الجمهـــوريـــــة الجزائـــريـــــة الديمقـــراطيـــة الشـعبيـــة
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التـــعلـــيـــــم العـــــالـــــي والبـــحـــــث العـلمـــي
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

جامعة وهران 2 محمد بن أ حمد
Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed

معهد الصيانة و الأمن الصناعي
Institut de Maintenance et de Sécurité Industrielle

Département : SECURITE INDUSTRIELLE ET ENVIRONNEMENT

MÉMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de Master

Filière : HYGIENE ET SECURITE INDUSTRIELLE
Spécialité : SECURITE PREVENTION ET INTERVENTION

Thème

Traitement des eaux usées urbaines

Présenté et soutenu publiquement par :

Mlle. Bensaid Houda Abir et Mr. Bendenoun Mounsef Abdelalim

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Grade	Établissement	Qualité
NADJI Mohamed Amine	MCB	Université D'Oran 2-MBA	Président
Arbi Maachia	MCB	Université D'Oran 2-MBA	Encadreur
SERRAT Fatima Zahra	MCB	Université D'Oran 2-MBA	Examinateur

Année 2020/2021

Remerciements

Louange à Dieu le tout puissant qui nous aide et que nous remercions infiniment. Nous présentons nos expressions de remerciements et notre profonde gratitude à tout l'ensemble du personnel de la STATION D'EPURATION D'EL KERMA.

Nous tenons à remercier notre encadreur Madame ARBI MAACHIA pour l'orientation.

Nous remercions sincèrement Mlle SERAT FATIMA ZOHRA en tant qu'examinatrice ; Mr NADJI MOHAMED AMINE en tant que président pour l'honneur qui nous ont fait en acceptant d'être de notre jury.

Nous tenons à remercier tout particulièrement Monsieur TEFFAHI MEHDI responsable du process de nous avoir accueilli dans son bureau et pour l'intérêt qu'il a porté à notre stage et pour son aide et sa compréhension.

On adresse notre gratitude et on remercie Monsieur NEMMICHE ABDELHAFID inspecteur H.S.E, ça ne sera pas suffisant pour lui exprimer toute ma grande reconnaissance pour sa disponibilité, sa contribution dans le travail.

Notre reconnaissance et nos vifs remerciements vont à BENBRAHIM SARAH analyste de laboratoire de la station pour son aide parce qu'elle nous a consacré énormément de temps pour nous transmettre une partie de son savoir de biologie.

Accepter mes admirations les plus profondes.

Un grand merci a tous ce qui nous a soutenus durant nos études, a tous ceux qui nous ont aidé de près ou de loin.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

A mes chers parents, *source de vie, d'amour et d'affection*

A mes chères sœurs, *source de joie et de bonheur*

A toute ma famille, *source d'espoir et de motivation*

A tout particulièrement oncle cheikh

A tous mes amis

Et A vous cher lecteur

Bendenoun Mouncef Abdelalim

A mon très cher père,
De tous les pères tu es le meilleur.
Tu as été et tu seras toujours un exemple pour moi par tes qualités humaines et ton perfectionnisme.

A ma chère mère ;
Aucune dédicace ne saurait exprimer mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être.

A ma chère tante, *ma deuxième maman*
Je te ne remercierai jamais assez.

A ma sœur *Radjaa ;*
J'en aurais long et beaucoup à dire mais ce que je ressens le besoin de faire, c'est de te dire merci.

A mes chers frères,
Votre soutien et vos encouragements ont toujours été pour moi les plus précieux
Je prie Dieu de vous procurer santé, bonheur et langue vie.

A la mémoire de mes grands-parents et mon petit frère Sid Ahmed ;
Que vous reposiez dans le paradis du seigneur ;

Bensaid Houda Abir

SOMMAIRE

LISTE DES TABLEAUX 11

LISTE DES FIGURES 12

ABRÉVIATIONS : 14

INTRODUCTION : 18

CHAPITRE I : GÉNÉRALITÉ SUR LES EAUX USÉES 1

1 DÉFINITION D'UNE EAU USÉE : 1

2 ORIGINE DES EAUX USÉES : 1

2. 1. LES EAUX USÉES URBAINES (DOMESTIQUES) : 1

2. 2. LES EAUX USÉES PLUVIALES : 2

2. 3. LES EAUX USÉES INDUSTRIELLES : 2

2. 4. LES EAUX USÉES AGRICOLES : 2

3 SYSTÈMES DE COLLECTE DES EAUX USÉES : 3

3. 1. LE SYSTÈME UNITAIRE : 3

3. 2. LE SYSTÈME SÉPARATIF : 3

3. 3. LE SYSTÈME PSEUDO-SÉPARATIF (MIXTE) : 3

4 PARAMÈTRES DE MESURES DE LA POLLUTION : 3

4. 1. PARAMÈTRES PHYSIQUES : 4

4. 1. 1. Température : 4

4. 1. 2. Couleur : 4

4. 1. 3. Odeur : 4

4. 1. 4. Les matières en suspension (MES) : 4

4. 1. 5. Les matières volatiles en suspension (MVS) : 4

4. 1. 6. Les matières minérales sèches (MMS) : 5

4. 2. PARAMÈTRES CHIMIQUES : 5

4. 2. 1. Le potentiel d'Hydrogène (pH) 5

4. 2. 2. Turbidité 5

4. 2. 3. Conductivité 5

4. 2. 4. Demande chimique en oxygène (DCO) 5

4. 2. 5. Demande biologique en oxygène (DBO5) 5
4. 2. 6. Oxygène dissous 6
4. 2. 7. La biodégradabilité 6
4. 3. LES MICROPOLLUANTS ORGANIQUES ET NON ORGANIQUES : 6
4. 3. 1. Éléments traces : 6
4. 3. 2. Les micropolluants organiques : 7
4. 4. LES PARAMÈTRES BIOLOGIQUES : 7
4. 4. 1. Les bactéries : 7
4. 4. 2. Les virus : 8
4. 4. 3. Les protozoaires : 9
4. 4. 4. Les helminthes : 9
5 STATION D'ÉPURATION : 9
5. 1. DÉFINITION GÉNÉRALE DE LA STEP 9
5. 2. OBJECTIF D'UNE STEP 10
5. 3. ÉPURATION DES EAUX USÉES 10
5. 3. 1. Le prétraitement : 11
5. 3. 2. Le traitement primaire : (Traitements physico-chimiques) 14
5. 3. 3. Le traitement secondaire : (Traitements biologiques) 17
5. 3. 4. Traitements tertiaires : 19
6 CONCLUSION : 21

CHAPITRE II : GÉNÉRALITÉ SUR LES BOUES ET LES SOUS-PRODUITS 22

1 INTRODUCTION : 22
2 LES SOUS-PRODUITS D'EAU ÉPURÉE : 22
2. 1. LES SABLES : 22
2. 2. LES GRAISSES : 23
2. 3. LES REFUS DE DÉGRILLAGE : 24
2. 4. LES BOUES D'ÉPURATION : 24
3 LA BOUE D'ÉPURATION : 25
3. 1. DÉFINITION DE LA BOUE : 25
3. 2. TYPE DES BOUES : 25
3. 2. 1. Les boues primaires : 25
3. 2. 2. Les boues biologiques (ou boues activées ; secondaires) : 25
3. 2. 3. Les boues physico-chimiques (boues tertiaires) : 25

3. 2. 4. Les boues mixtes : 25
3. 2. 5. Les boues d'aération prolongée : 25
3. 3. LES CARACTÉRISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DES BOUES : 27
3. 3. 1. Le taux de matière sèche (ou la siccité) 27
3. 3. 2. Matière sèche (MS) : 27
3. 3. 3. Le taux de matières volatiles sèches (MVS) : 27
3. 4. LA CONSISTANCE DES BOUES : 27
3. 5. LA COMPOSITION DES BOUES 28
3. 5. 1. Éléments fertilisants : 28
3. 5. 2. Éléments indésirables 28
3. 5. 3. Des micro-organismes pathogènes : 29
3. 6. TECHNIQUES DE TRAITEMENTS DES BOUES : 29
3. 7. PROCEDÉS DE RÉDUCTION DE LA TENEUR EN EAU : 30
3. 7. 1. L'épaississement : 30
3. 7. 2. Stabilisation : 32
3. 7. 3. Le conditionnement : 35
3. 7. 4. La déshydratation : 36
3. 7. 5. Séchage : 42
3. 8. SYNTHÈSE DES PROCÉDÉS DE TRAITEMENT SUR STEP : 46
3. 9. DESTINATION FINALE DES BOUES : 49
3. 9. 1. Valorisation agricole : 50
3. 9. 2. Épandage des boues 50
3. 9. 3. Valorisation énergétique : 51
3. 9. 4. Le centre de stockage des déchets 52
4 CONCLUSION : 52

CHAPITRE III : PRÉSENTATION DE LA STATION D'ÉPURATION. 53

1 L'ÉPURATION DES EAUX USÉES EN ALGÉRIE 53
2 PRÉSENTATION DE L'ENTREPRISE D'ACCUEIL (LA STATION D'ÉPURATION D'EL-KERMA) .. 53
2. 1. ORGANIGRAMME DE LA STEP D'EL KERMA À BOUES ACTIVÉES : 56
2. 2. DIMENSIONNEMENT DE LA STATION 57
2. 2. 1. Charge hydraulique 57
2. 2. 2. Charge polluante 57
2. 3. OBJECTIF DU TRAITEMENT 57

2. 4. SCHÉMA D'IMPLANTATION DES ÉQUIPEMENTS 58
2. 5. PROCÉDÉ D'ÉPURATION 58
3 DESCRIPTION DES ÉTAPES INDIVIDUELLES DE PROCESSUS 60
3. 1. DÉGRILLAGE 60
3. 2. DESSABLAGE ET DÉSHUILAGE 60
3. 2. 1. Traitement des graisses 62
3. 3. DÉCANTATION PRIMAIRE 62
3. 4. TRAITEMENT À BOUES ACTIVÉES 63
3. 5. LES AÉRATEURS DE SURFACE 63
3. 6. DÉCANTATION SECONDAIRE 64
3. 7. LA DÉSINFECTION 64
4 POMPAGE ET TRAITEMENT DES BOUES ACTIVÉES 65
4. 1. RECIRCULATION DES BOUES 65
4. 2. ÉVACUATION DES BOUES EN EXCÈS 65
4. 3. TRAITEMENT DES BOUES PRIMAIRES ET DES BOUES EN EXCÈS 65
4. 4. LA DIGESTION ANAÉROBIE DES BOUES 65
4. 5. DÉSHYDRATATION DES BOUES 66

CHAPITRE IV : MATÉRIELS ET MÉTHODES 67

1 INTRODUCTION 67
2 ÉCHANTILLONNAGE 67
3 POINTS ET MODES DE PRÉLÈVEMENT 67
4 MATÉRIELS 69
4. 1. MATÉRIEL POUR LES ANALYSES PHYSICOCHIMIQUES 69
4. 1. 1. Appareillage 69
4. 2. MATÉRIEL POUR ANALYSES MICROBIOLOGIQUES 69
4. 2. 1. Milieux de culture 69
4. 2. 2. Appareillage 70
5 MÉTHODES 70
5. 1. ANALYSE PHYSICOCHIMIQUE 70
5. 1. 1. La Température 71
5. 1. 2. Détermination du PH 71
5. 1. 3. Mesure de la conductivité 72
5. 1. 4. Mesure de la matière en suspension (MES) : 73

5. 1. 5. Demande chimique en oxygène (DCO) 75
5. 1. 6. Demande biologique en oxygène (DBO5) : 76
5. 1. 7. Détermination de la pollution azotée : 77
5. 1. 8. Matière sèche 78
5. 2. ANALYSES MICROBIOLOGIQUES 79
5. 2. 1. Préparation des dilutions 79
5. 2. 2. Mode de prélèvement 80
5. 2. 3. Condition de prélèvement 80

CHAPITRE V : RISQUES ET PRÉVENTIONS DANS LA STATION D'ÉPURATION 81

1 INTRODUCTION : 81
2 NOTIONS ET DEFINITIONS 81
2. 1. DANGER ET RISQUE : 81
2. 2. SITUATION DANGEREUSE : 81
2. 3. DOMMAGE : 81
2. 4. MALADIE PROFESSIONNELLE 81
2. 5. MALADIES À CARACTÈRE PROFESSIONNEL : 82
3 RISQUES POUR L'HOMME 82
3. 1. RISQUES BIOLOGIQUES 82
3. 1. 1. Risques infectieux 82
3. 1. 2. Risques toniques : 84
3. 1. 3. Risques immunoallergiques : 84
3. 2. RISQUES TOXIQUES : 85
3. 2. 1. Produits corrosifs : 85
3. 2. 2. Produits toxiques : 85
3. 3. LES RISQUES DE CHUTES OU DE GLISSADES : 86
3. 4. LES RISQUES MÉCANIQUES : 86
3. 5. LES RISQUES D'INCENDIE ET D'EXPLOSION : 87
3. 5. 1. Incendie 87
3. 5. 2. Explosion 87
3. 6. RISQUES LIÉS À LA MANUTENTION : 88
3. 7. RISQUES ÉLECTRIQUES : 88
3. 8. BRUIT ET ODEURS : 88
3. 9. AUTRES RISQUES : 88

4 SÉCURITÉ : 89
4. 1. LA PRÉVENTION INTÉGRÉE : 89
4. 2. LA PRÉVENTION TECHNIQUE COLLECTIVE ET INDIVIDUELLE 90
4. 2. 1. La prévention collective : 90
4. 2. 2. La protection individuelle : 92
4. 2. 3. Prévention médicale : 93
4. 2. 4. Vérifications et contrôles périodiques des équipements : 95
4. 3. MESURES DE PRÉVENTION COLLECTIVE POUR CHAQUE RISQUE : 95
4. 3. 2. Prévention du risque d'incendie et d'explosion : 98

CONCLUSION : 102

RÉFÉRENCES : 104

ANNEXES 111

Liste des tableaux

Tableau II. 1:avantages et inconvénients des techniques d'épaississement...... 32
Tableau II. 2:Avantages et inconvénients des différentes techniques de déshydratation par filtration (Source : Techniques de traitement, Valorisation et Elimination..... 38
Tableau II. 3:Avantages et inconvénients de la centrifugation (Étude du devenir et de la traficabilité de boues salées)...... 41
Tableau II. 4:Avantages et inconvénients des techniques de traitement des boues..... 46
Tableau III. 1: les charges polluantes attendues pour l'an 2015. 57
Tableau III. 2: les principales valeurs récapitulées. 57

Liste des figures

Figure I. 1 : vue microscopique des bactéries...... 8
figure I. 2 : Vue microscopique des virus 8
figure I. 3 : : vue microscopique des helminthes. 9
figure I. 4 : Les étapes du prétraitement...... 11
figure I. 5 : : Schéma d'un dégrilleur...... 12
figure I. 6 : : Principe de dessablage et de dégraissage / déshuilage. 13
figure I. 7 : :processus de coagulation, floculation et sédimentation...... 14
figure I. 8 : coagulation - floculation. 15
figure I. 9: schéma de fonctionnement de décantateur...... 15
figure I. 10 : schéma de fonctionnement. 16
figure I. 11: principe de fonctionnement de l'épuration des eaux usées par lagunage.... 18

