membranes peut être coûteuse et les membranes peuvent se boucher ou se détériorer avec le temps, ce qui peut affecter l'efficacité du traitement.

Chapitre III

Spécification physico-chimique des eaux de lixiviat de CET HAMICI(w.Alger)

Chapitre III : Spécification physico-chimique des eaux de lixiviat du CET du HAMICI

I-Introduction :

L'applicabilité technique et les performances de traitement des techniques physico-chimiques (individuelles et/ou combinées) pour les lixiviats de décharge sont passées en revue. Un accent particulier est mis sur la coagulation-floculation, la précipitation chimique, la filtration membranaire et l'adsorption. Les avantages et les limites des différentes techniques sont évalués. Leurs conditions opératoires telles que le pH, la dose requise, les caractéristiques du lixiviat en termes de demande chimique en oxygène (DCO) et de concentration en NH₃-N et l'efficacité du traitement sont comparées. Il ressort de l'étude de 118 articles (1983-2005) qu'aucune des techniques physico-chimiques individuelles n'est universellement applicable ou hautement efficace pour l'élimination des composés récalcitrants du lixiviat stabilisé. Parmi les traitements passés en revue dans cet article, l'adsorption, la filtration membranaire et la précipitation chimique sont les plus fréquemment appliquées et étudiées dans le monde. L'adsorption sur charbon actif et la nanofiltration sont efficaces pour éliminer plus de 95 % de la DCO avec des concentrations de DCO allant de 5 690 à 17 000 mg/L. Une élimination d'environ 98 % du NH₃-N avec une concentration initiale allant de 3 260 à 5 618 mg/L a été obtenue en utilisant la précipitation de la struvite. Une combinaison de traitements physico-chimiques et biologiques a démontré son efficacité pour le traitement des lixiviats stabilisés. L'élimination presque complète de la DCO et du NH₃-N a été réalisée par une combinaison d'osmose inverse (RO) et d'une couverture de boues anaérobies à flux ascendant (UASB) avec une concentration initiale de DCO de 35 000 mg/L et une concentration de NH₃-N de 1 600 mg/L et/ou RO et boues activées avec une concentration initiale en DCO de 6440 mg/L et une concentration en NH₃-N de 1153 mg/L. Il est important de noter que la sélection de la méthode de traitement la plus appropriée pour le lixiviat de décharge dépend des caractéristiques du lixiviat de décharge, de l'applicabilité et des contraintes techniques, des alternatives de rejet des effluents, de la rentabilité, des exigences réglementaires et de l'impact environnemental.[8]

II-Qualité de l'effluent traité en Algérie :

Le journal officiel de la république algérienne est une source d'information importante pour les professionnels, les chercheurs et les décideurs politiques. Il fournit des informations sur les politiques, les programmes et les initiatives du ministère de l'Environnement, ainsi que sur les dernières recherches et développements dans plusieurs domaines. Et il concerne aussi les spécifications physico-chimiques, ce journal peut fournir des informations sur les normes environnementales et les réglementations gouvernementales en vigueur pour le traitement des eaux usées, des déchets et des émissions atmosphériques.

II-1-Normes du rejet dans l'assainissement :

D'après le journal officiel de la république algérienne n36 21juin2009 page 18 les spécifications du rejet destine à l'assainissement sont :

18	JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 36	27 Jomada Ethania 1430 21 juin 2009																																																													
<p>Art 10. — L'autorisation de déversement des eaux usées autres que domestiques est retirée dans les cas suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> — non-respect des obligations et prescriptions fixées par la décision autorisant le déversement ; — lorsqu'il est fait obstacle à l'accomplissement des contrôles opérés dans les conditions fixées par le présent décret ; — cessation d'activité de l'établissement au titre de laquelle l'autorisation de déversement a été octroyée. <p style="text-align: center;">CHAPITRE II CONTROLES</p> <p>Art 11. — Des prélèvements d'échantillons aux fins d'analyse peuvent être effectués à tout moment dans le regard de branchement de l'établissement par les représentants de l'administration de wilaya chargée des ressources en eau afin de vérifier si les caractéristiques des eaux usées déversées dans le réseau public d'assainissement ou dans la station d'épuration sont conformes aux valeurs maximales fixées par le présent décret.</p> <p>Art 12. — Lorsque les résultats d'analyse montrent que les eaux usées ne sont pas en conformité avec les valeurs fixées dans la décision d'autorisation, l'administration de wilaya chargée des ressources en eau met en demeure le propriétaire de l'établissement de prendre, dans le délai qu'elle lui aura fixé, l'ensemble des mesures et actions à même de rendre le déversement conforme aux prescriptions de l'autorisation.</p> <p>Art 13. — A l'expiration du délai fixé par la mise en demeure indiquée à l'article 12 ci-dessus, et faute par le propriétaire de l'établissement de se conformer à la mise en demeure, les administrations de wilaya chargées des ressources en eau et de l'environnement doivent procéder à la fermeture de l'établissement jusqu'à exécution des mesures prescrites, et ce, sans préjudice des poursuites judiciaires prévues par la législation en vigueur.</p> <p>Art 14. — Les analyses d'échantillons d'eaux usées autres que domestiques prévues à l'article 11 ci-dessus sont effectuées par des laboratoires agréés par le ministre chargé des ressources en eau.</p> <p style="text-align: center;">CHAPITRE III DISPOSITIONS FINALES</p> <p>Art 15. — Les installations de prétraitement existantes doivent être mises en conformité avec les prescriptions du présent décret dans un délai n'excédant pas un (1) an après la date de publication du présent décret au <i>Journal officiel</i>.</p> <p>Art 16. — Le présent décret sera publié au <i>Journal officiel</i> de la République algérienne démocratique et populaire.</p> <p>Fait à Alger, le 17 Jomada Ethania 1430 correspondant au 11 juin 2009.</p> <p style="text-align: right;">Ahmed OUYAHIA.</p>	<p style="text-align: center;">ANNEXE: Décret exécutif n° 09-209</p> <p style="text-align: center;">Valeurs limites maximales de la teneur en substances nocives des eaux usées autres que domestiques au moment de leur déversement dans un réseau public d'assainissement ou dans une station d'épuration</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">PARAMETRES</th> <th style="text-align: center;">VALEURS LIMITES MAXIMALES (mg/l)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Azote global</td> <td style="text-align: center;">150</td> </tr> <tr> <td>Aluminium</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td>Argent</td> <td style="text-align: center;">0,1</td> </tr> <tr> <td>Arsenic</td> <td style="text-align: center;">0,1</td> </tr> <tr> <td>Bérylium</td> <td style="text-align: center;">0,05</td> </tr> <tr> <td>Cadmium</td> <td style="text-align: center;">0,1</td> </tr> <tr> <td>Chlore</td> <td style="text-align: center;">3</td> </tr> <tr> <td>Chrome trivalent</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td>Chrome hexavalent</td> <td style="text-align: center;">0,1</td> </tr> <tr> <td>Chromates</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td>Cuivre</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td>Cobalt</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td>Cyanure</td> <td style="text-align: center;">0,1</td> </tr> <tr> <td>Demande biochimique en oxygène (DBO5)</td> <td style="text-align: center;">500</td> </tr> <tr> <td>Demande chimique en oxygène (DCO)</td> <td style="text-align: center;">1000</td> </tr> <tr> <td>Etain</td> <td style="text-align: center;">0,1</td> </tr> <tr> <td>Fer</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td>Fluorures</td> <td style="text-align: center;">10</td> </tr> <tr> <td>Hydrocarbures totaux</td> <td style="text-align: center;">10</td> </tr> <tr> <td>Matières en suspension</td> <td style="text-align: center;">600</td> </tr> <tr> <td>Magnésium</td> <td style="text-align: center;">300</td> </tr> <tr> <td>Mercurure</td> <td style="text-align: center;">0,01</td> </tr> <tr> <td>Nickel</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td>Nitrites</td> <td style="text-align: center;">0,1</td> </tr> <tr> <td>Phosphore total</td> <td style="text-align: center;">50</td> </tr> <tr> <td>Phénol</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td>Plomb</td> <td style="text-align: center;">0,5</td> </tr> <tr> <td>Sulfures</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td>Sulfates</td> <td style="text-align: center;">400</td> </tr> <tr> <td>Zinc et composés</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> </tbody> </table> <p>* Température : inférieure ou égale à 30° C * PH : compris entre 5,5 et 8,5</p>	PARAMETRES	VALEURS LIMITES MAXIMALES (mg/l)	Azote global	150	Aluminium	5	Argent	0,1	Arsenic	0,1	Bérylium	0,05	Cadmium	0,1	Chlore	3	Chrome trivalent	2	Chrome hexavalent	0,1	Chromates	2	Cuivre	1	Cobalt	2	Cyanure	0,1	Demande biochimique en oxygène (DBO5)	500	Demande chimique en oxygène (DCO)	1000	Etain	0,1	Fer	1	Fluorures	10	Hydrocarbures totaux	10	Matières en suspension	600	Magnésium	300	Mercurure	0,01	Nickel	2	Nitrites	0,1	Phosphore total	50	Phénol	1	Plomb	0,5	Sulfures	1	Sulfates	400	Zinc et composés	2
PARAMETRES	VALEURS LIMITES MAXIMALES (mg/l)																																																														
Azote global	150																																																														
Aluminium	5																																																														
Argent	0,1																																																														
Arsenic	0,1																																																														
Bérylium	0,05																																																														
Cadmium	0,1																																																														
Chlore	3																																																														
Chrome trivalent	2																																																														
Chrome hexavalent	0,1																																																														
Chromates	2																																																														
Cuivre	1																																																														
Cobalt	2																																																														
Cyanure	0,1																																																														
Demande biochimique en oxygène (DBO5)	500																																																														
Demande chimique en oxygène (DCO)	1000																																																														
Etain	0,1																																																														
Fer	1																																																														
Fluorures	10																																																														
Hydrocarbures totaux	10																																																														
Matières en suspension	600																																																														
Magnésium	300																																																														
Mercurure	0,01																																																														
Nickel	2																																																														
Nitrites	0,1																																																														
Phosphore total	50																																																														
Phénol	1																																																														
Plomb	0,5																																																														
Sulfures	1																																																														
Sulfates	400																																																														
Zinc et composés	2																																																														

Figure III-01 : Normes du rejet dans l'assainissement

II-2-Normes du rejet dans le milieu Natural :

D'après le journal officiel de la république algérienne N°26 23avril2006 page 5 les spécifications physico-chimiques du milieu naturel est :

ANNEXE I: Décret exécutif n° 06-141

VALEURS LIMITES DES PARAMETRES DE REJETS D'EFFLUENTS LIQUIDES INDUSTRIELS

N°	PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCES AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
1	Température	°C	30	30
2	PH	-	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5
3	MES	mg/l	35	40
4	Azote Kjeldahl	"	30	40
5	Phosphore total	"	10	15
6	DCO	"	120	130
7	DBO ₅	"	35	40
8	Aluminium	"	3	5
9	Substances toxiques bioaccumulables	"	0,005	0,01
10	Cyanures	"	0,1	0,15
11	Fluor et composés	"	15	20
12	Indice de phénols	"	0,3	0,5
13	Hydrocarbures totaux	"	10	15
14	Huiles et graisses	"	20	30
15	Cadmium	"	0,2	0,25
16	Cuivre total	"	0,5	1
17	Mercure total	"	0,01	0,05
18	Plomb total	"	0,5	0,75
19	Chrome Total	"	0,5	0,75
20	Etain total	"	2	2,5
21	Manganèse	"	1	1,5
22	Nickel total	"	0,5	0,75
23	Zinc total	"	3	5
24	Fer	"	3	5
25	Composés organiques chlorés	"	5	7

PH : Potentiel d'hydrogène
 DBO₅ : Demande biologique en oxygène pour une période de cinq (5) jours
 DCO : Demande chimique en oxygène
 MES : Matière en suspension

TableauIII-01 :Normes du rejet dans le milieu Natural

III- Présentation du centre d'enfouissement technique HAMICI :

III-1-Définition d'un centre d'enfouissement technique (CET) :

Les centres d'enfouissements techniques sont définis comme un site dans lequel sont enfouis différents déchets pour éviter les risques de pollution et protéger l'environnement : paysages ...etc.