Figure II. 1: les sables. 23
Figure II. 2: les graisses. 23
Figure II. 3: les refus de dégrilleur. 24
Figure II. 4 : Processus de traitement des eaux usées (www .condorchem.com) 26
Figure II. 5: épaississement des boues..... 31
Figure II. 6: le compostage des boues..... 33
Figure II. 7: la méthanisation des boues. (www.notre-planete.info) 34
Figure II. 8: filtre bandes Schéma de principe d'un filtre par bande-presseuse 37
Figure II. 9: Exemple de filtre – presse / Schéma de principe d'un filtre presse 38
Figure II. 10:Principe de la centrifugeuse. 40
Figure II. 11:déshydratation par géomembranes. 42
Figure II. 12: Lit de séchage..... 43
Figure II. 13:Schéma du fonctionnement d'une serre à séchage solaire..... 44
Figure II. 14:Schéma de la composition principale du lit de sable..... 44
Figure II. 15:Vue en coupe d'un lit de séchage planté de macrophytes. Illustration, Vincent Gagnon..... 45
Figure II. 16: épandage des boues. 50

Figure III. 1: vue dessus de la step d'el karma. 54
Figure III. 2: Vue générale de la station. 55

Figure III. 3: organigramme de la station d'épuration d'EL KERMA à boues activées; 56
Figure III. 4: schéma synoptique du procédé d'épuration..... 59
Figure III. 5: Les dégrilleures (photos prises le 10-05-2021). 60
Figure III. 6: Bassin Dessablage et déshuilage (photos prises le 10-05-2021)..... 61
Figure III. 7: Les décanteurs primaires (photo prise le 10-05-2021). 62
Figure III. 8: Les aérateurs de surface (photo prise le 10-05-2021). 64
Figure III. 9: Les digesteurs (photo prise le 10-05-2021). 66
Figure III. 10: Déshydratation (photo prise le 10-05-2021). 66

Figure IV. 1: PH-mètre...... 72
Figure IV. 2: Conductimètre...... 73
Figure IV. 3: pompe à vide...... 74
Figure IV. 4 : les filtres...... 74
Figure IV. 5: la balance. 74
Figure IV. 6: l'étuve...... 74
Figure IV. 7: four. 75
Figure IV. 8: dessiccateur...... 75
Figure IV. 9: incubateur + OxiTop + flacon...... 76
Figure IV. 10: Préparation des dilutions. 80

Figure V. 1: Les voies d'absorption usuelles. 83
Figure V. 2: fiche de suivi médical. 94
Figure V. 5: Échelle verticale avec protection dorsale et palier intermédiaire...... 97
Figure V. 3: mur d'un bassin. 96
Figure V. 4:Garde-corps. 96
Figure V. 6 : perche de sauvetage...... 99
Figure V. 7:bouée de sauvetage. 99

ABRÉVIATIONS :

BCPL : Bouillon Lactosé au Pourpre de Bromocrésol.

CET : Centre d'Enfouissement Technique.

CH4 : méthane.

CME : concentration minimale d'explosion.

CO2 : dioxyde de carbone.

CO : Oxyde de Carbone.

CSDU : Le centre de stockage des déchets ultimes.

DBO5 : Demande biologique en oxygène.

DCO : Demande chimique en oxygène.

EH : équivalent habitants.

EPA : Eau peptonée alcaline.

EPI : Equipement de Protection Individuelle

GNAB : Gélose Nutritive Alcaline Bilié.

H2O : l'eau.

H2S : Sulfure d'Hydrogène.

HGF : Huiles-Graisses-Flottants.

HPA : Hydrocarbures Polycycliques Aromatiques.

ISDND : Installation de stockage de déchets non dangereux

LIE : Limite Inférieur d'Explosivité.

LES : Limite Supérieur d'Explosivité.

MES : Les matières en suspension.

MVS : Les matières volatiles en suspension.

MMS : Les matières minérales sèches.

MS : matières sèches.

MM : matières minérales.

N org : L'azote organique.

$N\text{-}NO_2^-$: L'azote nitreux.

$N\text{-}NO_3^-$: L'azote nitrique.

$N\text{-}NH_4^+$: L'azote ammoniacal.

NGL: Azote Total.

OMS: Organisation mondial de sécurité.

PCB : Polychlorobiphényles.

PCRA : Produits de Curage des Réseaux d'Assainissement.

PH : Le potentiel d'Hydrogène.

PPM : Particule Par Millions.

PRAP : Prévention des Risques liés à l'Activité Physique.

SEOR : Société de l'Eau et de l'assainissement d'Oran.

SFB : Bouillon au sélénite de sodium cystéine.

STEP : station d'épuration.

VLE : Valeur Limite d'Exposition.

VME : Valeur Moyenne d'Exposition.

Résumé

Les rejets des effluents résiduaires urbains et industriels qui se jetaient directement et sans traitement préalable dans El Sebkha généraient une pollution importante, c'est pour mettre un terme à cette pollution que la station d'épuration d'El Karma a été érigée.

L'étude a été menée sur la station de traitement et d'épuration des eaux usées urbaines d'El karma (la wilaya d'Oran). Cette étude consiste à estimer le rendement de l'élimination de la charge polluante par des procédés physico-chimiques et biologiques dans l'objectif d'évaluer un traitement des eaux épurées parfait par la station.

Pour cela, notre étude a été axée sur plusieurs étapes de traitement (physico-chimiques et biologiques) ; un prétraitement, traitement primaire et secondaire, traitement des boues, identification des risques et les mesures d'hygiène et de sécurité nécessaires.

Tout d'abord, on décrit les eaux usées, paramètre de mesures de la pollution et l'épuration des eaux usées. Ensuite, on a parlé généralement des sous-produits d'eau épurée et la boue d'épuration. En outre, on a décrit brièvement la station d'el karma avec des illustrations. D'ailleurs, on a traité les méthodes, les matériels utilisés dans le laboratoire. Finalement, on a identifié les risques et les mesures d'hygiène et de sécurité nécessaires pour une meilleure protection et prévention**.** On peut déduire que l'épuration des eaux usées urbaines par la STEP d'EL KARMA est efficace.

Mots clé : eaux usées urbaines, la station d'épuration (STEP) d'El Karma.

Abstract:

The discharges of urban and industrial wastewater that were directly and without prior treatment into El Sabkha generated significant pollution, and it was to put an end to this pollution that the El Karma wastewater treatment plant was built.

The study was carried out on the urban wastewater treatment plant of El Karma (the wilaya of Oran) and consisted in estimating the efficiency of the elimination of the pollutant load by chemical and biological processes with the aim of evaluating a perfect treatment of the purified water by the plant.

For this purpose, our study focused on several treatment steps (physico-chemical and biological); pre-treatment, primary and secondary treatment, sludge treatment, identification of risks and the necessary hygiene and safety measures.

Firstly, wastewater, pollution measurement parameter and wastewater treatment are described. Subsequently, the by-products of treated water and sewage sludge were generally discussed. In addition, the El Karma plant was briefly described with illustrations. In addition, the methods and materials used in the laboratory were discussed. Finally, the risks and the hygiene and safety measures necessary for a better protection and prevention have been identified. It can be deduced that the treatment of urban wastewater by the EL KARMA WWTP is efficient.

Key words: urban wastewater, El Karma wastewater treatment plant (WWTP).

ملخص :

تسببت تصريفات مياه الصرف الصحي الحضرية والصناعية التي تدفقت مباشرة وبدون معالجة مسبقة في السبخة في تلوث كبير، ومن أجل وضع حد لهذا التلوث تم إنشاء محطة معالجة بالكرمة.

أجريت الدراسة على محطة معالجة وتنقية مياه الصرف الصحي الحضرية بالكرمة (ولاية وهران) ،وتضمنت هذه الدراسة تقدير كفاءة إزالة الملوثات عن طريق العمليات الكيميائية والبيولوجية بهدف تقييم كامل لمعالجة المياه بالمياه بالمحطة،

ركزنا دراستنا على عدة مراحل من العلاج (فيزيائي-كيميائي وبيولوجي) ،المعالجة الأولية والثانوية ومعالجة الحمأة وتحديد المخاطر وتدابير الصحة والسلامة اللازمة.

أولا نصف مياه الصرف الصحي، وهي معلمة لقياس التلوث ومعالجة مياه الصرف الصحي، بعد ذلك، تحدثنا بشكل عام عن المنتجات الثانوية للمياه النقية وحماة الصرف الصحي. بالإضافة إلى ذلك، تم وصف محطة الكرمة بإيجاز بالرسوم التوضيحية، علاوة على ذلك، رأينا الأساليب والمواد المستخدمة في المختبر. أخيرا حددنا المخاطر والتدابير النظافة والسلامة اللازمة لتحسين الحماية والوقاية. استنتجنا أن معالجة مياه صرف الصحي الحضرية بواسطة محطة معالجة مياه الصرف الصحي بالكرمة فعالة.

الكلمات المفتاحية : مياه الصرف الصحي الحضرية محطة المعالجة (الكرمة).

Introduction :

L'eau est un élément essentiel de notre quotidien, et il est facile de prendre en considération lorsque celui-ci n'est pas de notre agrément. Les eaux usées urbaines (UE) représentent un poste important dans le domaine des déchets, cependant les villes ne sont pas toujours suffisamment généreuses sur ce point. Les épuisements des eaux usées urbaines ont un impact réduit sur l'environnement, la qualité de l'eau et la santé des personnes.

L'importance de la pollution des eaux exige de nos jours une épuration pour éviter que les effluents pollués ne provoquent une destruction totale de l'écosystème. Les eaux épurées peuvent assurer l'équilibre du cycle naturel d'eau et préserver les ressources en réduisant les rejets néfastes dans le milieu naturel.

A cet effet notre travail a été réalisé dans la station d'épuration des eaux usées d'EL KARMA «la wilaya d'Oran », dont l'objectif est d'étudier la performance et l'efficacité du traitement des eaux usées urbaines ainsi que la détermination des risques et des objectifs essentiels de sécurité pour les phénomènes dangereux.

Dans cette étude ; il a été montré que la station d'épuration d'el karma, dispose des diverses techniques de haute performance de traitement telles que : le prétraitement, traitement primaire (traitement physico-chimique) et secondaire (traitement biologique) et traitement des boues.

Ce manuscrit contient tous les éléments nécessaires qui servent à la bonne compréhension du déroulement du stage y compris les objectifs, lieu et autres informations. Il comporte plus précisément, une introduction sur l'objectif du stage et le thème choisi, une présentation de lieu de stage, son organisation et ses différentes missions, les différents objectifs accomplis pendant et après le stage, le déroulement de stage qui résume tous les procédés de traitement des eaux usées, et pour conclure, des recommandations suggérées pour minimiser les risques et améliorer le rendement de la STEP.

Chapitre I : Généralité sur les eaux usées

1 Définition d'une eau usée :

Les eaux résiduaires urbaines (ERU), ou eaux usées, sont des eaux chargées de polluants, solubles ou non, provenant essentiellement de l'activité humaine. Une eau usée est généralement un mélange de matières polluantes répondant à ces catégories, dispersées ou dissoutes dans l'eau qui a servi aux besoins domestiques ou industriels. Donc sous la terminologie d'eau résiduaire, on groupe des eaux d'origines très diverses qui ont perdu leurs puretés ; c'est-à-dire leurs propriétés naturelles par l'effet des polluants après avoir été utilisées dans des activités humaines (domestiques, industrielles ou agricoles). (32)

2 Origine des eaux usées :

2. 1. Les eaux usées urbaines (domestiques) :

Les effluents domestiques sont un mélange d'eaux contenant des déjections humaines : urines, fèces (eaux vannes) et eaux de toilette et de nettoyage des sols et des aliments (eaux ménagères).

Ces eaux sont généralement constituées de matières organiques dégradables et de matières minérales, ces substances sont sous forme dissoute ou en suspension. Elles se composent essentiellement par des eaux de vanne d'évacuation de toilette et des eaux ménagères d'évacuation des cuisines, salles de bains.

Elles proviennent essentiellement :

- Des eaux de cuisine qui contiennent des matières minérales, des substances alimentaires à base de matières organiques et des produits détergents.
- Des eaux de buanderie contenant principalement des détergents.
- Des eaux de salle de bain chargées en produits utilisés pour l'hygiène corporelle, généralement des matières grasses hydrocarbonées.
- Des eaux de vannes qui proviennent des sanitaires (W.C), très chargées en matières organiques hydrocarbonées, en composés azotés, phosphatés et microorganisme. (54)

2. 2. Les eaux usées pluviales :

Les eaux de pluie ruissellent dans les rues ou sont accumulées polluants atmosphériques, poussières, détritus, suies de combustion et hydrocarbures rejetés par les véhicules.

Les eaux de pluie collectées normalement a la fois avec les eaux usées puis déversées dans la canalisation d'assainissement et acheminées vers une station d'épuration, sont souvent drainées directement dans les rivières entrainant ainsi une pollution intense du milieu aquatique. (28)

2. 3. Les eaux usées industrielles :

L'eau résiduaire industrielle désigne l'eau qui provient des activités industrielles. Elle est différente des eaux usées domestiques et ses caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus de matières organiques, azotées ou phosphorées, elle peut également contenir des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des micropolluants organiques, des hydrocarbures.

Certaines d'entre elles doivent faire l'objet d'un prétraitement de la part des industriels avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte. Elles sont mélangées aux eaux domestiques que lorsqu'elles ne présentent plus de danger pour les réseaux de collecte et ne perturbent pas le fonctionnement des stations de traitement. (28)

2. 4. Les eaux usées agricoles :

Ce sont des eaux qui ont été polluées par des substances utilisées dans le domaine agricole. Dans le contexte d'une agriculture performante et intensive, l'agriculteur est conduit à utiliser divers produits d'origine industrielle ou agricole dont certains présentent ou peuvent présenter, des risques pour l'environnement et plus particulièrement pour la qualité des eaux. Il s'agit principalement :

- Des fertilisants (engrais minéraux du commerce ou déjections animales produite sous non sur l'exploitation) ;
- Des produits phytosanitaires (herbicides, fongicides, insecticides) :(32)

Donc ces eaux sont l'issus :

- Des apports directs dus aux traitements des milieux aquatiques et semi-aquatiques tels que le désherbage des plans d'eau, des zones inondables (faucardage chimique) et des fossés, ainsi que la démoustication des plans d'eau et des zones inondables (étangs et marais).
- Des apports indirects dus en particulier à l'entraînement par ruissellement, aux eaux de rinçage des appareils de traitement, aux résidus présents dans des emballages non correctement rincés ou détruits, aux eaux résiduaires des usines de fabrication et de conditionnement. (32).

3 Systèmes de collecte des eaux usées :

3. 1. Le système unitaire :

Ce réseau collecte l'ensemble des eaux noires, claires et grises d'une ville ou d'une région. Les avantages de ce système sont la conception simple dont il est constitué d'un seul collecteur avec un seul branchement, ainsi que pas de risque d'inversion de ce dernier. Les inconvénients sont lors d'un orage, les eaux usées sont diluées par les eaux pluviales avec L'apport de sable important à la station d'épuration. (8)

3. 2. Le système séparatif :

Ce système consiste à spécialiser chaque réseau selon la nature des effluents, le réseau d'évacuation des eaux domestique et parfois industrielles (selon le plus caractéristique) est séparé du réseau d'évacuation des eaux de pluie qui sont rejetées le plus souvent directement dans le milieu récepteur (mer, fleuve ou lac). Il a l'avantage de permettre l'assurance d'un régime permanent dans les STEP et la diminution du diamètre moyen du réseau de collecte des eaux usées, l'inconvénient réside dans le cout élève d'investissement (8).