III-2- Localisation du centre d'enfouissement technique de HAMICI :

Implanté dans la commune de Mahelma à l'ouest d'Alger sur une surface globale de 95 hectares, le centre d'enfouissement technique (CET) de Hamici est un 10 millions des déchets ménagers et assimilés provenant des 34 communes de la wilaya d'Alger pour une population avoisinant le 1,5 million d'habitants.



FigureIII-02 : Plan d'accès au CET de HAMICI.

III-3- Description du projet :

Superficie du site : 240 000 m²

Capacité totale des casiers : 3.500.000 m³ et 2.500.000 m³

Capacité de la station de traitement des lixiviats : 400m³/j

Quantité annuelle des déchets à fournir : 1.387.000 m³

Communes concernés par le projet : 54 communes de la wilaya d'Alger

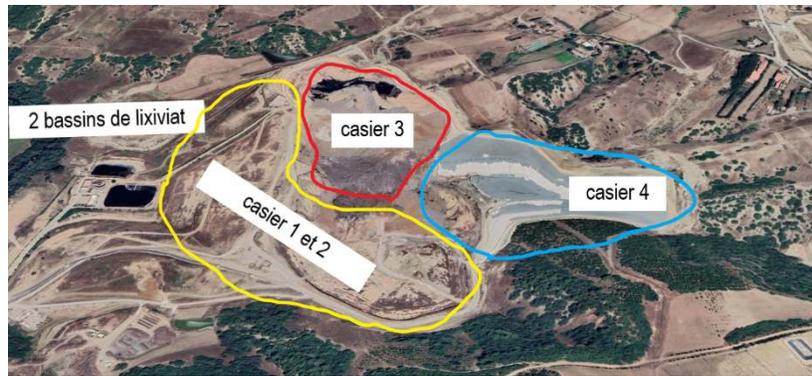


Figure III-03: Vue satellitaire du CET

III-4-Stockage du lixiviat :

Les lixiviats sont stockés dans des bassins aménagés spécialement par géomembranes



Figure III-04: Les bassins du lixiviat



FigureIII-05:Bassin du lixiviat

IV-les analyses du lixiviat avant traitement :

L'analyse des lixiviats est une étape importante dans la gestion des déchets. Le lixiviat est l'eau qui a dissous des substances potentiellement dangereuses au contact des déchets solides. L'analyse des lixiviats mesure la présence de contaminants dans l'eau et assure le respect des normes environnementales. Les tests de lixiviat comprennent des tests pour déterminer la présence de métaux lourds, de produits chimiques organiques, de bactéries et d'autres contaminants. Les résultats d'analyse peuvent être utilisés pour prendre des décisions en matière de gestion des déchets afin de protéger la santé publique et l'environnement. L'analyse des lixiviats est généralement effectuée par des laboratoires spécialisés utilisant des méthodes normalisées pour mesurer les contaminants. Les résultats d'analyse sont interprétés par des professionnels de l'environnement qui peuvent recommander des mesures pour réduire la présence de contaminants dans l'eau. En résumé, l'analyse des lixiviats est une étape importante dans la gestion des déchets et la protection de l'environnement et de la santé publique. Les résultats de l'analyse vous permettent de prendre des décisions éclairées en matière de gestion des déchets et de vous assurer que les normes environnementales sont respectées.

RAPPORT

N°138-2019/ 19.170 /ANA/ENV/AUI

VERSION 08
 PAGE 7 SUR 8

IV - RESULTATS DES ANALYSES

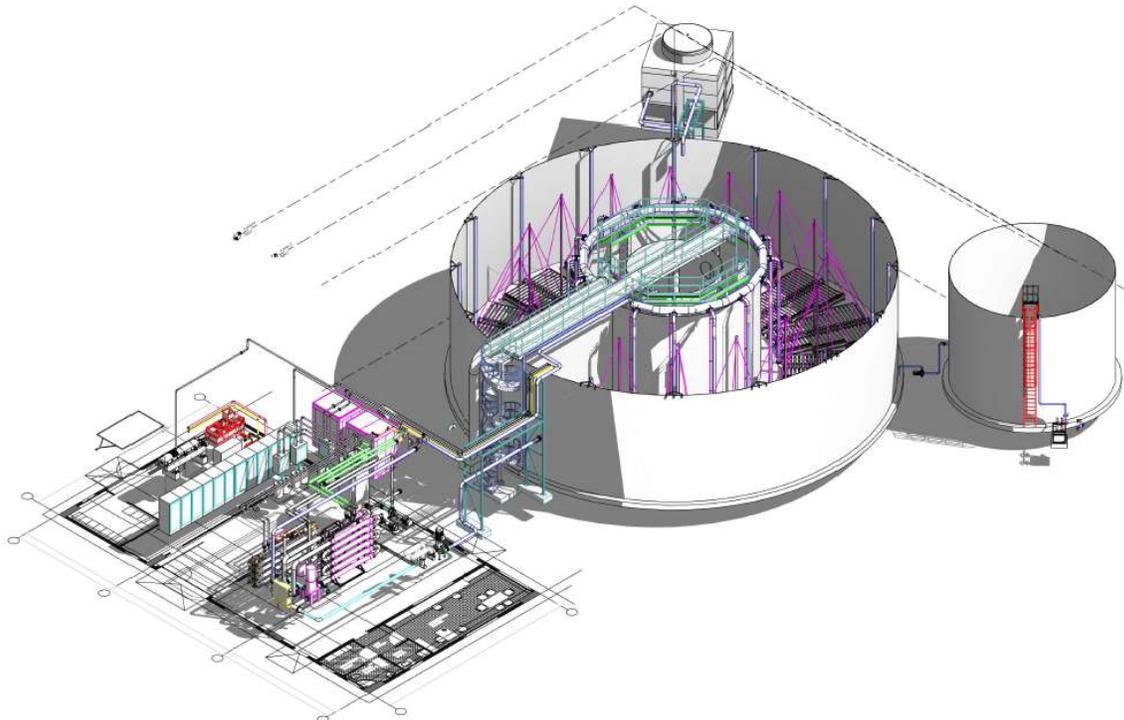
Sample Code			Ech. 101U
N°	Parameter	Unit	CET HAMICI
1	Hydrogen Potential (pH)	-	8.4
2	Bicarbonates (HCO ₃ ⁻)	mg/l	13621
3	COD mg/l	mg/l	9700
4	BDO5 mg/l	mg/l	5650
5	TOC mg/l	mg/l	854.1
6	Conductivity	ms/cm	29.9
7	Total amount of dissolved solids in the water (TDS)	g/l	20.30
8	Ammonium (NH ₄ ⁺)	mg/l	0.38
9	Sulfates (SO ₄ ²⁻)	mg/l	1098
10	Calcium (Ca ²⁺)	mg/l	90
11	Magnesium (Mg ²⁺)	mg/l	47
12	Suspended Matter	mg/l	680
13	Chromium VI (Cr ⁺⁶)	mg/l	0.765
14	Nitrate (NO ₃)	mg/l	125.56
15	Nitrogen Total	mg/l	128.94
16	Chlorides (Cl)	mg/l	1311.910
17	Sodium (Na)	mg/l	2966.0
18	Potassium (K)	mg/l	2771.0
19	Iron	mg/l	3.550
20	Zinc (Zn)	mg/l	0.300
21	Strontium (Sr)	mg/l	0.495
22	Copper	mg/l	0.092
23	Lead, plumb (Pb)	mg/l	0.343
24	Total Chromium (Cr)	mg/l	1.000

TableauIII-02 :Les analyses des eaux de lixiviat de HAMICI avant leur traitement

Selon ces analyses on peut distinguer des grandes valeurs ce qui concernent la demande chimique en oxygène et la demande biologique en oxygène, aussi

- Haut DQO et DBO5, et décompensation dans la relation DQO/DBO5 (signal de l'existence d'une fraction importante non biodégradable).
- Haute concentration d'azote, fondamentalement en forme d'ammonium (NH_4^+).
- Haut salinité et conductivité (90%) dérivées de la présence de Cl^- .
- Hautes concentrations de composés organiques halogénés (AOX).
- Présence d'inhibiteurs : Principalement des traces d'un grand nombre des métaux lourdes.
- Quantités élevées de détergents, sels dissous, et agents incrustantes (fer, calcium, et magnésium).
- Ph très bas et phosphore déficient.

V-Description d'installation :



FigureIII-06 :L'installation duCET

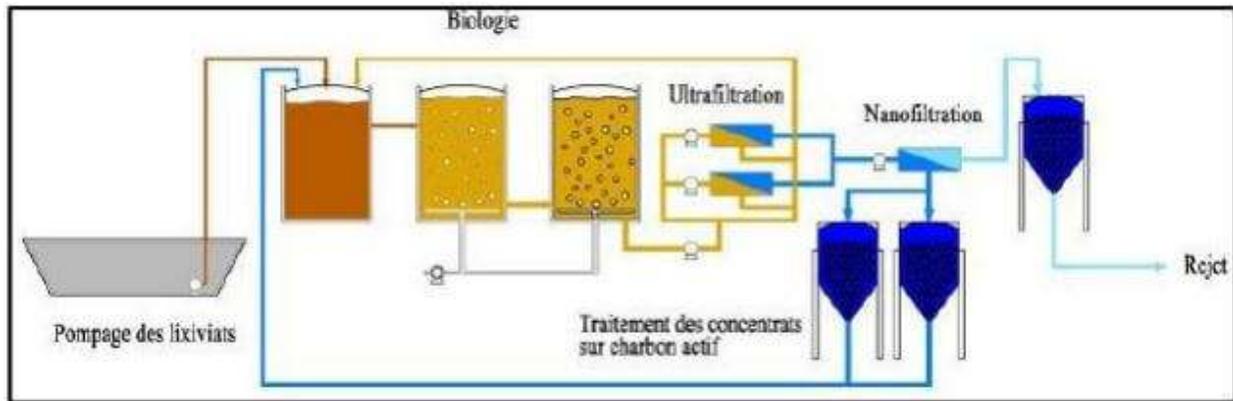


Figure III-07:L'installation MBR+NF

VI-Les étapes du traitement :

VI-1-Homogénéisation :

Cette étape sert à mélanger le lixiviat pour qu'il ne s'accumule pas au fond

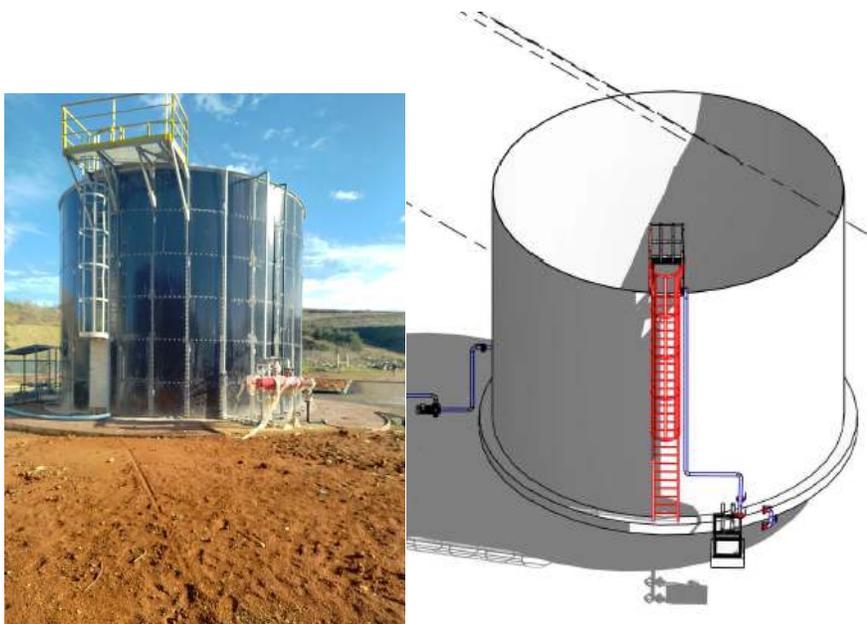


Figure III-08:Cuve d'homogénéisation

-Equipements :

- Mélangeurs pour cuve d'homogénéisation
- Pompe d'alimentation Homogénéisation

-Agitateur

Agitateur à entraînement direct pour le mélange de liquide et de boue contenant des fibres et des solides quand est exigée une très forte poussée par rapport à la puissance consommée. L'agitateur est conçu pour être entièrement immergé dans le liquide pendant l'utilisation.



Figure III-09: Mélangeur

VI-2-Traitement biologique :

L'objectif principal de l'épuration biologique (épuration secondaire) est d'éliminer au maximum les polluants biodégradables et non décantables contenus dans les eaux usées. D'une masse bactérienne active en présence d'oxygène.

La masse bactérienne va se nourrir de matière organique (qui contient de l'hydrogène H, du carbone C, de l'azote N, de l'oxygène O et du phosphore P) et la consommer pour :

- Extraire l'énergie et les éléments nécessaires à leur développement (anabolisme),
- Synthétiser de nouvelles cellules vivantes (catabolisme).

L'épuration biologique peut être réalisée de deux manières, soit par des procédés d'épuration biologique avec culture libre, soit avec culture fixée.

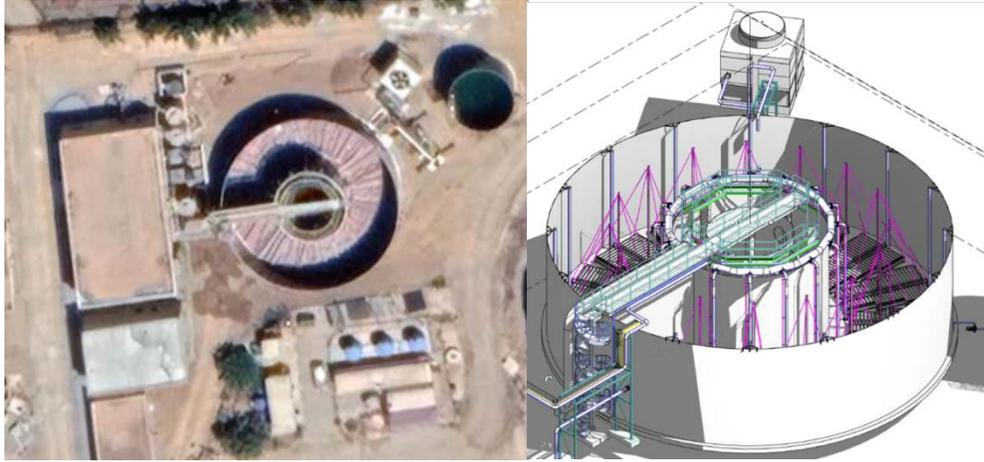


Figure III-10: Cuve de traitement biologique

-EQUIPMENT DE CETTE ETAPE:

1-Pompe d'alimentation MBR :

2-Mélangeurs pour cuve de dénitrification :

Systèmes de cassettes de diffusion rétractables (réservoir de nitrification) :

Agitateur submersible rapide à entraînement direct pour mélanger les boues pouvant contenir des fibres et des solides en générant une poussée hydraulique efficace dans tout le volume du bassin, ceci quel que soit sa forme.



Figure III-11: Cuve de dénitrification + agitateur

-Système d'aération :

Système d'aération à injection d'air :

Les diffuseurs fonctionnent avec une efficacité de transfert d'oxygène plus élevée, une diversité de membrane unique et un corps solide avec une structure différente et une capacité d'air plus élevée que les autres diffuseurs.



Figure III-12 : Système d'aération

-Suppresseur d'air :

Pour le transfert d'air et de gaz neutres, le surpresseur à pistons rotatifs d'air type GM procure un débit volumique aspiré variant entre 30 et 65.000 m³/h avec une pression eff. Maximale en vide de 1000 mbar et une pression eff. Maximale en pression de 500 mbar.



Figure III-13: Deux Suppresseurs d'air

-Système de refroidissement avec la Pompe de circulation du cette système :

Une tour de refroidissement par voie humide est un dispositif de rejet de chaleur qui extrait la chaleur du flux d'eau en mouvement dans l'atmosphère, réduisant ainsi considérablement la température de l'eau. Le type de rejet de chaleur dans une tour de refroidissement est appelé "évaporatif" en ce qu'il permet à une petite partie de l'eau refroidie de s'évaporer dans un flux d'air en mouvement pour fournir un refroidissement significatif au reste de ce flux d'eau



Figure III-14: Système de refroidissement

VI-3-Ultrafiltration (UF)

Sous l'effet de la pression, généralement entre 2 et 5 bars, le solvant ainsi que les solutés de faible masse molaire traversent la membrane où les plus petites particules non retenues en MF seront retenues.

Ses principales applications sont :

- Le traitement des bains de dégraissage (élimination des matières en suspensions (MES) et d'huile émulsifiée)
- La récupération de cations métalliques par ultrafiltration assistée par complexation.



FigureIII-15 : Système Ultrafiltration

1-Préfiltre

Filtre à cartouche pour éliminer les MES et les grains solides



FigureIII-16 : Filtre a cartouche

2-Pompe d'alimentation par ultrafiltration



FigureIII-17 : Pompe d'alimentation

3-Pompe de circulation à ultrafiltration



FigureIII-18 : Pompe de circulation

4-Membrane UF

X-FLOW COMPACT 27

Est une membrane d'ultrafiltration tubulaire de 8 mm très bien adaptée à la séparation des boues biologiques ou à toute autre application à haute teneur en solides (jusqu'à 40 000 mg/l de solides) dans laquelle une haute qualité d'effluent est requise. Séparant à 0,03 micron, ce filtre à membrane ne laisse passer que l'eau et les matières dissoutes, rejetant tout ce qui n'est pas dissous. Le filtrat peut soit être utilisé directement dans de nombreuses applications, soit être introduit dans un autre système de traitement (RO) pour éliminer les matières dissoutes.



Figure III-19:Membrane UF

VI-4-Nanofiltration (NF)

La nanofiltration est une technique relativement récente, située entre l'ultrafiltration et l'osmose inverse, conçue pour obtenir une séparation très spécifique des composés à faible poids moléculaire (adoucissement de l'eau) sous l'effet d'une pression transmembranaire de 5 à 25 bars. Les membranes de nanofiltration possèdent également une sélectivité spécifique vis à vis des espèces ioniques. Elles présentent une forte sélectivité entre les ions mono- et multivalents ; une rétention plus faible des ions monovalents que des ions divalents et une forte rétention globale pour les sels minéraux à faible concentration.

Ce procédé présente l'avantage d'être moins coûteux du fait qu'il est moins consommateur d'énergie comparé à l'osmose inverse avec une structure moins dense permettant d'obtenir des flux de perméation supérieurs pour des pressions inférieures.

Le perméat obtenu également par la nanofiltration est connu pour être moins polluant avec une Demande Chimique en Oxygène (DCO) plus faible.

Ses principales applications sont :

- La production d'eau potable

- L'élimination de pesticides et d'herbicides
- La déminéralisation des produits laitiers
- La purification des colorants solubles et des pigments



FigureIII-20 :Système Nanofiltration

Pompe de HP :

Pompe centrifuge verticale multicellulaire avec orifices d'aspiration et de refoulement au même niveau. Les matériaux de la pompe en contact avec le liquide sont en acier inoxydable de haute qualité (EN 1.4401)



FigureIII-21 :La pompe HP

Filtre à cartouche :

Les cartouches en polypropylène soufflé à l'état fondu à haut rendement Atlas Filtrai sont fabriquées dans une usine spécifique qui comprend la standardisation de la production avec logiciel dédié à chaque étape du processus, isolation thermique à température contrôlée, automatisation complète de toute la chaîne de production, depuis la matière première chargement jusqu'à l'emballage du produit fini.



Figure III-22 : Filtre à cartouche

Membrane utilisée :

Les Membranes peuvent être utilisées dans les gestionnaires de services publics et les opérateurs traitant de surfaces et eaux souterraines et à la recherche d'une technologie qui élimine un pourcentage élevé de précurseurs de carbone organique total (COT) et de trihalométhane (THM) tandis que ayant un passage de sel moyen à élever et un passage de dureté moyenne.



Figure III-23: Membrane NF

VI-5-Dosage des produits chimiques :

A l'aide des pompes on ajoute dans cette étape :

- les acides dans membranes NF
- anti-scalant dans les membranes de NF
- acides phosphoriques dans MBR
- anti-mousse dans MBR



Figure III-24:La chambre du dosage

VI-6-La qualité d'eau finale à la sortie du CET :

Paramètres de pollution	Exigence du contrat HAMICI CDC	Norme rejet dans l'assainissement Décret exécutif n° 09-209	Norme de rejet dans le milieu Natural Décret exécutif n° 06-141
	mg	mg/l	mg/l
DCO	500	1000	120
DBO5	250	500	35
NH4	50	Azote global : 150 (*)	Azote Kjeldahl : 30 (**)

(*) :	Azote global= Azote organique(Norg) +Azote ammoniacal (NH4-)+Azote nitrate(NO3-)+Azote nitrite (NO2-)
(**):	Azote Kjeldahl (NTK)=Azote organique(Norg) +Azote ammoniacal (NH4-)

TableauIII-03 : La qualité d'eau finale

VI-7-Conclusion

Le système membrane bio réactif (MBR) + nanofiltration est une technologie de traitement de l'eau qui combine un système de filtration membranaire avec un processus biologique pour éliminer les contaminants de l'eau.