3. 3. Le système pseudo-séparatif (mixte) :

Un système dit pseudo-séparatif pour lequel une partie des eaux pluviales est évacuée avec les eaux usées, il s'agit notamment des eaux des terrasses et des cours. Les eaux de ruissellement sont évacuées directement dans la nature par des caniveaux et des fosses. (8)

4 Paramètres de mesures de la pollution :

L'estimation de la pollution est un problème complexe et délicat, qui fait appel a des dosages et des tests de différents paramètres, servant à caractériser de manière globale et

pertinente le niveau de la pollution présente dans les effluents, parmi ces paramètres on cite les plus importants :

4. 1. Paramètres physiques :

4. 1. 1. Température :

La température influence plusieurs paramètres physico-chimiques de l'eau (oxygène dissous, nutriments, conductivité…). L'augmentation de la température de l'eau a pour effet d'accroitre les valeurs des constants des réactions chimiques et biochimiques.

La température optimale pour l'activité des micro-organismes, épurateurs est comprise entre 20°C-30°C, au-delà, la vitesse de réaction décroît rapidement et le floc bactérien se trouve rapidement épuisé en oxygène. (60)

4. 1. 2. Couleur :

La couleur apparente due aux matières en suspension et en solution, est en fonction des composés chimiques solubles colorés. (60)

4. 1. 3. Odeur :

L'eau d'égout fraîche a une odeur fade qui n'est pas désagréable, par contre en état de fermentation, elle dégage une odeur nauséabonde.

4. 1. 4. Les matières en suspension (MES) :

Ce sont les matières qui ne sont ni solubilisées, ni à l'état colloïdal. Ces matières en suspension comportent des matières organiques et matières minérales. Toutes matières en suspension ne sont pas décantables en particulier les colloïdes retenus par défauts. Leur taux est mesuré par filtration puis pesée, ou par centrifugation puis pesée. (60)

4. 1. 5. Les matières volatiles en suspension (MVS) :

C'est la quantité de matières organiques contenues dans les matières en suspension. La différence de poids MES à 105°C et MES à 525°C donne la perte au feu et correspond à la teneur en MVS d'une eau. (60)

4. 1. 6. Les matières minérales sèches (MMS) :

Elles représentent le résultat d'une évaporation totale de l'eau, c'est-à-dire son « extrait sec », constituées à la fois par les matières minérales en suspension et les matières solubles (chlorures, phosphates …). (60)

4. 2. Paramètres chimiques :

4. 2. 1. Le potentiel d'Hydrogène (pH)

Le PH d'une solution est la mesure de ma quantité d'ions d'hydrogène donc il est un indicateur d'équilibre entre OH^- et H^+ en solution. C'est l'un des critères qui permet de différencier entre une eau incrustante et une eau agressive. (60)

4. 2. 2. Turbidité

La turbidité est une caractéristique qui exprime le degré de « trouble » d'un liquide. C'est l'inverse de transparence. Cette transparence peut être affectée par la présence de particules en suspension et de matières colloïdales dans l'eau. (60)

4. 2. 3. Conductivité

La conductivité d'une eau indique son aptitude à conduire le courant électrique. Cette aptitude dépend de la teneur de l'eau en sels dissous, donc elle permet une bonne appréciation des matières dissoutes et peut faciliter la localisation d'une source de pollution. (60)

4. 2. 4. Demande chimique en oxygène (DCO)

C'est la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder toutes les matières organiques et les matières minérales contenues dans l'eau. (60)

4. 2. 5. Demande biologique en oxygène (DBO5)

C'est la quantité d'oxygène utilisé en 5 jours par les micro-organismes pour oxyder la matière organique. On ensemence l'effluent et on la sature en oxygène, puis au bout de 5 jours on mesure la quantité d'oxygène consommée. La DBO_5 est en fait une mesure de la fraction organique de la DCO. (60)

4. 2. 6. Oxygène dissous

La solubilité de l'oxygène dans l'eau est en fonction de la température, de la pression atmosphérique, de l'agitation et la salinité. C'est un paramètre très important car il permet de contrôler l'oxygénation des boues activées. (60)

4. 2. 7. La biodégradabilité

La biodégradabilité est exprimée par un coefficient K, tel que **K=DCO/DBO5.**

- Si K < 1.5 : fortement biodégradables.
- Si 1.5<K<2.5 : moyennement biodégradables.
- Si 2.5<K<3 : peu biodégradables.
- Si k≥ 3 : non biodégradables.

La valeur du coefficient K détermine le choix de la filière de traitement à adopté, si l'effluent est biodégradable on applique un traitement biologique, sinon on applique un traitement physico-chimique (28) (29).

4. 3. Les micropolluants organiques et non organiques :

Les micropolluants sont des éléments présents en quantité infinitésimale dans les eaux usées, tel que les métaux lourds ou les pesticides, peuvent s'accumuler dans les tissus des êtres vivants, et notamment dans les plantes cultivées. Il peut donc y avoir une contamination de la chaine alimentaire et une concentration de ces polluants dans les organismes. (26).

4. 3. 1. Éléments traces :

Les métaux lourds que l'on trouve dans les eaux usées urbaines sont extrêmement nombreux, les plus abondants sont : le fer, le zinc, le cuivre et le plomb.
Les autres métaux (manganèse, aluminium, chrome, arsenic, sélénium, mercure, cadmium, molybdène, nickel, etc.) sont présents à l'état de traces. (21)

4. 3. 2. Les micropolluants organiques :

Les micropolluants d'origine organique sont extrêmement nombreux et varies, ce qui rend difficile l'appréciation de leur dangerosité. Ils proviennent de l'utilisation domestique de détergent, pesticides, solvants, et également des eaux pluviales : eaux de ruissellement sur les terres agricoles, sur le réseau routier, etc. Ils peuvent aussi provenir de rejets industriels quand ceux-ci sont déverses dans les égouts ou même des traitements de désinfections des effluents par le chlore (26).

4. 3. 2. 1 L'azote :

C'est un élément qui se trouve sous forme ammoniacale, organique ou inorganique. (Ammoniaque, nitrite, nitrate), il constitue la majeure partie de l'azote total.
L'azote contenu dans les eaux résiduaires domestique à essentiellement une origine urinaire.
On estime à environ 13g /jours la quantité d'azote rejetée par un adulte.
L'azote est l'un des éléments qui favorisent la prolifération d'algues, par conséquent la réduction de la teneur avant le rejet des eaux est plus que nécessaire (12).

4. 3. 2. 2 Le phosphore :

Le phosphore peut se trouver sous forme minérale (en provenance des lessives ou des rejets industriels) ou organique. Élément indispensable à la vie des algues, la présence de phosphore entraîne un risque d'eutrophisation du cours d'eau ou du lac, c'est à- dire que celui-ci peut se voir envahi par un développement excessif de la population algale (36).

4. 4. Les paramètres biologiques :

Les eaux usées contiennent toutes les micro-organismes extraites avec les matières fécales, ils sont accompagnés d'organismes pathogènes, l'ensemble de ces organismes peut être classe en quatre grands groupes : les bactéries, les virus, les protozoaires et les helminthes.

4. 4. 1. Les bactéries :

Les bactéries sont des organismes unicellulaires simples et sans noyau, leur taille est comprise entre 0,1 et 10 µm, elles se multiplient dans les eaux usées et les boues résiduaires, 100 ml d'une eau usée urbaine contient environ 106 à 107 bactéries dont 103 sont pathogènes par les plus connues on trouve les salmonelles qui sont responsables de la typhoïde. (26)

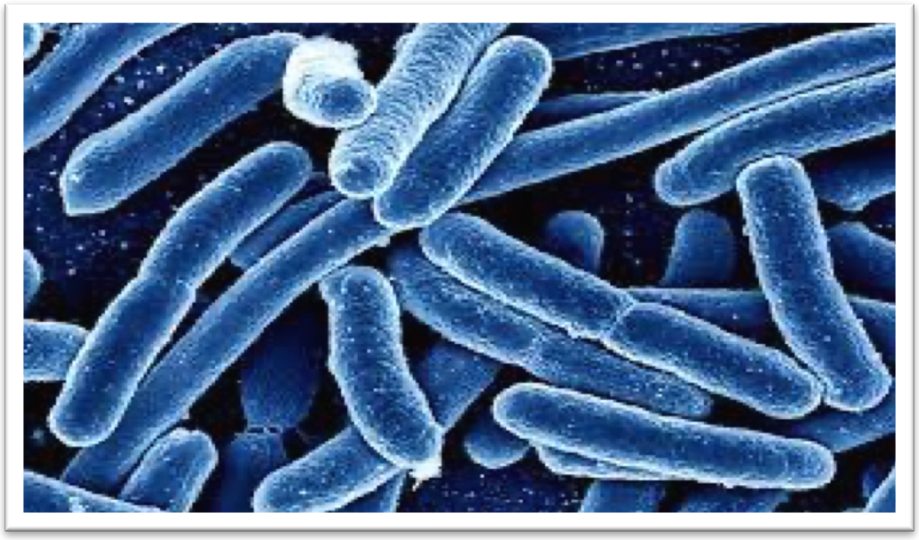


Figure I. 1 : vue microscopique des bactéries.

(fr.depositphotos.com)

4. 4. 2. Les virus :

Les virus sont des parasites intracellulaires qui ne peuvent se multiplier que dans une cellule hôte. On estime leur concentration dans les eaux usées urbaines de 103 à 104 particules par litre.

Les virus entériques sont ceux qui se multiplient dans le trajet intestinal. Parmi les virus entériques humains les plus importants, on peut-il citer les entéro virus, les rota virus, les adéno virus et le virus de l'Hépatite a qui ont une durée de vie d'environ 3 mois. (15)



figure I. 2 : Vue microscopique des virus

4. 4. 3. Les protozoaires :

Les protozoaires sont des organismes unicellulaires, plus complexes et plus gros que les bactéries. La plupart des protozoaires pathogènes sont des organismes parasites, c'est-à-dire qui se développent aux dépens de leur hôte.

Certains protozoaires adoptent au cours de leur cycle de vie une forme de kyste, cette forme peut résister généralement aux procèdes de traitement des eaux usées. (15)

4. 4. 4. Les helminthes :

Les helminthes sont des vers multicellulaires, tout comme les protozoaires, ce sont majoritairement des organismes parasites.

Les œufs d'helminthes sont très résistants et peuvent notamment survivre plusieurs semaines, voire plusieurs mois sur les sols ou les plantes cultivées.

La concentration en œufs d'helminthes dans les eaux usées est de l'ordre de 10 à 103 œufs / l. (4).

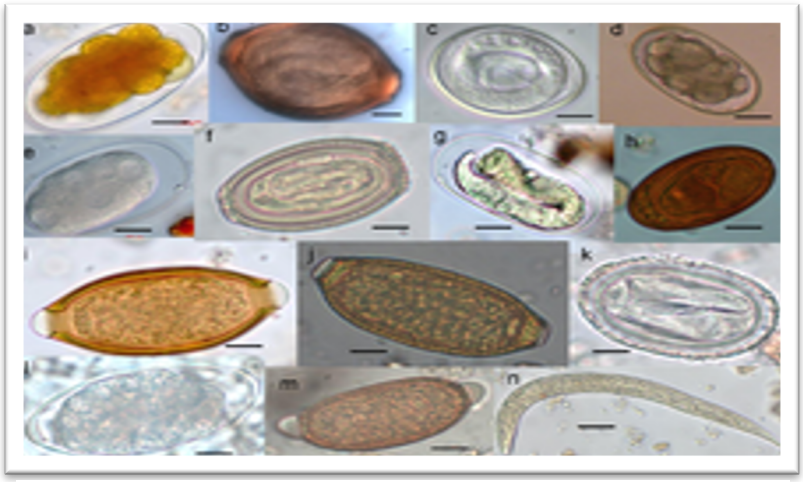


figure I. 3 : vue microscopique des helminthes.

(fr.wikipedia.org)

5 Station d'épuration :

5. 1. Définition générale de la STEP

La station d'épuration est une installation industrielle qui rend aux eaux usées une qualité compatible avec le cours d'eau récepteur.

Dans une station d'épuration, le traitement des eaux va se réaliser dans une série d'ouvrages, mis les uns derrière les autres et jouant chacun un rôle bien particulier.

L'épuration se réalise par élimination des éléments les plus grossiers (objets encombrants) jusqu'aux éléments microscopiques (matières dissoutes).
Une station d'épuration est généralement installée à l'extrémité d'un réseau de collecte, elle peut utiliser plusieurs principes, physiques et biologiques, le plus souvent, le processus est biologique car il fait intervenir des bactéries capables de dégrader les matières organiques.
La taille et le type des dispositifs dépendent du degré de pollution des eaux a épure, une station d'épuration est constituée d'une succession de dispositifs, conçus pour extraire en différentes étapes les différents polluants contenus dans les eaux.
La pollution retenue dans la station d'épuration est transformée sous forme de boues.

5. 2. Objectif d'une STEP

- Protection de la nappe phréatique contre la pollution ;
- Éviter aux agriculteurs l'irrigation des terres agricoles avec les eaux usées ;
- Minimiser le risque des maladies à transmission hydrique ;
- Réutilisation des eaux épurées dans le domaine de l'irrigation ;
- Économie importante de l'eau ;
- Éviter la surexploitation des nappes souterraines.

5. 3. Épuration des eaux usées

L'épuration est un ensemble de techniques qui permettent le traitement des eaux usées des habitants et des industriels raccordés au réseau d'assainissement ainsi que des eaux pluviales, soit pour les recycler dans le milieu naturel, soit pour les transformer en eau potable

La filière de l'épuration des eaux usées recommande différentes techniques à divers niveaux technologiques souvent très élaborées ceci est illustré comme étant des méthodes classiques de traitement ; ainsi que de nouvelles techniques visant la protection de l'environnement et la sauvegarde du milieu naturel ont apparus celle-ci est démontré sous le vocable de lagunage ou phytoépuration

Les différents procèdes épuratoires sont décrits dans l'ordre classiquement adopte en épuration

- Prétraitements : dégrillage, dessablage, déshuilage.
- Traitements primaires : procèdes décantation physique, procèdes décantation chimique

- Traitement secondaires (biologique) : épuration biologique des matières organiques.
- Traitements tertiaires : azote, phosphore, désinfection, traitement des boues.

5. 3. 1. Le prétraitement : (10)

Le prétraitement a pour objectif l'extraction des matières les plus grossières (Brindilles, Feuilles, tissus ...) et des éléments susceptibles de gêner les étapes ultérieures du traitement .il comprend :

- Le dégrillage
- Le dessablage
- Le déshuilage/ dégraissage

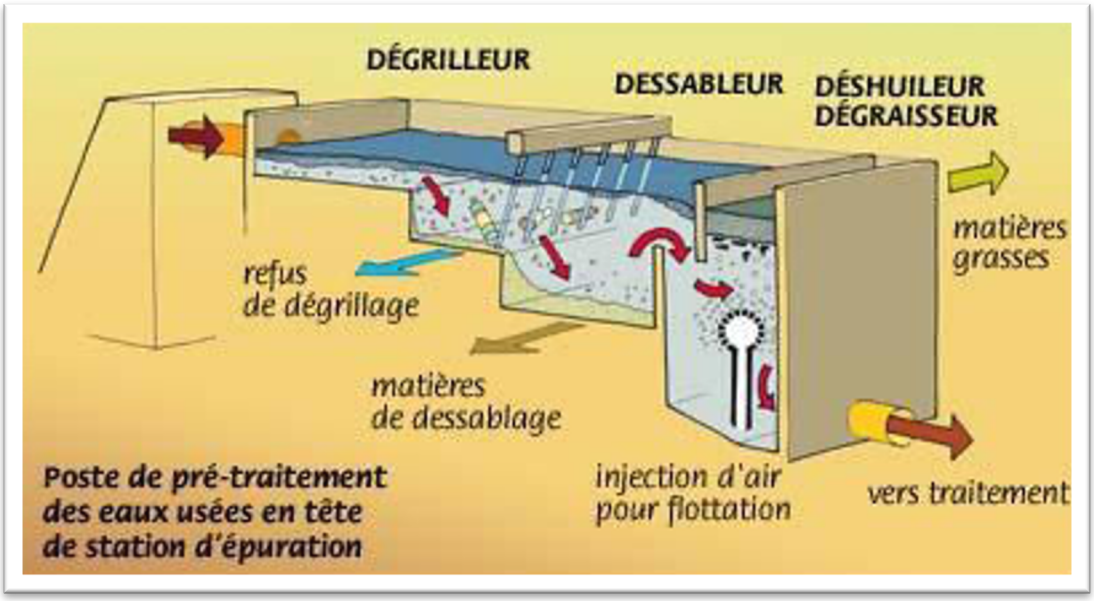


figure I. 4 : Les étapes du prétraitement.