D'après notre étude sur le centre d'enfouissement de HAMICI nous avons conclu que :

- ▶ Les membranes sont recouvertes de bactéries qui dégradent les contaminants organiques en dioxyde de carbone et en eau.
- ▶ Ce système est efficace pour éliminer les matières organiques, les nutriments et les bactéries de l'eau.
- ▶ Il est moins efficace pour éliminer les contaminants inorganiques tels que les métaux lourds.
- ▶ Les membranes sont capables de filtrer les ions et les molécules de petite taille.
- ▶ En général, les membranes de nanofiltration ont une durée de vie de 2 à 5 ans, mais cela peut varier considérablement en fonction des conditions d'utilisation.
- ▶ Ce système est efficace pour éliminer les ions tels que le sodium, le calcium et le magnésium, ainsi que les matières organiques.

Mais ce système a aussi des inconvénients :

- ▶ Coût initial élevé : Le coût initial d'installation d'un système MBR est généralement plus élevé que celui des systèmes de traitement de l'eau conventionnels en raison de la complexité de la technologie.
- ▶ Maintenance complexe : Les systèmes MBR nécessitent une maintenance régulière pour garantir leur bon fonctionnement. Cela peut être complexe en raison de la nécessité de nettoyer les membranes et de maintenir les conditions de fonctionnement appropriées.
- ▶ Risque de colmatage de la membrane : Les membranes du système MBR peuvent se colmater en raison de l'accumulation de matières organiques et de particules sur leur surface. Cela peut réduire l'efficacité du système et nécessiter un nettoyage régulier.
- ▶ Sensibilité aux produits chimiques : Les membranes du système MBR peuvent être sensibles aux produits chimiques tels que le chlore, ce qui peut endommager la membrane et réduire sa durée de vie.
- ▶ Besoin d'un traitement supplémentaire : Bien que le système MBR soit efficace pour éliminer de nombreux contaminants de l'eau, il peut nécessiter un traitement supplémentaire pour éliminer certains contaminants tels que les virus et les produits chimiques organiques.

Chapitre IV

Prédimensionnement du cet de OuladFayet

CHAP IV : Prédimensionnement du cet de OuladFayet

I-Présentation du site d'étude d'Oued Fayet (Alger) :

Le centre technique d'Ouled Fayet est situé à **15 Km** d'Alger, et à **3 Km** de la localité d'Ouled Fayet entre les routes nationales RN 26 et la RN 142. La région bénéficie d'un climat local de type méditerranéen semi – humide. Les précipitations moyennes annuelles se situent entre 700 mm et 800 mm, les plus fortes s'étendent du mois d'octobre au mois de février et presque inexistante en juin, juillet et août. Les températures se situent entre les valeurs extrêmes de -2 à 45 °C, pouvant atteindre 60 °C au soleil. Les vents dominants sont de direction sud – ouest en automne et en hiver, et peuvent atteindre plus de 40 Km/h. Au printemps et en été, ils ont la même direction mais quelque fois orientée nord. Selon les informations de l'exploitation, le CET a été réhabilitée en 1999, pour être exploité en 2001. La surface clôturée est de 42 ha, la surface de déchargement étant de **30 ha**, disposant d'un portail, d'un poste d'accueil et de contrôle, des bâtiments administratifs, ainsi que des hangars de maintenances et des garages pour les machines. La quantité de déchets journaliers est en moyenne **de 800 t/j**.



FigureIV-01 : Site de CET Oulad Fayet

Le site comporte cinq (05) casiers. Ces casiers sont étanchéifiés avec de l'argile, la géomembrane et géotextile, La capacité Théorique de ces casiers est de :

Casier N°1 : $130\,000\text{ m}^3$, soit 65 000 Tonnes. (SATURE), de profondeur 12m.

- **Casier N°2** : 80 000 m³, soit 40 000 Tonnes. (SATURE), de profondeur 10m.
- **Casier N°3** : 960 000 m³, soit 480 000 Tonnes. (SATURE), de profondeur 20m.
- **Casier N°4** : 500 000 m³, soit 250 000 Tonnes. (SATURE), de profondeur 16m.
- **Casier N°5** : 1 100 000 m³, soit 550 000 Tonnes. (SATURE), de profondeur 22m

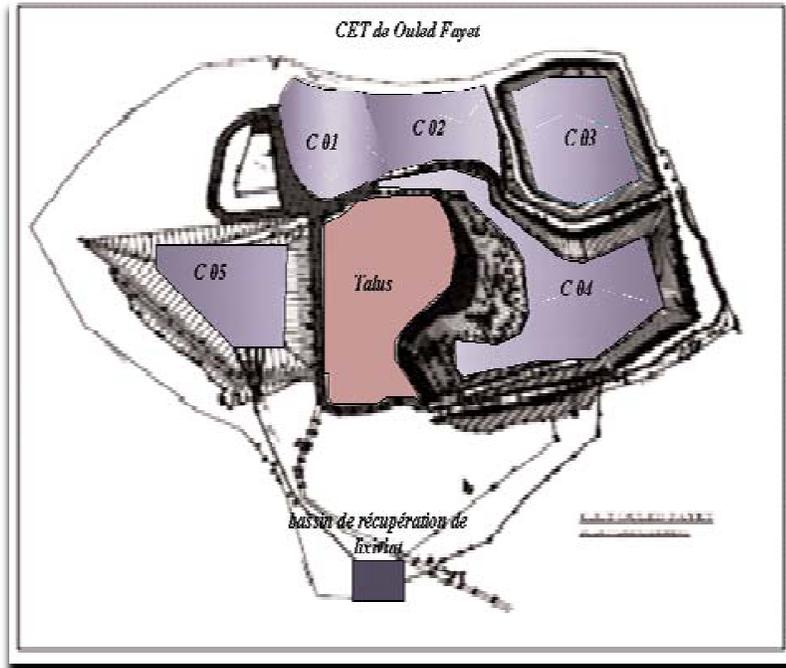


Figure IV-02: Emplacement des casiers de site CET Ouled Fayet

II-Classification des déchets de CETd'Ouled Fayet et son état de déversement :

La classification de déchets au niveau du CET d'Ouled Fayet est enregistrée en deux types à savoir, les déchets interdits et les déchets admissibles. Ces derniers sont regroupés dans le tableau suivant :

Tableau IV-01 :Classement des déchets du CET de Ouled Fayet

Déchets admissibles :	Déchets interdits :
Ordures ménagères	Déchets dangereux et déchets industriels spéciaux
Objets encombrants	Déchets d'activités de soins et assimilés
Déchets de voirie	Déchets radioactifs
Déchets industrielles et commerciaux assimilables aux ordures ménagères	Déchets contenant plus de 50mg/kg de pcb
Déchets verts	Déchets inflammables et explosifs
Boues dans la siccité 30%	Déchets liquide ou solides dont la siccité 30%

Déchets fermentescibles et fortement évolutifs de l'industrie et de l'agriculture Déchets de bois : papier, carton	Pneumatiques usagés
---	---------------------

Le déversement au niveau du centre est autorisé uniquement pour 4 groupes d'utilisateurs à savoir : la commune payante, la commune gratuite, la commune possédant un bon de « NETCOM » et enfin, le particulier. Le tableau 02 représente la quantité et la fréquence de déversement :

Tableau IV-02 : Classement des déchets du CET de Ouled Fayet

	Nombre de voyage	Tonnage (T)
Commune (entrée payante)	36679	112083
Commune (entrée gratuite)	3338	7429
Collecte NETCOM	57211	155928
Particulier	3217	7803
Total	103 195	3114

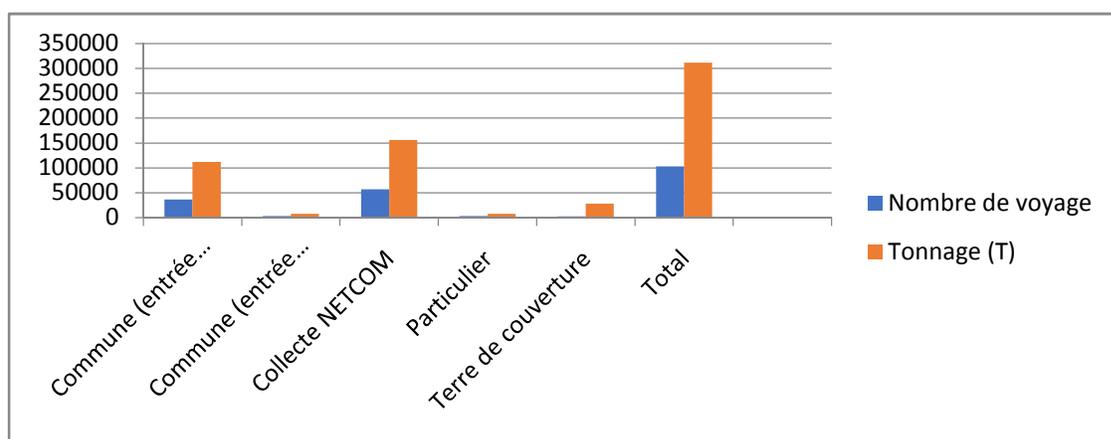


Figure IV-03: Graphe Classement des déchets du CET de Ouled Fayet

III-Caractéristiques techniques du CET d'Ouled Fayet :

Après l'étude du sol et des propriétés géologiques du site retenu pour l'implantation de la décharge, commence alors les travaux de terrassement, une excavation d'une dizaine de mètres de profondeur et d'une superficie de **10.000 m²** est creusée donnant naissance à un casier. Sur le fond de ce dernier, une couche d'argile ou de marne y est déposée. Intervient ensuite la pose de la géo membrane en **polyéthylène haute densité (PEHD)**, Un matériau étanche, permet d'éviter toute infiltration dans le substratum, sur le fond et les talus ou parois du casier, la pose de cette géo membrane exige une maîtrise des techniques de soudures.



Figure IV-04: La pose de la géo membrane en polyéthylène haute densité (PEHD)

Cette dernière est alors recouverte par une couche de géotextile (matériau souple absorbant les chocs) pour la protéger des contraintes de cisaillement. Un caniveau de drainage perforé et entouré du grillage pour recueillir les lixiviats est aménagé dans l'axe du casier dans le sens de sa largeur. Le drain est lié au bassin de décantation situé à l'Est du site. Enfin une dernière couche de 50 cm de gravier de dimensions différentes, (10% de calcaire) est déposée

La géo-membrane utilisée dans le CETd'Ouled Fayet est en PEHD, livrée en rouleaux de 130 m de longueur, 1,5 mm d'épaisseur et 975 m² de surface, présentant les caractéristiques suivante :

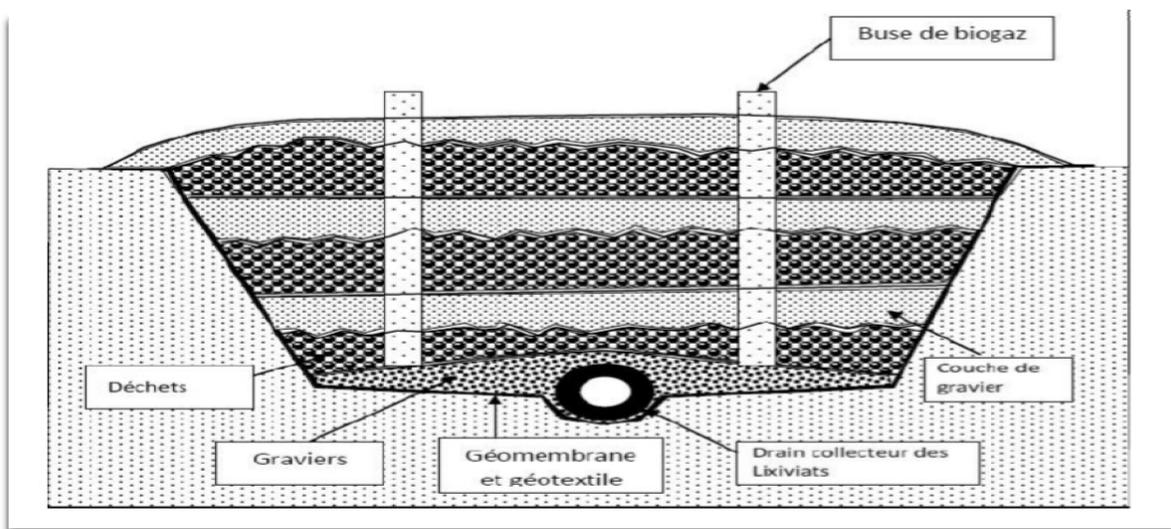
- Résistance à la rupture 30N/mm²
- Résistance à la déchirure 215 N
- Comportement dans l'eau perte 0,1%

La géo-membrane en PEHD est résistante à la plupart des acides, aux produits pétroliers, aux bases et aux solutions du sel elle peut être en contact avec l'eau potable. Elle se dissout seulement dans quelque solution quand la température est plus élevée. Grâce à l'adjuvant de la suie, elle est résistante aux rayons U.V.



Figure IV-05: Le remplissage du casier

Des cheminées d'évacuation de **biogaz** provenant de la décomposition des déchets sont installées avant l'épandage de la couche du gravier. Ce système de captage, est réalisé à l'aider des buses verticales à parois perforées empilées au fur et à mesure de la progression de la hauteur des déchets dans le casier



FigureIV-06 : Cheminées d'évacuation de biogaz

IV-Composition des Lixiviats du Oulad-Fayet :

Paramètres	Unités	Résultats	Méthodes
Couleur	-	marron noirâtre	-
Température	°C	22	-
Odeur	-	nauséabonde	-
PH	-	8.57	SB70P (symphony)
Conductivité	ms /cm	26.4	Cond 1970i
Turbidité	NTU	96	
MES	mg/l	898.4	Gravimétrie« différence du poids »
DCO	mg/l	7380	Spectrophotométrie de HACH
DBO5	mg/l	2173	
DBO5/DCO	-	0.29	
Nitrates	mg/l	5200	Spectrophotométrie de HACH
Nitrites	mg/l	2640	Spectrophotométrie de HACH
Sulfates	mg/l	400	Spectrophotométrie de HACH
Chlorures	mg/l	4798.514	Volumétrie
Calcium	mg/l	176.352	Complexométrie
Magnésium	mg/l	156.376	Complexométrie
Sodium	mg/l	2063.5	Spectrophotomètre à flamme
Potassium	mg/l	1689.48	Spectrophotomètre à flamme
Fe	mg/l	8.73	Spectroscopie d'absorption atomique
Pb	mg/l	0.44	Spectroscopie d'absorption atomique
Cd	mg/l	0.0078	Spectroscopie d'absorption atomique
Cu	mg/l	0.25	Spectroscopie d'absorption atomique
Zn	mg/l	1.25	Spectroscopie d'absorption atomique
Cr	mg/l	1.05	Spectroscopie d'absorption atomique
Ni	mg/l	0.8032	Spectroscopie d'absorption atomique

TableauIV-03 : Déférents analyses faites sur lixiviats avant le traitement

V-Traitement des lixiviats par osmose inverse

-Discrétion globale de la filière du traitement :

La filière de traitement proposée pour le traitement des lixiviats du CET Ouled Fayet est basé sur la technologie d'Osmose Inverse à deux étages.

V-1-Description de l'installation :

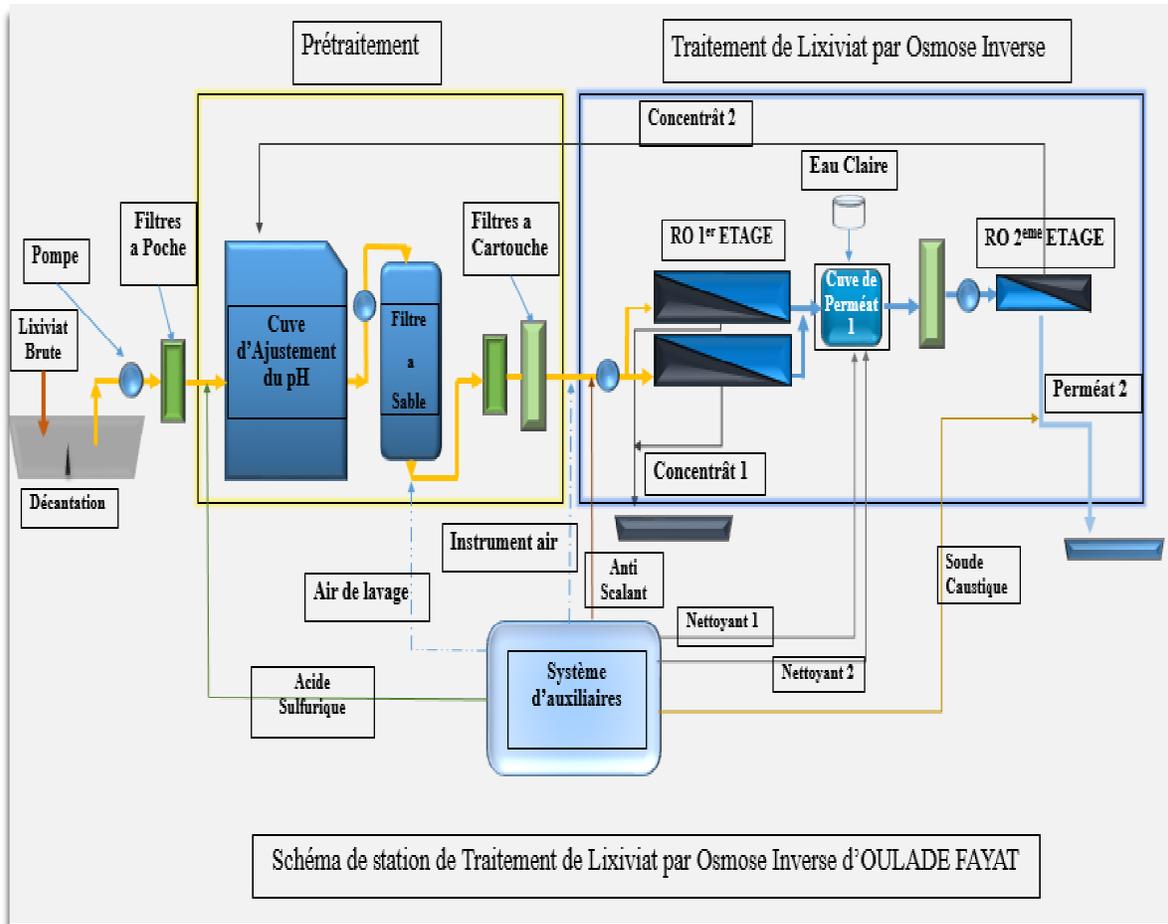


Figure IV-07:Schéma explicatif de la station de traitement de Lixiviat par OI d'Ouled Fayet

Les lixiviats des décharges sont généralement contaminés avec de **la DBO, DCO, NTK** ainsi que les sels et les métaux lourds. Les concentrations de ces contaminants doivent être abattre jusqu'aux limites algériennes de rejet direct dans le milieu naturel

Les lixiviats sont pompés depuis la lagune de stockage existante sur la décharge la cuve d'ajustement du pH où se fait la régulation du pH. Les lixiviats passent par un prétraitement avec des filtres à sable pour réduire les matières en suspension.

Le Lixiviat prétraité est alimenté sous pression dans les tubes de pression du premier étage d'Osmose Inverse. Le perméat produit est collecté dans un tube collectif et sera pompé vers le deuxième étage d'Osmose Inverse. Le concentrât produit au niveau du premier étage OI sort de l'unité et doit être éliminé. Le concentrât du deuxième étage OI sera recerclées vers l'entrée du système.

Le pourcentage de l'effluent qui sort comme concentrât ou perméat dépend en premier lieu des concentrations en sels – conductivité – des lixiviats brute et il est contrôlé par une régulation de la pression.

V-2-Installation d'Osmose Inverse :

La conception de l'Osmose est basée sur l'utilisation des membranes organiques spiralées. Les modules membranaires contiennent des éléments de membrane d'un mètre de longueur et qui sont installées dans des tubes de haute pression de 4 – 6 mètres de longueur. Jusqu'à six éléments de membrane peuvent être installés dans un tube.

Le concentrât du premier étage OI est très chargé, et celui doit être éliminé hors du système de traitement. Le perméat produit sera pompé vers le deuxième étage OI. La deuxième OI étape est une barrière additionnelle pour l'élimination de la pollution organique et les sels non-organiques issus de la première étape OI pour atteindre les limites requises. Le concentrât produit au niveau du deuxième étage OI est recerclées vers l'alimentation du premier étage OI pour le retraiter à nouveau ensemble avec les lixiviats entrants.

Pendant la filtration par Osmose Inverse il y a une formation de ce qu'en appel le fouling et le Scaling. Ce phénomène cause une réduction de la production du perméat, dans ce cas un nettoyage des membranes est indispensable. La procédure du nettoyage s'effectue par le perméat OI-2, qui est stocké dans une cuve de Lavage ou par de l'eau claire, en addition des produits de lavage.

Le nettoyage CIP (Cleaning-In-Place) est un procédé infréquenté avec l'ajout des produits chimiques de lavage. Le programme de lavage est en fonction semi-automatique.

Le système est entièrement contrôlé automatiquement via LPC avec un Touche panel.

V-3-Membrane Utilisée :

Dans le centre d'enfouissement technique les membranes utilisées sont faites à base de **polyamide**, sont fabriqués en forme plate et ensuite sont enroulés pour former les membranes en spirale.