(www.caue60.com)

5. 3. 1. 1 Le dégrillage : (10)

Il permet l'élimination de macro déchets (papiers, bois, plastique, chiffons, etc.) qui sont retenus par des grilles. Cela permet de protéger les ouvrages avals contre l'arrivée de gros objets susceptibles de provoquer des bouchages dans les différentes unités de l'installation. Il rend également plus efficace les traitements suivants car ils ne sont pas gênés par ces matières grossières et s'appliquent donc directement sur l'eau. Le dégrillage est classé en trois catégories selon l'écartement entre barreaux de grille :

- le pré-dégrillage, pour un écartement supérieur à 40 mm .
- le dégrillage moyen, pour un écartement de 10 à 40 mm
- le dégrillage fin, pour un écartement inferieur à 10 mm

Ces macro déchets sont ensuite récupérés par un dispositif mobile (râteau d'évacuation et godet) qui remonte le long des grilles et les fait tomber dans une benne qui une fois pleine les transporte vers un compacteur à déchets. Ce dernier permet de réduire le volume des macro déchets et de retirer une partie de l'eau qu'ils contiennent (eau redirigée vers la filière de traitement). Les macros déchets sont ensuite traités de manière spécifique, soit envoyés en centre d'enfouissement technique de classe 2 soit en incinérateur. (61)

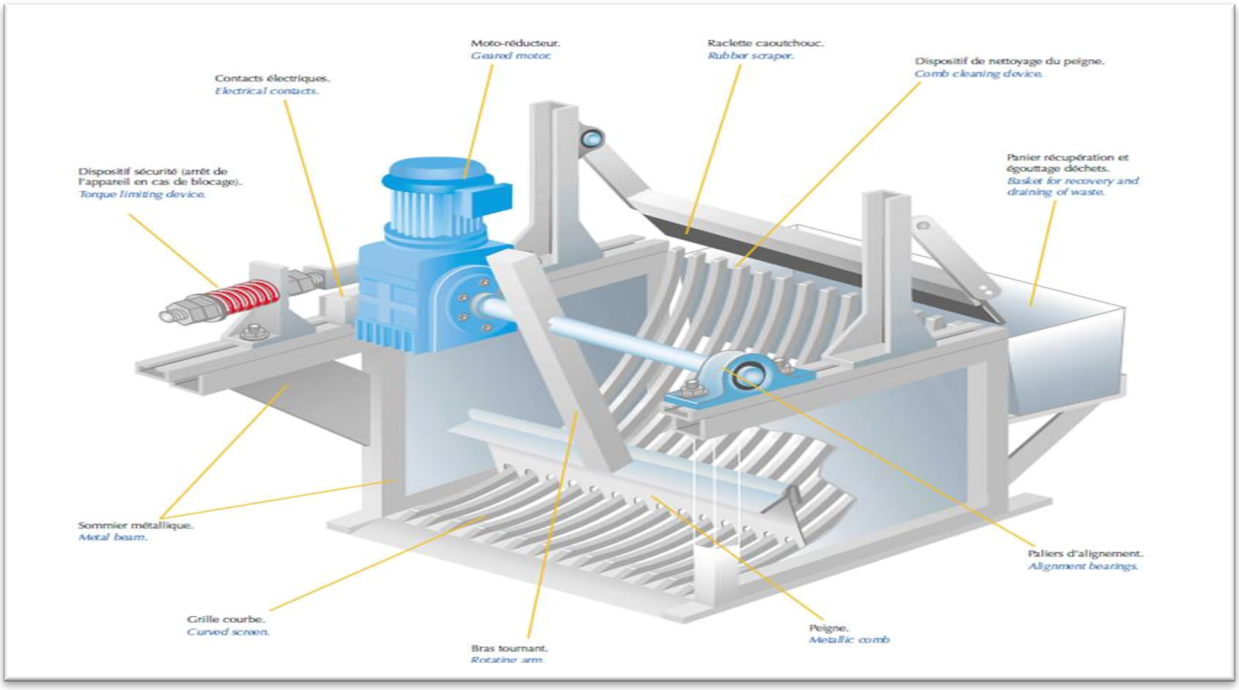


figure I. 5 : Schéma d'un dégrilleures.

Source : (www.europelec.com)

5. 3. 1. 2 Le dessablage : (10)

Il permet l'élimination, par décantation, des sables et des graviers qui se déposent au fond des bassins au cours de l'écoulement. S'ils n'étaient pas enlevés, ils se déposeraient plus loin, gênant le fonctionnement de la station et provoquant une usure plus rapide des éléments mécanique comme les pompes. « Les sables » sont traités spécifiquement, et en fonction de la performance du traitement, ils pourront être valorisés par la suite. (61).

5. 3. 1. 3 Le dégraissage – déshuilage :

On regroupe sous le terme « d'huile » des produits liquides aussi différents que les huiles végétales, les huiles minérales et les hydrocarbures légers. Le déshuilage permet l'élimination des huiles et des graisses qui remontent à la surface du bassins lorsque l'eau et soufflée et aérée ;on parle de déshuilage par flottation assistée (utilisation de bulles d'air). Pour un dégraissage sommaire, l'air est insufflé par des diffuseurs à bulles moyennes allant de 2 à 4 mm de diamètre, provoquant une turbulence qui sépare les particules lourdes agglomérées des graisses. Pour un dégraissage plus poussé, les bulles utilisées sont plus fines (de 0,5 à 1 mm de diamètre) et sont produites par un aérateur immergé. Les huiles et les graisses sont ensuite récupérées par raclage en surface puis soit traitées spécifiquement, soit évacuées en CET, soit en incinération. Les graisses perturbent les traitements biologiques en limitant la diffusion d'oxygène dans l'eau et en gênant la décantation des boues ; de plus elles peuvent être, de par leurs propriétés chimiques, source d'odeurs nauséabondes et de colmatage des canalisations. Enfin, les substances lipidiques favorisent le développement des bactéries filamenteuses pouvant générer de graves perturbations des stations d'épuration. (19). (61).

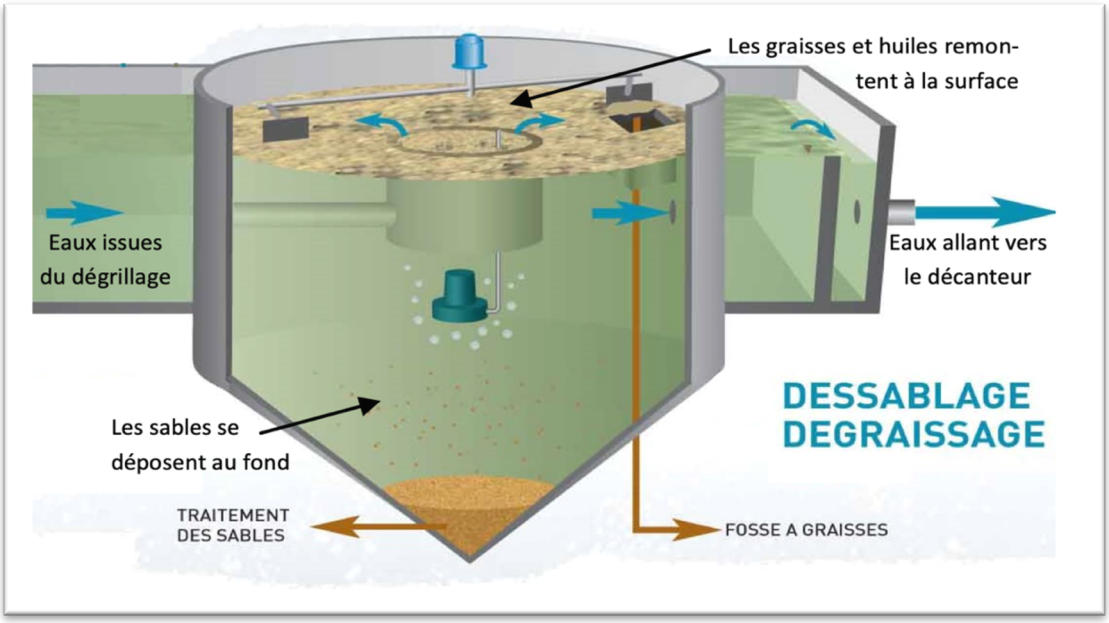


figure I. 6 : Principe de dessablage et de dégraissage / déshuilage.

Source : https://svt.ac-versailles.fr/IMG/pdf/pac2a1_-_exercices_experts.pdf

5. 3. 2. Le traitement primaire : (Traitements physico-chimiques)

Le traitement s'effectue par voie physico-chimique et a pour but d'extraire le maximum de matières en suspension et de matières organiques facilement décantables trois voies de traitement sont possible :

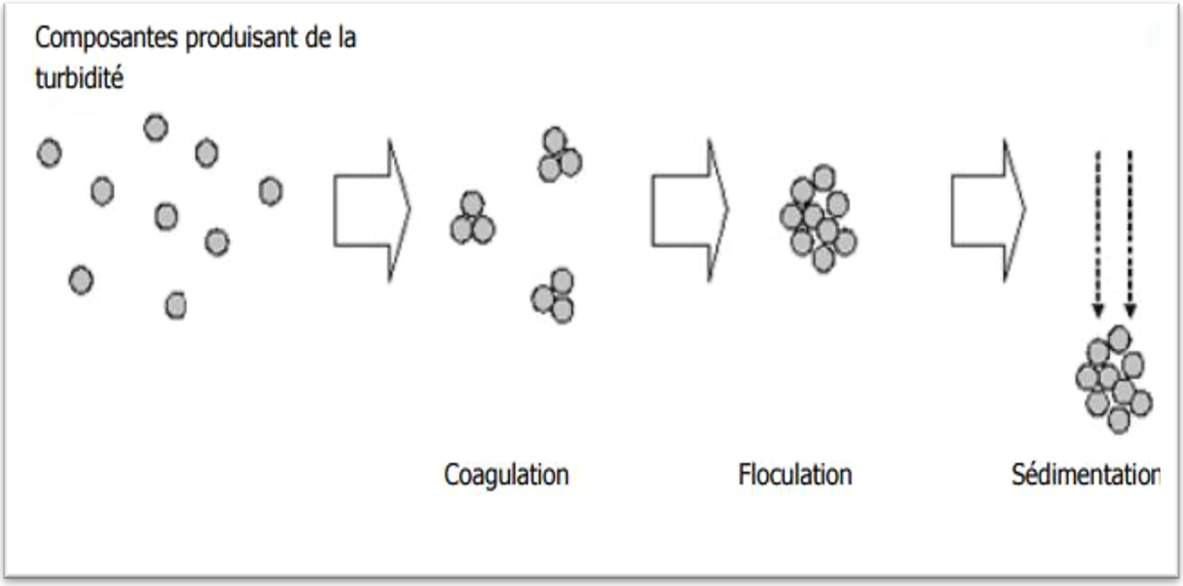


figure I. 7 : :processus de coagulation, floculation et sédimentation.

Source : www.safewater.org

5. 3. 2. 1 Coagulation – floculation (voie physicochimique)

Le principe est ici de favoriser l'agrégation des molécules en suspension grâce aux techniques de coagulation et de floculation de façon a augmenté la sédimentation grâce a l'obtention de flocs plus gros.

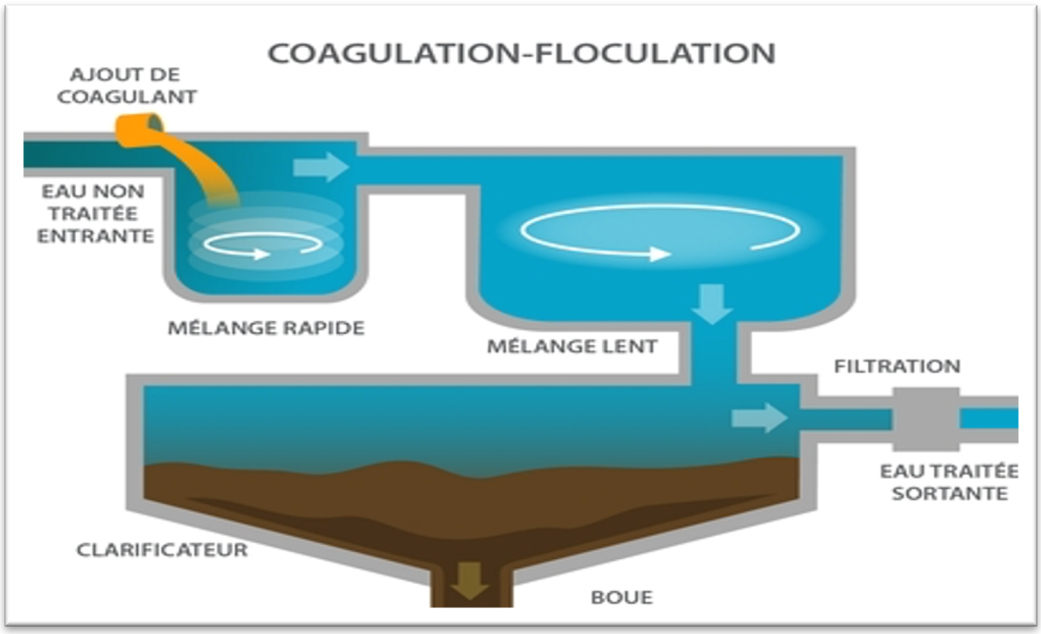


figure I. 8 : coagulation - floculation.

Source :www.koshland-science-museum.org

5. 3. 2. 2 La décantation (processus physique) :

Le principe de séparation solide –liquide est la pesanteur, les matières en suspension ou colloïdales tendent a se séparer du liquide par sédimentation.

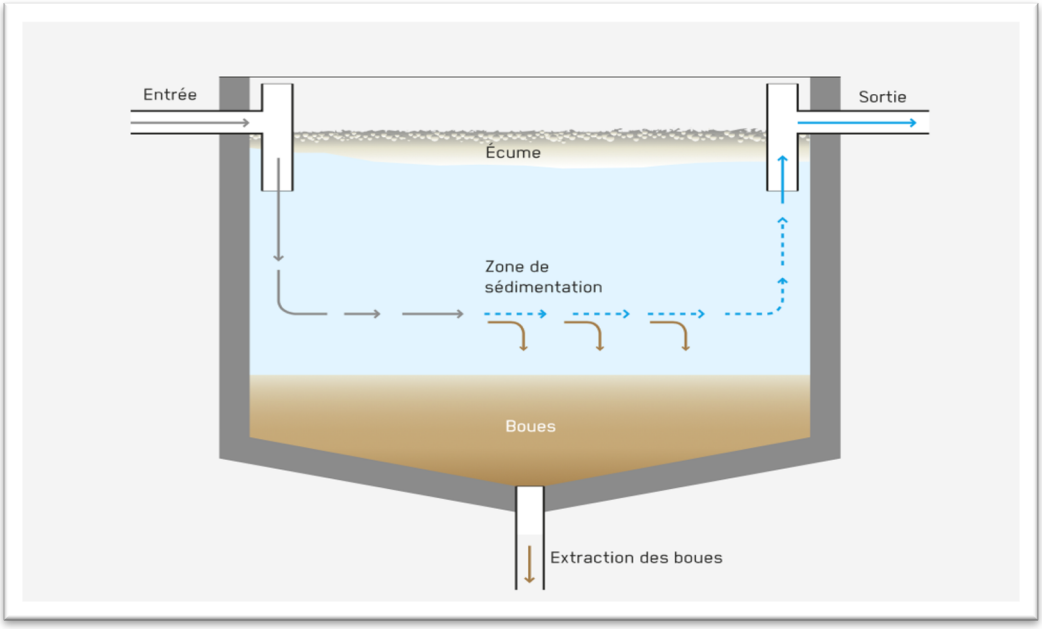


figure I. 9: schéma de fonctionnement de décantateur.

Source : www.emersan-compendium.org

5. 3. 2. 3 La flottation (processus physique) :

Par opposition à la décantation, la flottation est un procédé de séparation solide – liquide ou liquide –liquide qui s'applique à des particules dont la masse volumiques réelle ou apparente (flottation assistée) a celle du liquide qui les contient.

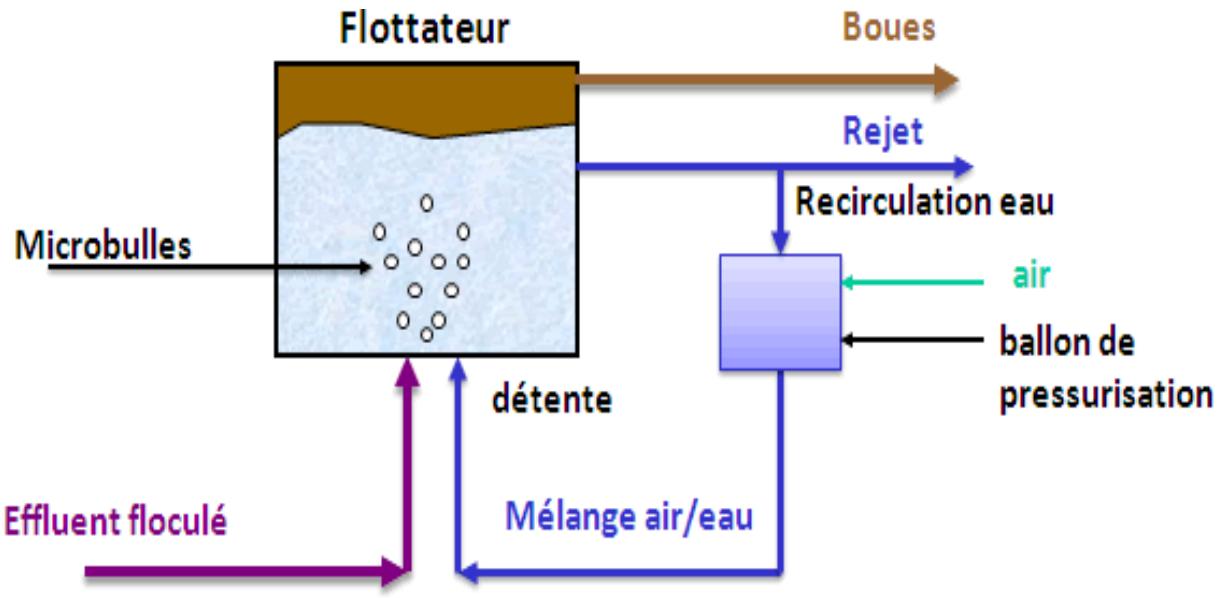


figure I. 10 : schéma de fonctionnement.

Source : www.emse.fr

Durant la phase de traitement primaire, une quantité importante de la pollution totale est éliminée (abattement des matières en suspension pouvant atteindre 90% et de la demande biochimique en oxygène de l'ordre de 35%. La DCO et la concentration en azote peuvent également être réduits durant cette phase de traitement. Les matières solides extraites représentent ce que l'on appelle les boues primaires. (10) (20).

5. 3. 3. Le traitement secondaire : (Traitements biologiques)

Le principe du traitement biologique repose sur la dégradation des composés organiques présents dans l'effluent par des microorganismes (aérobies et/ou anaérobies). Ceux-ci, pour se développer, vont se nourrir de cette pollution organique dissoute. Ces microorganismes exercent, d'autre part, un effet physique de rétention de la pollution organique par leur propension à se rassembler en films ou flocons. Dans le cas des bactéries aérobies, l'oxygène nécessaire à leur métabolisme leur est apporté par des dispositifs d'aération.

Les techniques de traitement biologique les plus couramment employées sont décrites dans les paragraphes Suivants :

5. 3. 3. 1 Culture fixe / lit fixe :

Une station est dite à culture fixe quand elle contient au sein de son bioréacteur des supports solides où les micro-organismes responsables du traitement des eaux sont fixés. Le support bactérien est un lit fixé en mouvement. Ce lit est sous forme de disques partiellement immergés et équipés d'un axe de rotation en leur centre. La rotation est faite par l'intermédiaire d'un moteur électrique. La rotation permet aux micro-organismes d'être cycliquement immergés dans les eaux à traiter, exposés à l'oxygène atmosphérique, permettant ainsi d'assurer les conditions nécessaire à leur développement. La transmission peut se réaliser par une courroie ou une chaîne ; l'existence d'un moteur entraîne une consommation électrique et des risques de panne (46).

5. 3. 3. 2 Culture libre :

Les dispositifs à culture libre permettent d'assurer le traitement des eaux usées suivant le principe d'une dégradation aérobie (avec oxygène) des eaux usées par des micro-organismes en culture libre (bactéries). Les stations agissent par une oxygénation forcée qui développe de manière importante des bactéries aérobies. Ces micro-organismes dégradent les matières polluantes de l'eau. Le système d'aération est généré par un surpresseur, un compresseur ou turbine. (46)

a. Lagunage :

Une station de lagunage est une succession de trois bassins de rétention peu profonds dans lesquels l'eau s'écoule lentement par gravité. Dans chacun de ces bassins, stagne une tranche d'eau où évolue un écosystème particulier.

Première lagune : Elle favorise la décantation des matières organiques ainsi que la décomposition, anaérobie dans le fond du bassin et aérobie dans la colonne d'eau. Elle est le siège prépondérant de l'abattement de la charge carbonée. En sortie de ce bassin, la concentration en bactéries et microalgues peut être importante.

Deuxième lagune : Elle permet un abattement de l'azote, du phosphore et une réduction de la concentration algale.

Troisième lagune : Elle optimise l'abattement obtenu et permet de conserver une bonne qualité de traitement lors d'un incident (dysfonctionnement) ou d'une opération d'entretien (curage). (29)

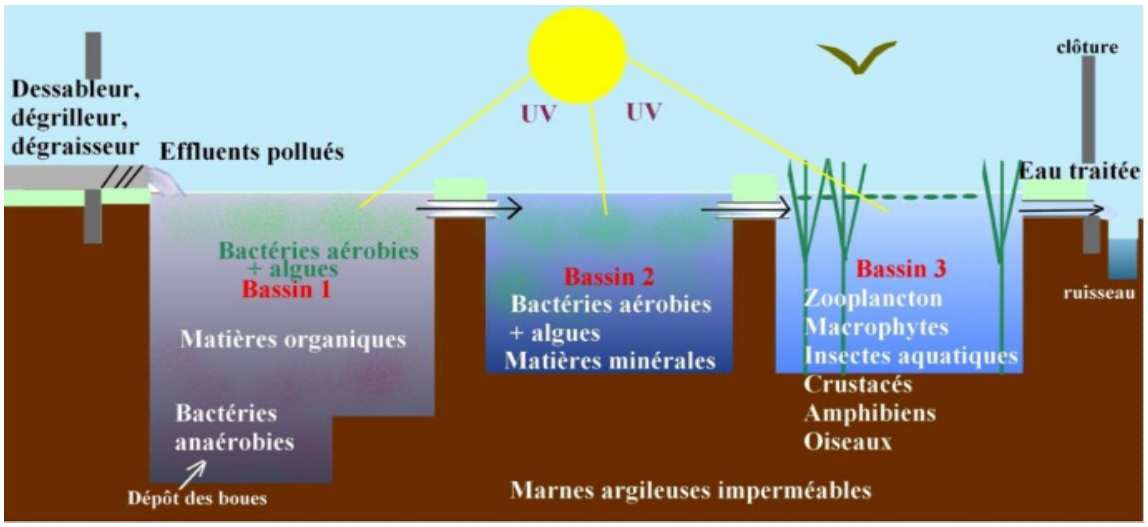


figure I. 11: principe de fonctionnement de l'épuration des eaux usées par lagunage.

(https://lespaturagesdulittoral.fr/assainissement- écologique/).

b. Boues activées :

Les boues activées sont utilisées comme épurateur biologique dans le traitement des eaux usées. La boue activée, composée essentiellement de micro-organismes floculants est mélangée avec de l'oxygène dissous et de l'eau usée. C'est ainsi que les micro-organismes de la boue activée entrent constamment en contact avec les polluants organiques des eaux résiduaires, ainsi qu'avec l'oxygène, et sont maintenus en suspension. L'aération des eaux résiduaires a lieu dans des bassins en béton qui ont une forme appropriée en fonction du système d'aération, du mode d'introduction des eaux et de la boue activée. On appelle ces bassins : bassins d'aération ou bassins à boues activées. Afin de maintenir une biomasse suffisante, la boue est recyclée par pompage dans le bassin de décantation secondaire (10).

5. 3. 4. Traitements tertiaires :

Toutes les opérations décrites aboutissent à une élimination de la majeure partie des matières polluantes. Cependant, le traitement secondaire n'élimine qu'environ 35 % de l'azote et du phosphore, et on retrouve 10 à 15 % de micro- organismes dans l'eau ainsi épurée. Le but des traitements tertiaires est d'améliorer la qualité des paramètres des eaux traitées, et d'éliminer la plus grande partie possible des micro-organismes restants afin d'éviter tout risque sanitaire.

Parmi ces traitements on rencontre :

5. 3. 4. 1 Une déphosphatation :

Chimique (utilisant des réactifs tels que les sels de fer, la chaux...) ou biologique (on travaille dans un premier temps en anaérobiose, puis on réoxygène le milieu ; de ce fait, les micro-organismes, après avoir vécu dans un milieu sans oxygène, se mettent à consommer quatre fois plus de phosphate en présence d'oxygène).

5. 3. 4. 2 Une dénitrification :

Par voie physico-chimique (échange d'ions) ou biologique (le procédé consiste dans un premier temps à oxyder la matière azotée en nitrates, et ceci en oxygénant le bassin à boues activées ; l'effluent est ensuite envoyé en zone anoxie où les bactéries vont utiliser l'oxygène des nitrates et libérer de l'azote gazeux).

Ces traitements permettent la protection du milieu naturel, en empêchant le développement inconsidéré des algues et autres végétaux.

5. 3. 4. 3 Une filtration :

Sur lit de sable qui permet de retenir les dernières particules en suspension et éventuellement les micro-organismes qui pourraient y être fixés.

5. 3. 4. 4 Une désinfection :

Chimique (chlore ou ses dérivés, produits oxydants Ozone…) ou physique (rayons ultra-violets, procédé de séparation sur membranes).

- Chimique :

Le chlore a l'état gazeux ou sous forme d'hypochlorite de sodium est actuellement très utilise ; cependant, son inconvénient majeur réside dans sa toxicité pour la faune et la flore.

Le bioxyde de chlore est très efficace, son activité désinfectante est supérieure celle du chlore, sa toxicité sur la faune et la flore serait moindre. Il présente l'inconvénient de devoir être fabrique sur le lieu de son utilisation, car il n'est pas stable et explose facilement.

L'ozone est un désinfectant puissant, mais les couts qu'il engendre pour sa mise en œuvre sont trop importants.

- Physique :

Les rayons ultra-violets présentent un avantage certain quanta leur pouvoir germicide ; l'absence de toxicité et une exploitation relativement facile en font un bon compromis pour les stations de faible taille.

La séparation sur membranes (procédé d'ultrafiltration, d'osmose inverse...) semble intéressante mais son cout est trop élevé.

Ces traitements sont choisis en fonction des Hélix de rejet des eaux traitées : proximité de baignade, captage d'eau potable ou protection du littoral.

6 Conclusion :

L'importance de la pollution des eaux exige de nos jours une épuration pour éviter que les effluents pollués ne provoquent une destruction totale de l'écosystème.

L'eau usée est une source d'eau toujours disponible étant donne que la consommation d'eau propre ne s'arrête pas.

En effet, les eaux épurées peuvent assurer l'équilibre du cycle naturel d'eau et préserver les ressources en réduisant les rejets néfastes dans le milieu naturel.

Chapitre II : Généralité sur les boues et les sous-produits

1 Introduction :

Par sous-produits de l'assainissement, on entend tous les produits qui sont issus du l'épuration des eaux usées et pluviales, dont les origines sont l'entretien des équipements autonomes (graisses, matières de vidange), des réseaux (sables, matières de curage) ou des stations d'épuration (boues liquides).

Tous sont susceptibles d'être dépotés sur les stations d'épuration, mais nécessitent des procédés de traitement adaptés selon leurs caractéristiques.

2 Les sous-produits d'eau épurée :

Au fur et à mesure des traitements réalisés sur les eaux usées au sein de la station d'épuration, quatre sous-produits vont être générés. Les refus de grilles (dégrillage), les graisses (dégraissage) et les sables (dessablage) sont récupérés lors du traitement primaire tandis que les boues sont le résultat des traitements primaire (décantation), secondaire (biologie) et tertiaire (précipitation). (31)

- Des sables.
- Des graisses.
- Des refus de dégrillage.
- Les boues d'épuration

Leurs gisements s'accroissent, il faut les traiter, valoriser ou éliminer (51).

2. 1. Les sables :

Les sables sont issus du traitement physique de dessablage (séparation liquide/solide par décantation), ils représentent des déchets de faible dimension compris entre 200 microns et 2 mm Leur composition moyenne est de 10 à 20 % de matière organique et de 80 à 90 % de matière minérale. Après stockage en conteneurs spécifiques, ces sables sont dirigés vers le centre de réception des PCRA (Produits de Curage des Réseaux d'Assainissement) de la

station en vue d'y subir un lavage poussé pour obtenir une teneur résiduelle en matière organique inférieure à 3%. (31).



Figure II. 1: les sables.

2. 2. Les graisses :

Récupérées au niveau du traitement physique de dégraissage (séparation liquide/solide par flottation), les graisses sont centralisées en fosse de stockage avant d'être dirigées vers les centres HGF (Huiles-Graisses-Flottants) des stations d'épuration pour y subir un traitement de saponification. (31)



Figure II. 2: les graisses.

2. 3. Les refus de dégrillage :

Les débris extraits en général simplement égouttés, la composition des produits secs variables avec teneur en matière organique comprise entre 60 et 80% fort caractère fermentescible.