-Type De La Membrane Utilisée :

Les Membranes sont fabriquées en Polyamide, La Membrane utilisée dans l'étude c'est :

-Membrane 1^{er} étage : (INDUSTRIAL RO5 8040F50) « GE » :

Model	Type	Dimensions, inches (cm)			Boxed Weight lbs (kg)
		A	B	C	
4040F	Male	40.0 (101.6)	0.75 (1.90)	3.9 (9.9)	11 (5)
8040F	Female	40.0 (101.6)	1.125 (2.86)	7.9 (20.1)	35 (16)

Table 3: Operating and CIP Parameters

Typical Operating Flux	5 - 20 GFD (8 - 34 LMH)
Maximum Operating Pressure	1,200psi (8,276kPa) if T<77°F (25°C) 580psi (4,000kPa) if T>77°F (25°C)
Maximum Temperature	Continuous operation: 122°F (50°C) Clean-In-Place (CIP): 122°F (50°C)
pH Range	Optimum rejection: 7.0 - 7.5, Continuous operation: 2.0 - 10.0, Clean-In-Place (CIP): 1.0 - 13.0
Maximum Pressure Drop	Over an element: 15psi (103kPa) Per housing: 60psi (414kPa)
Chlorine Tolerance	500+ ppm hours, dechlorination recommended
Feedwater*	NTU < 1 SDI < 5

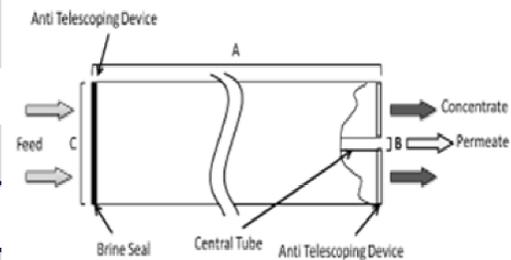


Figure 1a: Element Dimensions Diagram (Female) - 8040



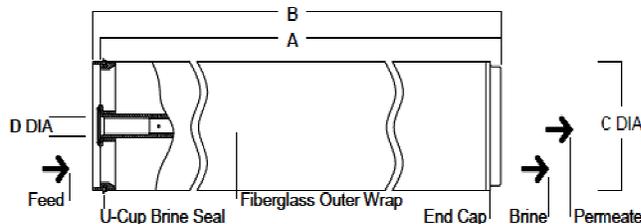
FigureIV-08 : Fiche technique du Membrane de 1^{er} étage

Product Specifications

Product	Part Numb:	Active Area ft ² (m ²)	Maximum Operating Pressure psig (bar)	Permeate Flow Rate gpd (m ³ /d)	Stabilized Boron Rejection %	Minimum Salt Rejection %	Stabilized Salt Rejection %
SW30HRLE-370/34i	297 258	370 (34.4)	1,200 (83)	6,300 (24)	91	99.60	99.75

1. The above benchmark values are based on the following test conditions: 32,000 ppm NaCl, 5 ppm Boron, 800 psi (5.5 MPa), 77°F (25°C), pH 8 and 8% recovery.
2. Permeate flows for individual elements may vary +/-15%.
3. Product specifications may vary slightly as improvements are implemented.
4. Active area guaranteed +/-5%. Active area as stated by Dow Water & Process Solutions is not comparable to the nominal membrane area figure often stated by some element suppliers. Measurement method described in Form No. 609-00434.

Figure 1



Product	Feed Spacer (mil)	Dimensions - Inches (mm)			
		A	B	C	D
SW30HRLE-370/34i	34	40 (1,016)	40.5 (1,029)	7.9 (201)	1.125 (29)

1. Refer to Dow Water & Process Solutions Design Guidelines for multiple-element systems.
 2. Elements fit nominal 8-inch (203 mm) I.D. pressure vessel.
- 1 inch = 25.4 mm

-Membrane 2ème étage : (SW30HRLE-370/34i) «DOW-FILMTEC » :

FigureIV-09 : Fiche technique du Membrane de 2eme étage

VI-Prédimensionnement de la station de traitement des lixiviats d'Oulad-Fayet :

VI-1-Prédimensionnement du prétraitement :

Les lixiviats sont pompés depuis la lagune de stockage existante sur la décharge – à travers un filtre de sécurité pour éviter le passage des objets qui peuvent perturber les étapes de traitement qui suivent (Filtres, membranes...) – vers la cuve d'ajustement du pH où se fait la régulation du **pH** à env. **6,3 – 6,5 par** un dosage de l'acide, cette étape permet la conversion des hydrogencarbonates en CO₂ et par la suite minimiser l'effet du Scaling dans les pores des membranes.

L'agitation dans cette cuve est assurée par une pompe de circulation. Puis les lixiviats passent par un prétraitement avec des filtres à sable pour réduire les matières en suspension.

Les équipements de l'installation d'osmose inverse sont spécifiés comme suivant :

Pompe d'alimentation cuve d'ajustement du pH	
Nombre	1
Type	Pompe à vis excentré
Débit	Env. 4-5 m ³ /h
Pression	Env. 2- 2.5 bar

Filtre de sécurité	
Nombre	1
Type	Filtre à poche 0.6 mm

Cuve d'ajustement du pH	
nombre	1
Volume utile	1 m ³
matériel	PE

Pompe de circulation cuve d'ajustement du pH	
nombre	1
débit	2 – 3 m ³ /h
pression	1.4 bar
Type	Pompe centrifuge

Pompe d'alimentation filtres à sable	
nombre	1
débit	Env. 4-4.5 m ³ /h
Pression	Env. 5bar
Type	Pompe centrifuge

Filtre à sable	
nombre	2 en parallèles
Capacité	Env. 710 litre chacun
matériel	GRP
Remplissage	Anthracite : 1.2- 2.5 mm Sable fin : d=0.5- 1.2 mm Sable : d=1.2-2 mm Sable grossier : 2-3mm

Suppresseur pour filtres à sable	
Nombre	1
Type	Suppresseur à pistons rotatifs

Pompe de rétro-lavage	
nombre	1
Débit	Env. 10m ³ /h
pression	Env. 3 bar
Type	Pompe centrifuge

VI-2-Prédimensionnement d'Osiose Inverse « 1^{ier} étage » :

Les lixiviats prétraités sont alimentés sous pression à travers deux filtres de sécurité pour éviter tout risque de colmatage des membranes dans les tubes de haute pression du premier étage d'Osiose Inverse.

La technologie de l'Osiose Inverse fonction avec des membranes semi-perméables et des pressions très élevées. La pression du système doit être supérieure à la pression osmotique (causée par les sels (TDS) existant dans les lixiviats brutes). La teneur en sel dans les lixiviats (exprimée en mS/cm & chlorures). Plus la concentration en sels est importante, plus la pression osmotique sera importante, et par conséquent la pression transmembranaire requise pour le système augmentera.

Une pompe de haute pression (env. **60 bar**) assure la pression nécessaire pour dépasser la pression osmotique des lixiviats et de laisser passer l'eau claire à travers les membranes d'Osiose Inverse. Les substances organiques et quelques ions sont retenus par les membranes. La pression est ajustée en fonction du débit du perméat.

Une pompe de circulation (Booster) assure une vitesse élevée et par conséquent des conditions d'écoulement tangential à la surface des membranes (Cross Flow).

Le perméat produit à cet étage sera collecté dans une conduite collective et puis pompé vers le deuxième étage d'Osiose Inverse. Le concentrât produit au niveau du premier étage OI sort de l'unité, elle est très chargée en pollution (DCO, DBO, Azote, Sels, chlorures...) et doit être éliminé.

Le pourcentage de l'effluent qui sort comme concentrât ou perméat dépend en premier lieu des concentrations en sels des lixiviats brutes et il est contrôlé par une régulation de pression.

Les équipements du premier étage d'Osiose Inverse sont spécifiés comme suivant :

Filtre de sécurité	
nombre	2 en série
Type	Filtre à cartouche /à cartouche 50 et 5 µm

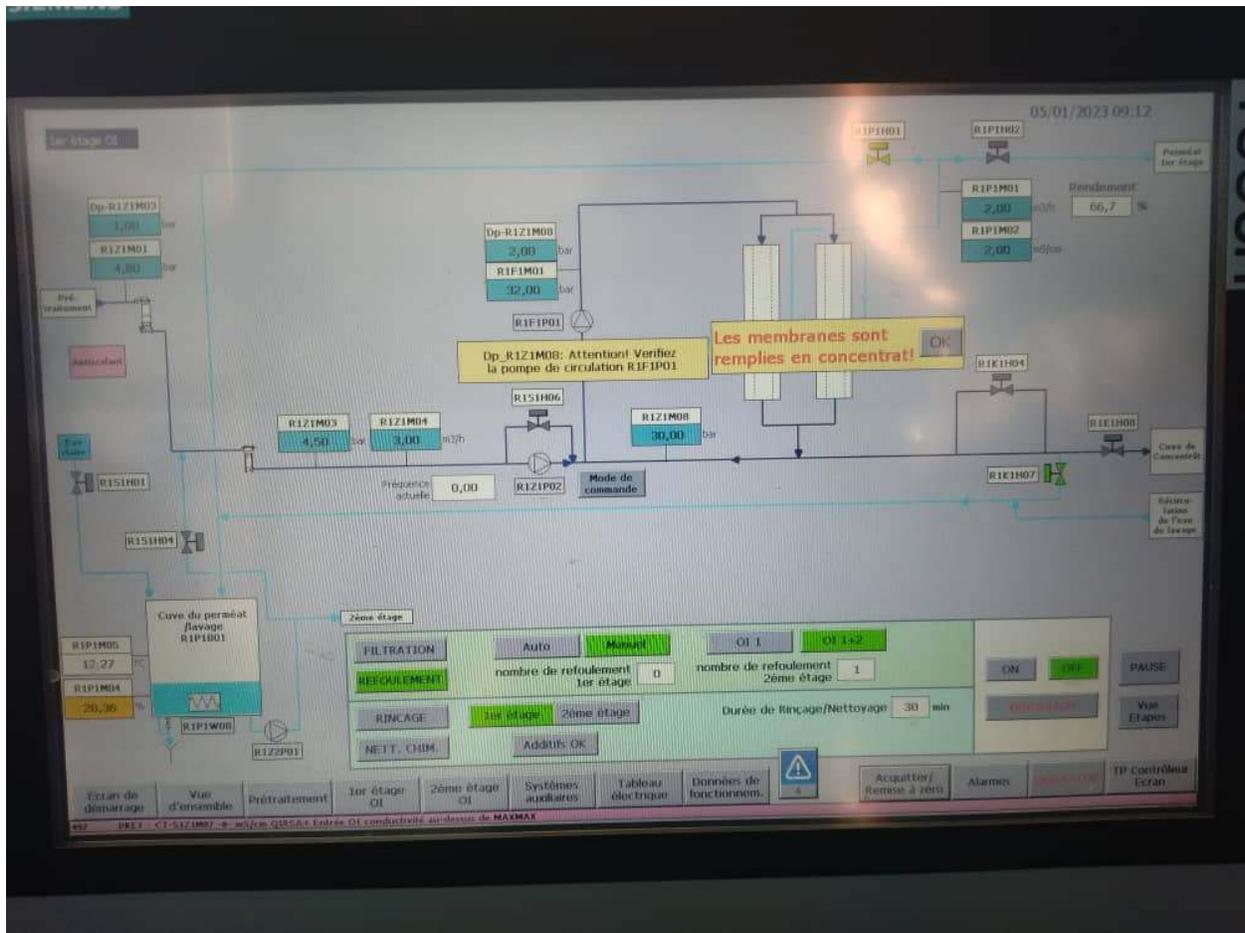
Pompe de pression OI-1	
Nombre	1
Type	centrifuge
Débit	Env. 3.6 m ³ /h
Pression	Env. 60 bar
Pompe de circulation OI-1	
Nombre	1
Type	centrifuge
Débit	Env. 30m ³ /h
Pression	3.3 bar

Tube de haute pression OI-1	
Type	Diamètre 8'' ; L= 6 m
Nombre	2
Matériel	Matières vitrifiés

Elément membranaires	
Type	Organique, tubulaire, spiralées
Nombre	11+ un dummy (12 en total)
Surface membranaire	Env. 335 m ²
Pompe de lavage OI/ d'alimentation OI-2 nombre	1
Type	Centrifuge
Débit	Env. 2.6 m ³ /h
Pression	3 bar

Cuve de lavage	
Type	Cuve cylindrique

Matériel	PE-HD avec radiateur
Volume	Env. 1.0 m ³



FigureIV-10 :le 1^{er} étage d’OI

VI-3-Prédimensionnement d’Osмосe Inverse « 2ème étage » :

Le deuxième étage fonctionne d’une manière identique au premier étage. La pression dans le deuxième étage d’Osмосe Inverse dépend de la concentration de la pollution restante dans le perméat du premier étage, et elle est clairement inférieure à celle du premier étage.