Issus du traitement mécanique de dégrillage, les refus de grilles sont les déchets les plus grossiers qui sont récupérés en station d'épuration. On y retrouve principalement des lingettes, des papiers, des feuilles et brindilles, des canettes, etc. Étant d'origine fort hétérogène, ils sont éliminés vers une incinération d'ordures ménagères.

La composition de ces déchets peut être estimée comme suit :

- 25 à 70% de chiffons, papiers, cartons et végétaux.
- 7 à 27% de résidus plastiques.
- 2 à 3% de sables et graviers. (51) ; (31).

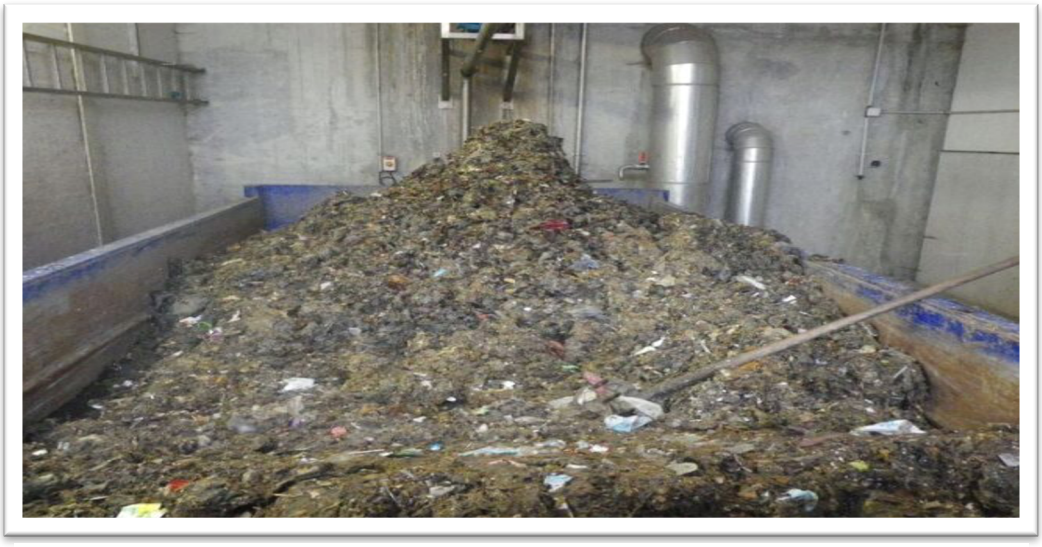


Figure II. 3: les refus de dégrilleur.

Source (www.hydro-group.com)

2. 4. Les boues d'épuration :

Représentant le sous-produit principal d'une station d'épuration, les boues d'épuration sont issues des traitements : primaire, biologique et chimique réalisés au sein de l'ouvrage d'assainissement. Récupérées aux niveaux des décanteurs de la station d'épuration, elles sont

déshydratées par voie naturelle (lits de séchages) ou par voie mécanique (filtre-bande, filtre-presse ou centrifugeuse). (31).

3 La boue d'épuration :

3. 1. Définition de la boue :

Boue de station d'épuration désigne l'ensemble des résidus de l'activité biologique des micro- organismes vivant dans les stations d'épuration, qui transforment les matières transportées par les eaux usées pour qu'elles puissent en être extraites.
Elles sont constituées essentiellement d'eau, de sels minéraux et de matière organique (27)

3. 2. Type des boues :

Les boues résiduaires et d'épurations sont classées en fonction de la nature du traitement épuratoire qu'elles subissent.

3. 2. 1. Les boues primaires :

Ceux sont des dépôts proviennent du traitement primaire des eaux usées, par décantation (40).

3. 2. 2. Les boues biologiques (ou boues activées ; secondaires) :

Proviennent d'une épuration biologique des eaux usées, composées d'agrégats de micro flocs bactériens (40).

3. 2. 3. Les boues physico-chimiques (boues tertiaires) :

Proviennent de la décantation après traitement avec des réactifs chimiques (agents floculant). (40)

3. 2. 4. Les boues mixtes :

Les boues mixtes sont constituées d'un mélange de boues primaires et de boues secondaires (les boues physico-chimiques). (42)

3. 2. 5. Les boues d'aération prolongée :

A la différence des boues biologiques qui succèdent à un traitement de décantation primaire, les boues d'aération prolongées ne passent pas par un traitement de décantation mais

proviennent directement de matières polluantes aérées de manière intensive. Les boues d'aération prolongée sont très peu concentrées et contiennent moins de matières organiques que les boues biologiques. Elles sont moins donc susceptibles de produire des odeurs. (42)

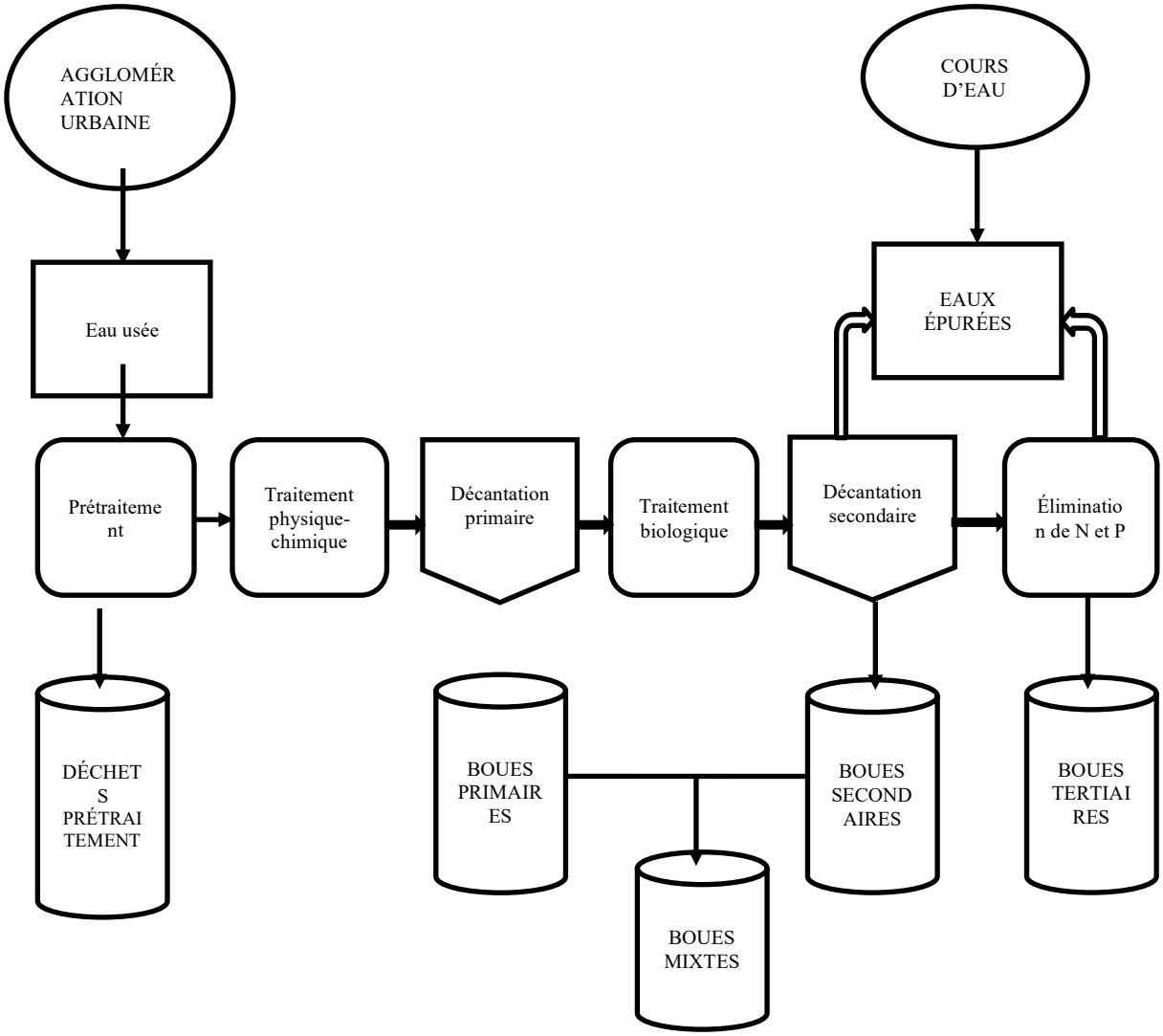


Figure II. 4 : Processus de traitement des eaux usées

Source : (www.condorchem.com)

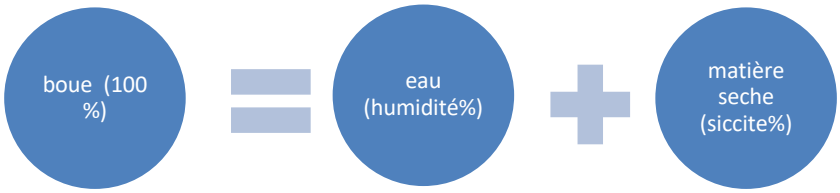
3. 3. Les caractéristiques physico-chimiques des boues :

La composition des boues d'épuration varie suivant plusieurs critères :

3. 3. 1. Le taux de matière sèche (ou la siccité)

La boue est essentiellement constituée d'eau et de matières sèches (MS). Le pourcentage d'eau représente l'humidité ; le pourcentage de matières sèches la siccité.

Ainsi une boue à 10 % de siccité présente une humidité de 90 %. (57)



3. 3. 2. Matière sèche (MS) :

Il s'agit de mesurer le poids du résidu sec après chauffage à (105°C) jusqu'au poids constant, on l'exprime généralement en pourcentage, celui-ci varie de 2 à 8 % de matière sèche (57).

3. 3. 3. Le taux de matières volatiles sèches (MVS) :

Les matières sèches (MS) sont composées de matières minérales (MM) et de matières organiques appelées matières volatiles sèches (MVS). La concentration des MVS est généralement exprimée en pourcentage par rapport aux MS : on parle de taux de MVS. Le contrôle de ce paramètre permet de suivre la stabilité de la boue. (57) (59).

MS= MVS+ M.M

3. 4. La consistance des boues :

La consistance des boues dépend de leur taux de matière sèche. On distingue 4 niveaux de consistance :

- Les boues liquides : elles présentent une siccité de 0 à 10 %
- Les boues pâteuses : elles présentent une siccité de 10 à 25 %
- Les boues solides : elles présentent une siccité de 25 à 85 %
- Les boues sèches : elles présentent une siccité supérieure à 85 %

3. 5. La composition des boues

La composition exacte des boues varie en fonction de l'origine des eaux usées, de la période de l'année, du type d'épuration et du conditionnement pratiqué dans la station d'épuration. (13),(64).

En général, trois sortes d'éléments sont présentes dans les boues :

-Des éléments fertilisants.

- Des éléments indésirables (contaminants chimiques inorganiques et organiques).

- Des micro-organismes pathogènes.

3. 5. 1. Éléments fertilisants :

Selon la dose appliquée, les boues peuvent couvrir, en partie ou en totalité, les besoins des cultures en azote, phosphore, magnésium, calcium et en soufre, elles peuvent aussi corriger des carences à l'exception de celle en potassium.

Les éléments en traces tels que le cuivre, le zinc, le chrome et le nickel présents dans les boues sont aussi indispensables au développement des végétaux et des animaux (63), (65).

3. 5. 2. Éléments indésirables

Les éléments indésirables contenus dans les boues peuvent avoir différentes natures et compositions, parmi ces éléments on y trouve **:**

- Des éléments traces minéraux : Constitues en majorité par des métaux, certains de ces éléments occupent une place essentielle à faibles concentrations dans l'organisme (oligo-éléments), mais deviennent généralement toxiques au-delà d'un certain seuil.
- Des micropolluants organiques : A savoir les substances les plus fréquemment considérées sont HPA (Hydrocarbures Polycycliques Aromatiques) et les PCB (Polychlorobiphényles) car ils sont particulièrement persistants.
- Dans cette catégorie on y trouve d'autres composés tels que les pesticides, les résidus de médicaments, les palatales, les nitrates, etc. (13)

3. 5. 3. Des micro-organismes pathogènes :

Tels que les virus, les bactéries, les protozoaires, les parasites, et les champignons. Ils sont notamment présents dans les matières fécales rejetées dans les réseaux d'eaux usées et donc inévitablement présents dans les boues brutes.

Les substances pharmaceutiques, malgré leur faible concentration dans les boues, restent bioaccumulables et entrent dans la chaine alimentaire. Elles peuvent donc présenter un risque pour les hommes. D'après l'étude de Thomas et al, 2002, certaines hormones ont une activité très faible après le traitement secondaire de l'eau et leurs effets sont quasi nuls après le traitement aérobie. (6)

3. 6. Techniques de traitements des boues :

Quelque soit le mode d'épuration des eaux, les boues sont initialement constituées d'eau, de matière organique fraiche très fermentescible, et des matières minérales dissoutes ou insolubles.

Selon le but de leur utilisation, des traitements complémentaires sont appliques pour :

- Réduire leur teneur en eau et leur volume et d'éviter la putréfaction de la matière organique facilement décomposable.
- Stabiliser la matière organique en diminuant sa fermentescible.
- Pour les hygiéniser, si nécessaire détruire les micro-organismes pathogènes (9), (16).

3. 7. Procédés de réduction de la teneur en eau :

À la sortie des filières de traitement des eaux, les boues contiennent environ 95-99% d'eau. Cette dernière se présente normalement sous deux formes :

- Eau libre : faiblement absorbée, peut être éliminée par déshydratation mécanique,
- Eau liée : attachée avec des bactéries ou d'autres particules, peut être éliminée par séchage thermique (>105°C).

Le traitement des boues consiste donc tout d'abord à diminuer leur teneur en eau et à réduire de manière efficace leur charge polluante et fermentescible. Il s'agit de les préparer à une étape ultime de valorisation ou d'élimination.

Il existe quatre principales techniques qui peuvent être complémentaires : l'épaississement, la stabilisation (souvent associée à une hygiénisation), la déshydratation et le séchage.

En amont de ces procèdes, des traitements dits de conditionnement sont souvent utilisés pour favoriser la séparation liquide-solide (1), (6).

3. 7. 1. L'épaississement :

L'épaississement est la première étape du traitement par concentration, il réduit le volume à transférer sur la filière et permet d'obtenir une boue dont la concentration varie de15à100 g/l, elle peut être donc pompée. L'épaississement peut être statique ou dynamique.



Figure II. 5: épaississement des boues.

3. 7. 1. 1 L'épaississement statique gravitaire :

Il s'effectue par décantation dans une cuve cylindrique à fond conique, sous la seule action de la pesanteur, la boue épaissie est évacuée par le bas. (47).

3. 7. 1. 2 L'épaississement dynamique :

Il est réalisé sous l'action de forces mécaniques, et s'effectue selon différentes méthodes (47). (6).

- **Par flottation :** sous l'effet de la pression de fines bulles d'air permettent à la boue de remonter en surface, par captation ce procèdé est principalement réservé aux boues biologiques de faible densité (boues biologiques).

- **Par égouttage :** La boue, préalablement floculée par traitement physico-chimique, est épandue sur un support filtrant qui est raclé en permanence par des lames en caoutchouc.
- **Par centrifugation :** la boue floculée est épaissie sous l'effet de la force centrifuge.

3. 7. 1. 3 Comparatif :

En conclusion, le tableau ci-dessous compare les avantages et inconvénients de chacune des techniques présentées ci-dessus : (2)

Tableau II. 1:avantages et inconvénients des techniques d'épaississement.

Procédé	Type	Avantages	Inconvénients
Épaississeur statique gravitaire	-	Simplicité & facilité d'exploitation Faible consommation énergétique Investissement réduit	Importante emprise au sol Performance médiocre pour boues biologiques Nuisances olfactives possibles
Épaississeur dynamique	Flotteur	Simplicité & facilité d'exploitation Surface réduite & nuisances contrôlées	Faible adaptabilité. Consommation électrique élevée
	Table d'égouttage	Simplicité & facilité d'exploitation Compacité & nuisances contrôlables	Main d'œuvre, eaux de lavage Polymère indispensable
	Centrifugeuse	Compacité & souplesse d'utilisation Nuisances contrôlées	Texture de boues médiocre Maintenance & entretien spécialisés, coût élevé Consommation électrique élevée

L'épaississement par drainage est donc la technique la plus performante, elle produit des boues avec une siccité assez élevée en consommant moins d'énergie. (6)

3. 7. 2. Stabilisation :

Les traitements de stabilisation utilisés sont de type biologique, chimique ou thermique. Ils s'appliquent aux boues mixtes fraiches, boues secondaires ou à l'ensemble des boues. La stabilisation peut se faire :

- **En présence d'air :** c'est la digestion aérobie.
- **En absence d'air :** c'est la digestion anaérobie.
- **Par adjonction de chaux :** c'est la stabilisation chimique (37), (49).

3. 7. 2. 1 Stabilisation biologique

Ce procédé vise principalement la réduction de matières organiques solubles. Il existe différentes variantes de procédés biologiques, soit la digestion aérobie, la digestion anaérobie et le compostage. (18).

- Stabilisation aérobie : (le compostage)

Le compostage est une dégradation par voie aérobie des éléments organiques fermentescibles des boues. Ce procédé conduit à la formation d'un produit, appelé compost, riche en matières humiques, mais également à des dégagements de gaz carbonique, d'ammoniaque, d'eau, d'azote et de chaleur. Il nécessite un apport en oxygène, en eau et en matières organiques, sources de carbone et d'azote, pour assurer une croissance suffisante des bactéries aérobies. Les matières organiques sont dégradées en phases successives, ce qui permet de déterminer le degré de maturation du produit.

Le compostage présente deux principaux avantages, celui de stabiliser mais aussi celui d'hygiéniser un « déchet ». (6)



Figure II. 6: le compostage des boues.

- Stabilisation anaérobie :(la méthanisation)

La digestion anaérobie, qui se réalise par fermentation méthanique des boues dans des cuves fermées, à l'abri de l'air, nommés digesteurs, permet d'atteindre des taux de réduction des matières organiques grâce à l'absence d'oxygène, en libérant de l'énergie, du méthane (CH_4), du dioxyde de carbone (CO_2) et de l'eau (H_2O), grâce à l'action de certains types de bactéries.

On distingue, dans le mécanisme de la dégradation des matières organiques par voie anaérobie, deux phases qui coexistent lorsque le digesteur est alimenté en continu :

Une phase de liquéfaction, pendant laquelle les matières organiques (protéines, graisses, glucides) sont dégradées par des enzymes extra et intracellulaires secrétées par certaines bactéries et converties en molécules plus simples (acides aminés, acides gras et surtout acides volatils)

Une phase de gazéification, où les acides volatils sont consommés par d'autres microorganismes (bactéries méthaniques) et transformés, par l'intermédiaire d'enzymes intracellulaires, en eau, gaz carbonique et méthane, produits ultimes de la digestion. (14), (52) .

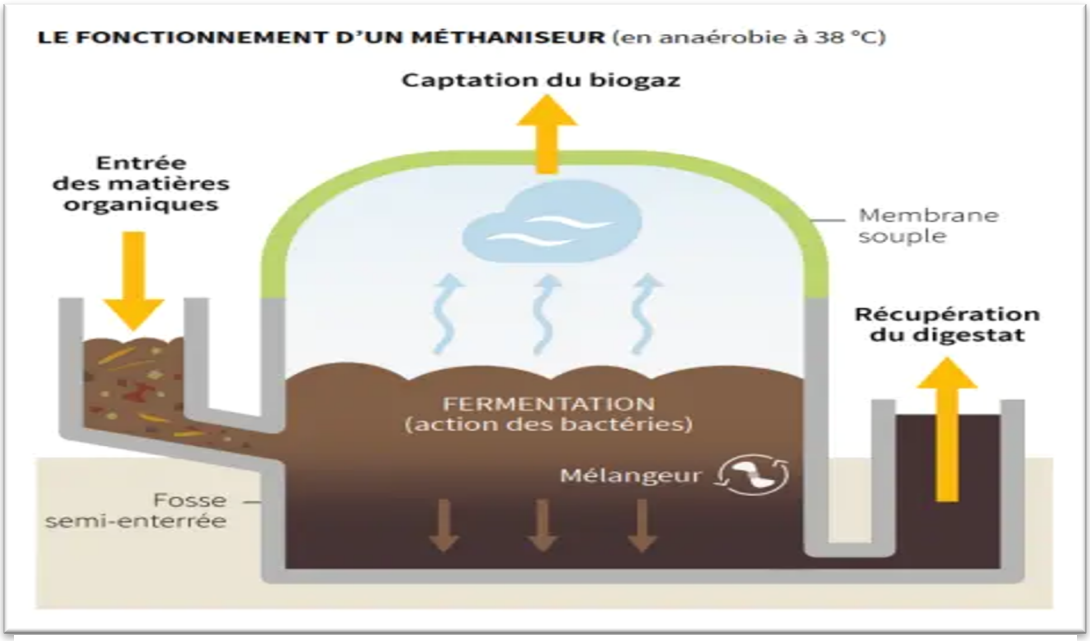


Figure II. 7: la méthanisation des boues. (www.notre-planete.info)

3. 7. 2. 2 Stabilisation chimique :(hygiénisation des boues)

C'est une alternative à la stabilisation biologique pour le traitement des boues. L'objectif de ce type de stabilisation est de réduire ou de minimiser les pathogènes et de réduire substantiellement les microorganismes capables de produire des odeurs. Elle consiste

à bloquer l'activité biologique des boues en y mélangeant de la chaux vive, Cao, ou de la chaux éteinte, $Ca(OH_2)$.En général, cette stabilisation s'opère après déshydratation des boues. En sortie, les boues sont dites hygiénistes. Cette pratique concerne en général des stations d'épuration de plus de 15.000 EH.

Parfois, la stabilisation chimique s'opère avec ajout de nitrites à pH acide. (62), (52).

Les boues d'épuration doivent être obligatoirement, et sans aucune exception, hygiénisées avant leur épandage sur des terres agricoles. (52)

3. 7. 3. Le conditionnement :

Les boues à consistance gélatineuse peuvent rendre les opérations de séchage plus difficiles. Dans ces cas, on réalise un conditionnement préalable pour améliorer les caractéristiques de la boue pour sa déshydratation. Les méthodes les plus fréquentes sont : (52)

3. 7. 3. 1 Conditionnement chimique

Il donne comme résultat la coagulation des solides et la libération de l'eau absorbée, il s'utilise avant le processus de séchage. Les produits chimiques utilisés sont : Chlorure de fer ; Calcaire ; Sulfate d'alumine ; Polymères organiques. Les 3 premiers permettent la désinfection et la stabilisation de la boue. Les polymères ne provoquent pas de désinfection mais ils sont plus faciles à alimenter et sont généralement plus économiques.

L'objectif de ce type de stabilisation est de réduire ou de minimiser les pathogènes et de réduire substantiellement les microorganismes capables de produire des odeurs.

3. 7. 3. 2 Conditionnement thermique

On effectue un chauffage des boues à des températures qui varient entre 160-210 ºC pendant de courtes périodes de temps sous pression. Cela provoque une coagulation des solides et un changement dans la structure, ce qui réduit l'affinité de l'eau de la part des solides de la boue.

La boue est stérilisée, pratiquement désodorisée et sa capacité de déshydratation augmente significativement.

3. 7. 4. La déshydratation :

Il s'agit d'une opération physique (naturelle ou mécanique) employée pour réduire le taux d'humidité de la boue et son volume. (52)

En général, une boue est considérée apte à être déshydratée quand sa concentration est supérieure à 15 g/l. (2)

Ses principaux objectifs sont :

- Augmenter la teneur en matière sèche de seulement 3-40%
- Diminuer les coûts de transport par réduction de volume
- Améliorer la manipulation et le transport des boues
- Éviter les odeurs
- Augmenter le pouvoir calorifique par baisse de l'humidité

3. 7. 4. 1 La déshydratation mécanique :

Il existe plusieurs techniques de déshydratation mécanique : (6)

- Filtres : Filtre presse à plateaux ; Filtre presse à plateaux membranes ; Filtre à bande ; Presse à vis
- Centrifugeuse.
- Autres procédés : Panier rotatif - Pressoir Fournier - Sacs filtrants

a. *Filtration* :

La filtration peut être réalisée par différents procèdes (filtre à bandes & filtre à plateaux). Il convient en outre, pour mémoire, de mentionner le filtre sous vide, le filtre à disque et la presse à vis, procédés aujourd'hui peu utilisés. (2).

- Filtres bandes :

Cette technique est souvent préconisée pour les petites STEP quand la boue est valorisée sous forme agricole sur des terrains situés à de courtes distances de la station. (2).

Sur le plan pratique, la filtration à bandes s'opère en 4 étapes :

- Floculation de la boue (floculation avec le polymère, stockage, répartiteur)
- Égouttage gravitaire (maille de 600 µm)
- Pré-pressage (2 bande filtrante à maille de 450 µm)
- Pressage (déshydratation progressive & cisaillement)

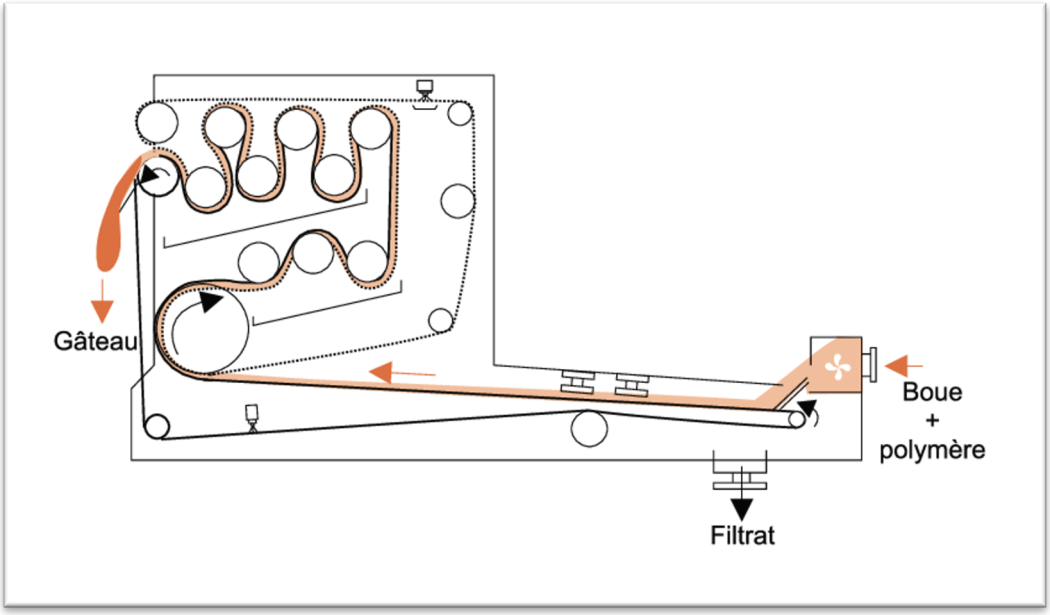


Figure II. 8: filtre bandes Schéma de principe d'un filtre par bande-presseuse

(source : Étude du devenir et de la traitabilité de boues salées)

- Filtres à plateaux

Cette technique est la plus efficace des techniques de filtration et elle permet d'obtenir des gâteaux avec une siccité de l'ordre de 30 à 45 %. On distingue 2 types de process :

- Le filtre à plateaux conventionnel
- Le filtre à plateaux-membranes (avec une membrane gonflée sous pression avec de l'eau ou à l'air). (2).

La boue à filtrer est amenée sous pression entre les plaques. Un cycle de déshydratation dure de deux à plusieurs heures et comporte trois étapes :

- Remplissage : les chambres de filtration, limitées par les faces extérieures des toiles de 2 plaques contiguës, sont remplies de boues à filtrer,

- Filtration : une fois les chambres remplies, l'introduction continue de la boue provoque la montée en pression,
- Décharge du gâteau formé entre les plaques. (53).

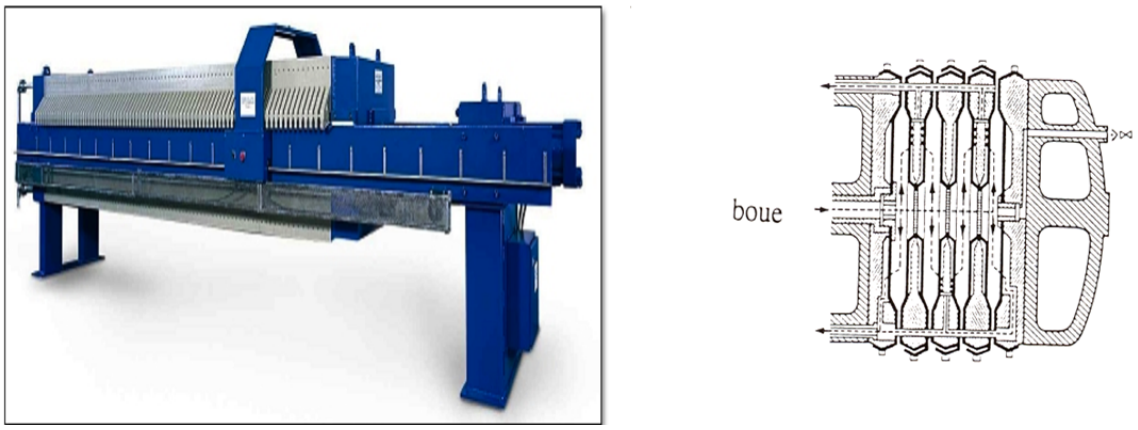


Figure II. 9: Exemple de filtre – presse / Schéma de principe d'un filtre presse

(Source : Warco Canada) + (Étude du devenir et de la traitabilité de boues salées)

Tableau II. 2:Avantages et inconvénients des différentes techniques de déshydratation par filtration (Source : Techniques de traitement, Valorisation et Élimination)

Traitement	**Principe**	**Avantages**	**Inconvénients**	**Type de station adaptée**
à bande	Compression des boues entre deux bandes de toile. Une fois la toile débarrassée de la boue, il faut la laver pour qu'elle conserve sa porosité. Ce système nécessite l'addition de polymères dont la composition et la quantité doivent être constamment adaptées à	-a vague régulier. - performante pour boues biologiques - grande productivité - fonctionnement en continu (procédé de déshydratation)	Incapacité de traiter les boues fibreuses - technique quasi abandonnée - consommation non négligeable d'eau neuve pour le lavage des toiles filtrantes,	Petite et moyenne station

	la qualité des boues. Très utilisés dans le passé, les filtres à bande sont abandonnés au profit de technologies plus simples.			
à plateaux	Composé de chambres de filtration dans lesquelles la boue est comprimée par des vérins hydrauliques jusqu'à formation d'un gâteau compact. L'alimentation en boues est discontinue.	-entretien limité - tout type de boues (préalablement épaissies)	inadapté pour les boues collantes - investissement élevé - automatisation impossible	Grande station
à membrane	Perfectionnement du filtre-presse. Il permet tout d'abord d'éviter l'effet négatif du débit de fuite sur les flocs en fin de montée en pression.	- augmentation de siccité par rapport au filtre à plateaux - 40% de productivité de plus qu'un filtre à plateaux		Peu répandu
à vis	Après la phase d'essorage - compactage, grâce à une vis d'extrusion autour de laquelle se trouve une grille filtrante. Les grilles sont autonettoyantes et spécifiques à chaque type de boue.	-bien adapté aux boues fibreuses - fonctionnement en continu - peu d'entretien	Siccité limitée	Peu répandue

b. La centrifugation

Il consiste en un tambour cylindrique-conique à essieu horizontal qui s'appuie sur la force de centrifugation pour la séparation de la phase solide de l'eau. Il y a deux types de centrifugation dans la déshydratation des boues :