Le perméat de cet étage est d’une très bonne qualité et peut être rejeté directement vers le milieu naturel ou utilisé pour le besoin interne de la station.

Le concentrât à cette étape est faiblement chargé en pollution, et recirculées vers l’alimentation du premier étage de l’Osмосe Inverse.

Filtre de sécurité	
Type	Filtre à cartouche 5 μm
Nombre	1
Pompe de haute pression	
Nombre	1
Type	Centrifuge
Débit	Env. 2.6m ³ /h
Pression	20 bar

Pompe de circulation OI-2	
Nombre	1
Type	Centrifuge
Débit	Env. 10m ³ /h
Pression	2.5 bar

Tubes de haute pression OI-2	
Type	Diamètre 8'' ; L= 4 m
Nombre	1
Matériel	matières vitrifiés

Membrane OI-2	
Type	organiques, tubulaires, spiralées
Nombre de bloc	1
Nombres de membranes	3
Surface membranaire	Env. 103 m ²
Rendement total (OI-1 et OI-2)	65% - 67%

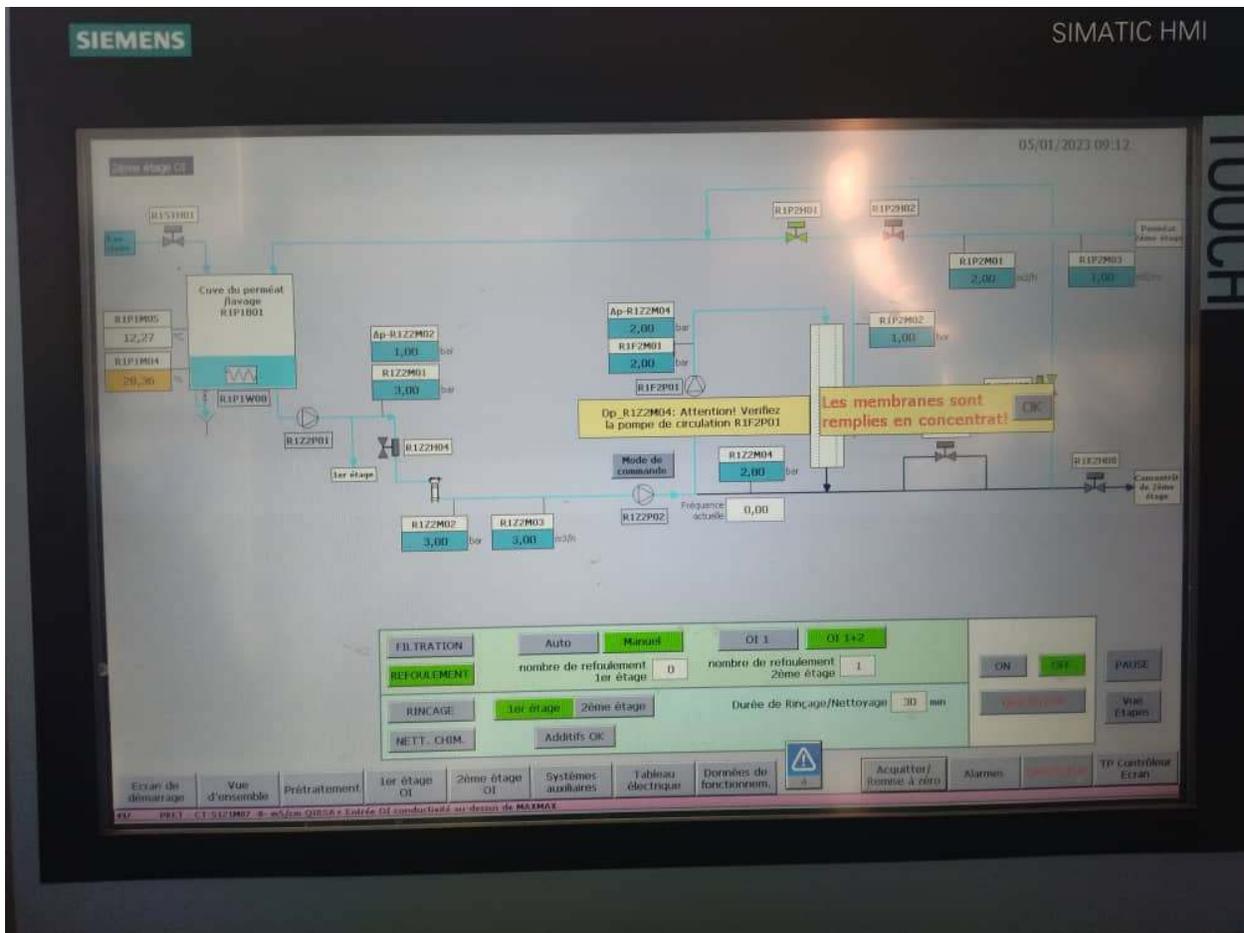


Figure IV-11 : 2ème étage d’OI

VII-Problème d’exploitation « CET Oulad Fayet » :

- Des Problèmes de microcoupure et coupure d’électricité entrainée des dommages à la carte mère ;
- Des vibrations dans le conteneur causent des dégâts au niveau des transmissions des pressions (HP 60 bar) ;
- Consommation importante des produits chimique « l’Acide Sulfurique ($2\text{Kg}/\text{m}^3$) a 150 DA pour 1 Kg » ;
- Les ruptures de stock des produits chimique ;

VIII-Qualité d’eau sortie de la station « perméat finale » :

Les exigences de qualité de l’eau traitée à la sortie des stations sont les suivantes :

Tableau IV-04 :La qualité d'eau finale à la sortie de la station

Le paramètre	La valeur	La norme algérienne
pH	6.5 - 8.5	7.5 - 9
Conductivité (µs/cm)	39	2800
TDS (mg /L)	25.24	≤100 plus mieux 10 ≤ TDS ≤ 50
Température (C°)	22	30

La source de ces analyses est la moyenne annuelle de chaque paramètre de la station, le suivi d'analyse des eaux traitées se fait quotidiennement au laboratoire de la station. Les valeurs des paramètres obtenus par rapport à la norme algérienne des rejets industriels par le décret n°06-141 le 23 avril 2006 sont acceptables.

IX-Conclusion :

L'osmose inverse est une technologie de traitement de l'eau qui utilise une membrane semi-perméable pour éliminer les contaminants de l'eau. Cette technologie présente des avantages et des inconvénients, comme suit :

Les avantages de l'osmose inverse :

- ▶ Élimination efficace des contaminants : L'osmose inverse est très efficace pour éliminer les contaminants de l'eau, y compris les sels, les métaux lourds, les produits chimiques et les bactéries.
- ▶ Eau de haute qualité : L'eau produite par osmose inverse est de haute qualité et peut être utilisée pour diverses applications, y compris la consommation humaine.
- ▶ Faible consommation d'énergie : L'osmose inverse utilise moins d'énergie que d'autres technologies de traitement de l'eau, telles que la distillation.
- ▶ Faible empreinte écologique : L'osmose inverse ne produit pas de déchets toxiques et n'a pas d'impact négatif sur l'environnement.

Les inconvénients de l'osmose inverse :

- ▶ Coût initial élevé : L'installation d'un système d'osmose inverse peut être coûteuse en raison de la complexité de la technologie.

- ▶ Débit d'eau limité : L'osmose inverse peut produire de l'eau à un débit limité, ce qui peut être un inconvénient pour les applications nécessitant un débit d'eau élevé.
- ▶ Rejet d'eau : L'osmose inverse produit de l'eau pure, mais rejette également une quantité importante d'eau non traitée, ce qui peut être un gaspillage d'eau dans les régions où l'eau est rare.
- ▶ Sensibilité aux contaminants : Les membranes d'osmose inverse peuvent être sensibles aux contaminants tels que le chlore, ce qui peut endommager la membrane et réduire son efficacité.

Chapitre V

***Etude comparative de traitement de lixiviat entre le
procédé MBR+NF et l'osmose inverse***

Chapitre V : Etude comparative de traitement de lixiviat entre le procédé MBR+NF et l'osmose inverse

I-Introduction :

Lorsqu'il s'agit de traiter l'eau, ou le traitement des eaux usées, il existe différentes méthodes de filtration disponibles. Deux de ces méthodes largement utilisées sont l'osmose inverse et la nanofiltration. Ces deux systèmes de filtration sont conçus pour éliminer les contaminants de l'eau, mais ils diffèrent dans leur fonctionnement et leurs performances. Dans cette comparaison, nous examinerons de près ces deux systèmes et analyserons leurs avantages, leurs limites et leur pertinence dans différents contextes de traitement de l'eau. Nous nous concentrerons en particulier sur les aspects tels que l'élimination des particules, la rétention des ions et la performance globale de chaque système. En comprenant les caractéristiques distinctes de l'osmose inverse et de la nanofiltration, il devient possible de prendre des décisions éclairées pour choisir la méthode de filtration la plus adaptée à des applications spécifiques.

II-Tableau de comparaison :

Caractéristiques	Osmose inverse	Nanofiltration
Taille des pores	Très petite	Petite à moyenne
Sélectivité	Très élevée	Moyenne à élevée
Élimination des solutés	Élevée	Modérée à élevée
Filtration des ions	Élevée	Modérée
Pression requise	Élevée	Modérée
Débit d'eau	Faible	Modéré à élevé
Consommation d'énergie	Élevée	Modérée
Coût initial	Élevé	Modéré
Maintenance	Complexité élevée	Complexité modérée
Applications courantes	Dessalement d'eau de mer, traitement d'eau potable	Traitement d'eau de processus, concentration de solutés

Tableau V-01:Tableau de comparaison

Dans ce tableau comparatif entre l'osmose inverse et la nanofiltration, plusieurs caractéristiques sont évaluées pour les deux méthodes de filtration.

1. Taille des pores : L'osmose inverse est associée à des pores très petits, ce qui permet de retenir efficacement les solutés et les ions. De l'autre cote, la nanofiltration possède des pores de taille petite à moyenne, ce qui lui confère une sélectivité légèrement inférieure par rapport à l'osmose inverse.
2. Sélectivité : L'osmose inverse est réputée pour sa sélectivité élevée, ce qui signifie qu'elle peut éliminer efficacement une large gamme de solutés, y compris les ions, tout en laissant passer l'eau pure. La nanofiltration, bien qu'elle ait une sélectivité élevée, présente une sélectivité légèrement inférieure à celle de l'osmose inverse.
3. Élimination des solutés : L'osmose inverse offre une élimination élevée des solutés, y compris des ions. La nanofiltration offre une élimination modérée à élever des solutés, ce qui indique qu'elle peut retenir certains solutés, mais permettre le passage d'autres.
4. Filtration des ions : dans cette partie concernant l'élimination des ions, il faut aborder les ions polyvalents, qui jouent un rôle important dans la qualité de l'eau.

L'osmose inverse est reconnue pour son efficacité dans l'élimination des ions polyvalents tels que le calcium (Ca^{2+}), le magnésium (Mg^{2+}), le fer ($\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$), ainsi que d'autres métaux lourds présents dans l'eau. Ces ions sont retenus grâce à la taille très petite des pores de la membrane d'osmose inverse, qui permet de filtrer les particules ioniques de grande taille.

La nanofiltration présente une sélectivité légèrement inférieure à l'osmose inverse en ce qui concerne les ions polyvalents. Bien qu'elle puisse éliminer certains ions polyvalents en raison de sa taille de pore plus petite à moyenne, certains ions plus petits peuvent passer à travers la membrane de nanofiltration.

Il convient de noter que l'efficacité d'élimination des ions polyvalents peut dépendre de plusieurs facteurs, notamment la concentration initiale des ions dans l'eau d'alimentation, les propriétés de charge et de complexation des ions, ainsi que les caractéristiques spécifiques de la membrane utilisée.

Dans le choix entre l'osmose inverse et la nanofiltration pour l'élimination des ions polyvalents, il est essentiel de considérer les exigences de qualité de l'eau traitée et les performances spécifiques des membranes utilisées pour chaque méthode.

5. Pression requise : L'osmose inverse nécessite une pression élevée pour forcer l'eau à travers les membranes, tandis que la nanofiltration nécessite une pression modérée. Cela peut avoir des implications en termes de coûts énergétiques et de conception des systèmes.

6. Débit d'eau : L'osmose inverse est associée à un débit d'eau relativement faible, tandis que la nanofiltration peut offrir un débit modéré à élevé. Le débit d'eau est un facteur important à considérer en fonction des besoins spécifiques de chaque application.
7. Coût initial : L'osmose inverse a un coût initial plus élevé, en raison de la complexité du système et des membranes utilisées. La nanofiltration présente un coût initial modéré, ce qui la rend plus accessible dans certains cas.
8. Maintenance : L'osmose inverse peut nécessiter une maintenance plus complexe en raison de l'utilisation de membranes sensibles. La nanofiltration a une complexité de maintenance modérée.
9. Applications courantes : L'osmose inverse est souvent utilisée pour le dessalement de l'eau de mer et le traitement de l'eau potable. La nanofiltration est couramment utilisée pour le traitement de l'eau de processus et la concentration de solutés.

Il est important de noter que les avantages et les inconvénients de chaque méthode de filtration dépendent des besoins spécifiques de chaque situation, des coûts opérationnels, des objectifs de qualité de l'eau, de la disponibilité des ressources, etc. Il est recommandé de prendre en compte tous ces facteurs lors du choix d'une méthode de filtration appropriée.

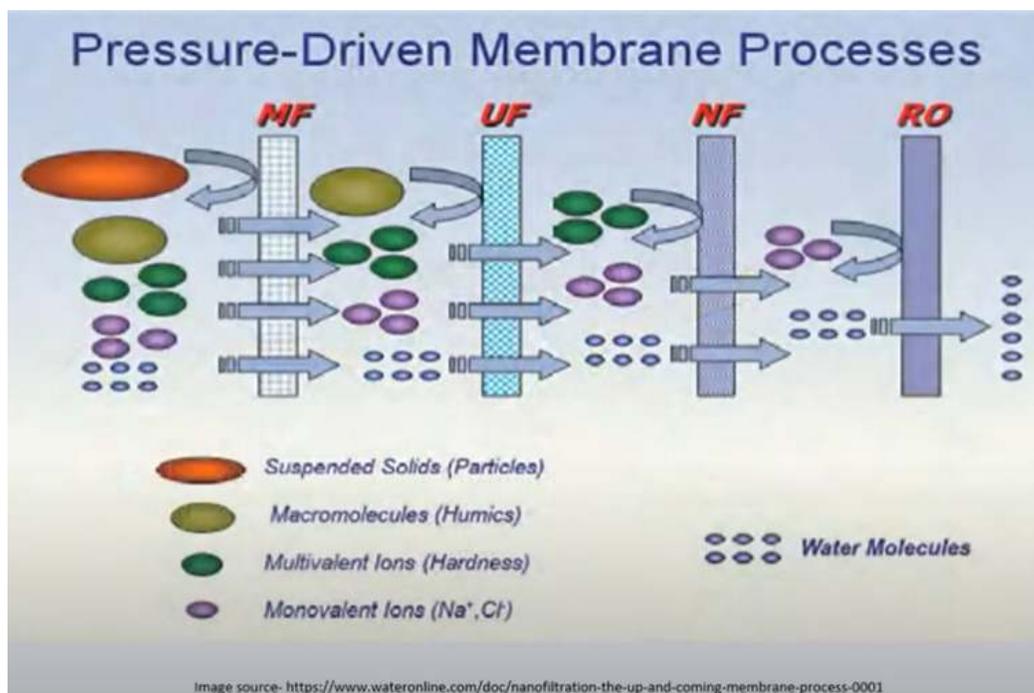


Figure V-01 : Comparaison entre NF-UF-RO

Conclusion générale

La comparaison entre l'osmose inverse et la nanofiltration met en évidence les différences et les similitudes entre ces deux méthodes de filtration. Chacune de ces techniques présente des avantages et des inconvénients qui doivent être pris en compte lors du choix de la méthode de filtration la plus appropriée pour une application spécifique.

D'après notre visite à centre d'enfouissement technique de Ouled Fayet, l'osmose inverse est largement reconnue pour sa sélectivité élevée et son efficacité dans l'élimination des solutés, y compris les ions polyvalents. On peut la considérer comme la méthode choisie pour le traitement des eaux de lixiviat en raison de sa capacité à éliminer efficacement une large gamme de contaminants, y compris les solutés organiques, les métaux lourds, les ions et les particules. Avec ses pores très petits, l'osmose inverse permet de retenir ces contaminants indésirables, produisant ainsi une eau purifiée de haute qualité. Cela en fait une option solide pour les sites où une réduction importante de la charge polluante est nécessaire. Cependant, cette méthode nécessite une pression élevée, ce qui entraîne une consommation d'énergie importante et des coûts plus élevés en termes d'équipement et de maintenance.

Par ailleurs, la nanofiltration mise en place dans le centre d'enfouissement technique de Hamici -Zéralda- offre une sélectivité élevée, bien qu'elle soit légèrement inférieure à celle de l'osmose inverse. Elle peut éliminer de nombreux solutés et ions, bien que certains ions plus petits puissent passer à travers les pores de taille moyenne. La nanofiltration peut également être une option viable pour le traitement des eaux de lixiviat, en particulier dans les cas où une réduction modérée des contaminants est souhaitée. Cette méthode utilise des pores de taille moyenne, permettant de retenir certains solutés organiques, métaux lourds et ions, tout en permettant le passage d'autres composés. Elle offre également des avantages tels qu'un débit d'eau plus élevé et des coûts d'exploitation réduits par rapport à l'osmose inverse. La nanofiltration nécessite une pression modérée, ce qui réduit la consommation d'énergie par rapport à l'osmose inverse. De plus, elle peut offrir un débit d'eau plus élevé, ce qui peut être un avantage pour certaines applications.

Le choix entre ses deux méthodes de filtration dépendra de plusieurs facteurs, tels que la qualité de l'eau brute, les objectifs de qualité de l'eau traitée, les coûts d'investissement et d'exploitation, les besoins en débit d'eau, ainsi que les contraintes spécifiques de chaque situation. Il est essentiel de réaliser une évaluation approfondie en considérant ces facteurs pour déterminer la méthode de filtration la plus appropriée.

Dans l'ensemble, l'osmose inverse est souvent privilégiée pour les applications nécessitant une élimination très efficace des solutés et des ions, telles que le dessalement de l'eau de mer et le traitement de l'eau potable. D'autre part, la nanofiltration peut être plus adaptée pour des applications où une sélectivité légèrement inférieure est acceptable, mais où un débit d'eau plus élevé et des coûts d'exploitation réduits sont préférables, comme le traitement de l'eau de processus et la concentration de solutés.

En fin de compte, le choix entre la nanofiltration et l'osmose inverse pour le traitement des eaux de lixiviat dépendent de plusieurs facteurs, tels que la composition chimique du lixiviat, les exigences de qualité de l'eau traitée et les contraintes spécifiques du site.

Pour déterminer la meilleure méthode de traitement des eaux de lixiviat, une évaluation approfondie des caractéristiques spécifiques du lixiviat, des objectifs de traitement et des contraintes opérationnelles est nécessaire. Des tests pilotes ou des études sur site peuvent être réalisés pour évaluer les performances de chaque méthode et déterminer celle qui répond le mieux aux besoins du site.

En résumé, l'osmose inverse et la nanofiltration peuvent être utilisées pour traiter les eaux de lixiviat, mais le choix dépendra des caractéristiques spécifiques du lixiviat et des exigences du site. L'osmose inverse offre une élimination plus complète des contaminants, tandis que la nanofiltration peut être plus adaptée dans les cas où une réduction modérée des contaminants est suffisante. Une analyse approfondie est essentielle pour prendre une décision éclairée.

Références bibliographiques

- [1] Impact of leachate on groundwater pollution due to non-engineered municipal solid waste landfill sites of erode city, Tamil Nadu, India 27 dec 2012, numéro de l'article: 35
- [2] Baiju, A., Gandhimathi, R., Ramesh, S. T., & Nidheesh, P. V. (2018). Journal of Environmental Management, numéro 210, 328–337.
- [3] Agence Nationale des Déchets. (2017). Rapport sur la gestion des Déchets Ménagers et Assimilés dans la Wilaya d'Alger. Rapport.
- [4] Amarouche, A., & Sadi, N. (2014). Caractérisation et traitement des lixiviats issu de centre d'enfouissement technique de la ville de Bouira.
- [5] Weber, B., & Holz, F. (1991). Landfill leachates treatment by reverse osmosis. In Effective industrial membrane processes, benefits and opportunities (pp. 143-154). Conference held in Edinburgh, Scotland.
- [6] Eaux industrielles contaminées - Chapitre XIII. Traitement des eaux par nanofiltration : généralités, mécanismes et applications - Presses universitaires de Franche-Comté (openedition.org)
- [7] (Jaluta *et al.*, 1998 ; Marsh *et al.*, 1998 ; Glueckstern *et al.*, 1998)
- [8] Oke, S. A., et al. (2018). Physico-chemical treatment of landfill leachate: A review. Waste Management & Research.