- Centrifugation contre le courant : les solides et le cylindre circulent dans le sens contraire dans le cylindre.
- Centrifugation équivoquant : la fraction solide et la fraction liquide s'écoulent dans le même sens. (52)

La centrifugation consiste à séparer l'eau des boues épaissies par la force centrifuge développée dans un cylindre tournant à grande vitesse. En sortie, les boues sont pâteuses avec une siccité de 18 à 20 % pour la première génération d'équipements, et de 20 à 25 % de siccité pour la seconde. Pendant longtemps, cette technique a surtout concerné les stations de plus de 10.000 EH ; aujourd'hui des solutions existent pour les plus petites. (62)

La centrifugation met en œuvre des machines du type décanteuse continue à axe horizontal, constituées d'un bol plein tournant à grande vitesse, séparant les phases solides et liquides et d'une vis hélicoïdale coaxiale au bol qui permet l'extraction en continu des boues déshydratées. (53)

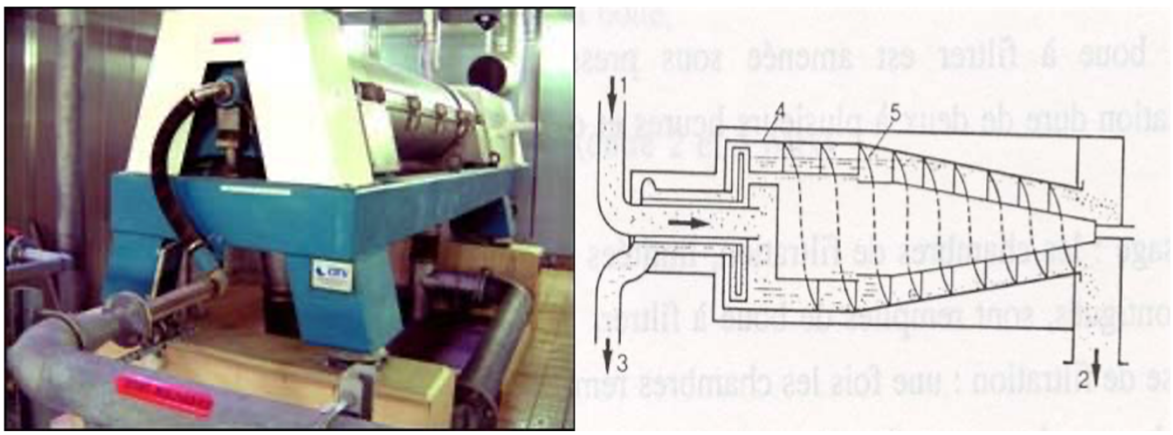


Figure II. 10:Principe de la centrifugeuse.

(source : Etude du devenir et de la traitabilité de boues salées)

Tableau II. 3:Avantages et inconvénients de la centrifugation (Étude du devenir et de la traficabilité de boues salées).

Avantages	Inconvénients
- C'est une technique bien adaptée aux boues difficiles à traiter (cas des boues urbaines huileuses par exemple), - Les machines ont un faible taux d'encombrement, - L'exploitation de la machine ne nécessite aucune supervision directe, - Le coût d'investissement est très compétitif avec celui des installations de filtration.	-Obtention de sédiments d'extraction parfois de faible consistance (difficile à pelleter), - Nécessité de certaines précautions dans la préparation de la boue pour éviter l'usure prématurée de la vis d'extraction des solides et l'obstruction de la machine à alimentation, - Frais d'exploitation supérieurs en général à ceux d'un filtre presse ou d'un filtre à bande (30 à 60 kWh/t MS).

Les performances atteintes par les procédés classiques actuels de déshydratation mécanique aboutissent à des boues ayant une siccité maximale de 40%.

- réduction du volume des boues
- Obtenir des boues pâteuses
- Permettre l'accès à d'autres filières de traitement qui nécessitent des siccités plus élevées

c. Déshydratation par géo membranes

Cette technique de déshydratation est apparue récemment, avec le développement des membranes. Les boues sont mises dans des géotubes aux pores minuscules, qui laissent passer l'eau petit à petit et concentrent les matières. Une fois pleins, ces géotubes contiennent des

boues déshydratées jusqu'à 15 à 25% de siccité. Ils sont alors soit ouverts et les boues expédiées vers une autre destination, soit transportés tels quels pour un enfouissement en CET de classe II. Cette solution serait adaptée aux installations de 1.000 à 2.000 EH. (62)



Figure II. 11:déshydratation par géomembranes.

Source: fr.made-in-china.com

3. 7. 5. Séchage :

Le séchage des boues est une déshydratation quasi-totale des boues par évaporation de l'eau qu'elles contiennent ; la réduction de volume qui en résulte est conséquente.

3. 7. 5. 1 Le séchage thermique : (14)

Le séchage thermique vient obligatoirement après une étape de déshydratation mécanique. Il repose sur deux méthodes : directe et indirecte.

a. Le séchage direct : qui est un séchage total, il consiste en une évaporation des boues par convection, via un fluide caloporteur. (La boue est séchée par contact avec un gaz chaud circulant dans des tuyaux parfaitement isolés).
b. Le séchage indirect : repose quant à lui en un échange de chaleur par conduction, via une paroi chauffée par un fluide caloporteur.

En sortie, les boues se présentent sous forme de poudres ou de granulés, avec un taux de siccité pouvant atteindre 90 à 95 %. Ces deux procédés sont très énergivores : ils représentent un poste sur lequel il est possible de réduire l'empreinte environnementale de la filière boue, par exemple en mettant en place des boucles de récupération d'énergie. (14)

3. 7. 5. 2 Les lits de séchage :

Le principe du lit de séchage est d'épandre des boues liquides sur une grande surface avec un lit constitué de graviers et de sable. Il se pratique soit à l'air libre soit en bâtiment fermé avec une ventilation mécanique.

Cette technique présente l'inconvénient d'être tributaire du climat, les temps de séchage sont relativement longs et les coûts de main d'œuvre élevés. Elle ne peut s'adapter qu'aux grandes stations en raison des surfaces nécessaires.

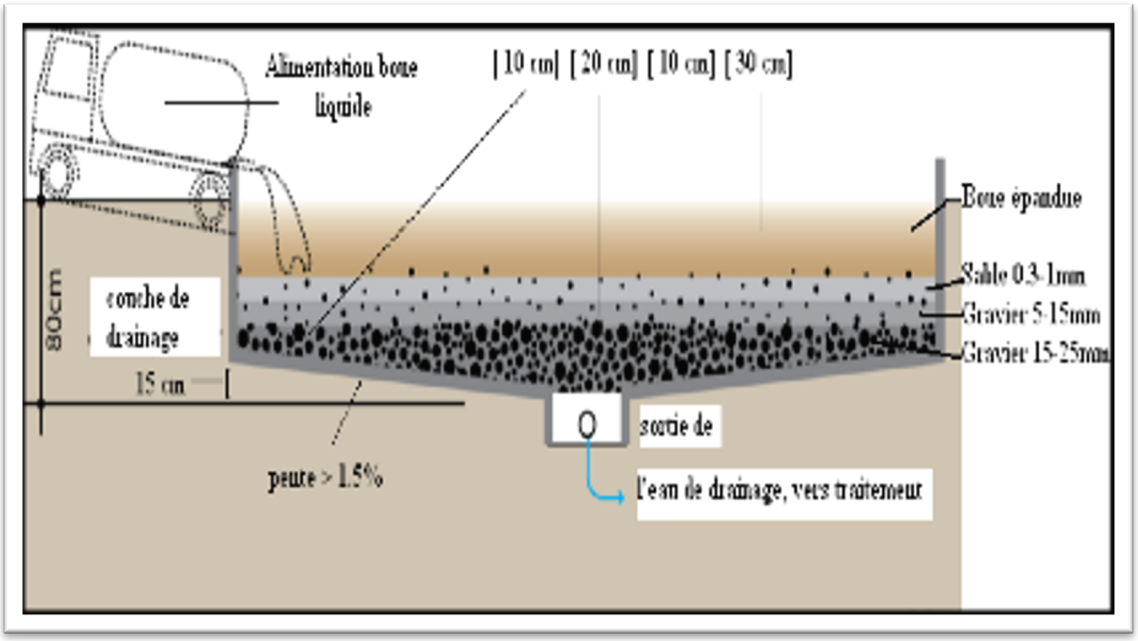


Figure II. 12: Lit de séchage.

- **Séchage solaire :** C'est un lit de séchage qui se trouve sous serre, ces serres semi-ouvertes latéralement protègent les lits contre les pluies, ce qui permet de garder la chaleur, d'avoir une température de l'air et des boues plus élevée mais également d'accélérer le séchage par les rayons du soleil. Le plastique de couverture peut être soulevé ou enlevé durant les périodes sèches.

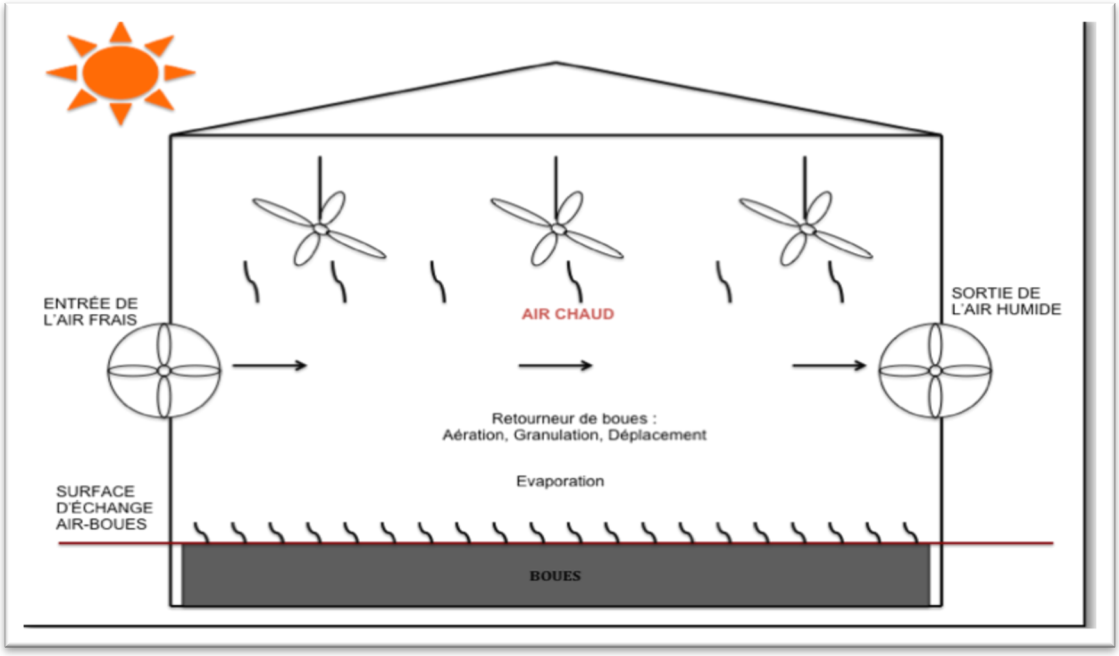


Figure II. 13:Schéma du fonctionnement d'une serre à séchage solaire.

- **Lit de sable :** Ce procédé est basé sur la simple propriété filtrante des sables. Pour éviter toute contamination des sols, l'épandage des boues sur ces lits font l'objet d'une surveillance rigoureuse dépend d'un lieu et des modalités.

  Le procédé consiste à épandre les boues sur un lit de sable pour permettre l'absorption de l'eau interstitielle par le sable. Ensuite intervient une évaporation qui augmente la siccité des boues, jusqu'à 60% dans les conditions les plus favorables.

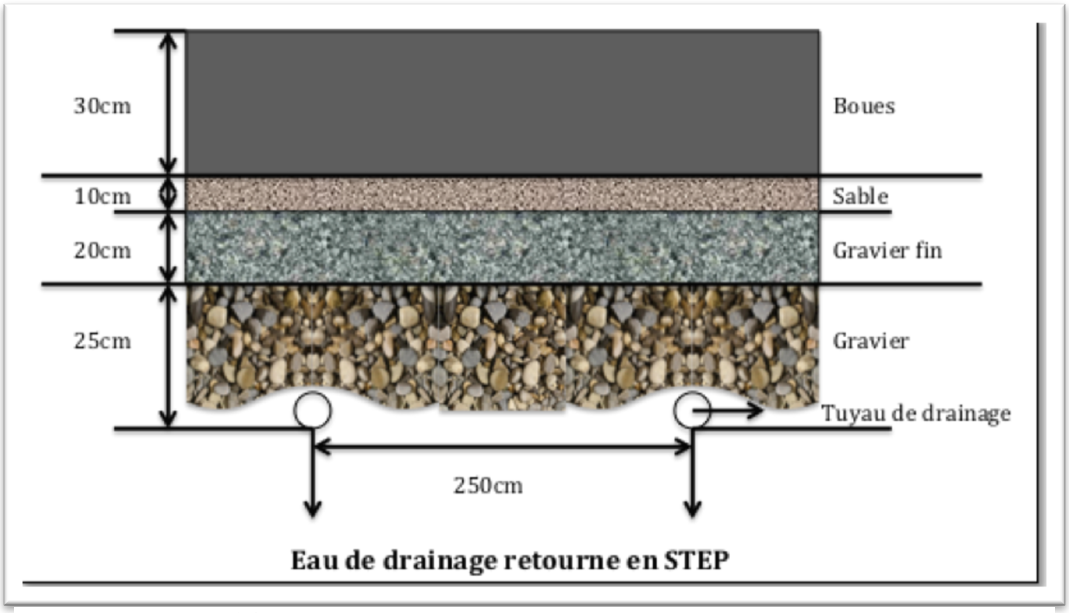


Figure II. 14:Schéma de la composition principale du lit de sable.

- **Lagune de séchage :** Le principe de cette technique est quasiment le même que pour le séchage sur lit de sable en absence de percolation. Par contre, la profondeur de boue est 3 à 4 fois plus importante (0,7-1,4 m) et le temps de séjour est d'environ 1 à 3 ans avant curage. La qualité du sol doit être prise en compte avant installation d'une lagune, afin d'éviter la contamination de la nappe. A savoir que les boues préalablement digérées peuvent améliorer la siccité du produit à la sortie.

- **Lit planté des macrophytes :** Les boues à traiter sont prélevées directement du bassin d'aération et déposées sur le bassin planté de roseaux. Celui-ci est constitué d'une granulométrie croissante de la surface vers le fond et drainé.

  Ce procédé repose donc sur un développement dense des roseaux de manière à ce que l'eau puisse être évacuée en tous points dans les lits. La partie aérienne des roseaux se développe du printemps à l'automne et elle reste en place durant l'hiver

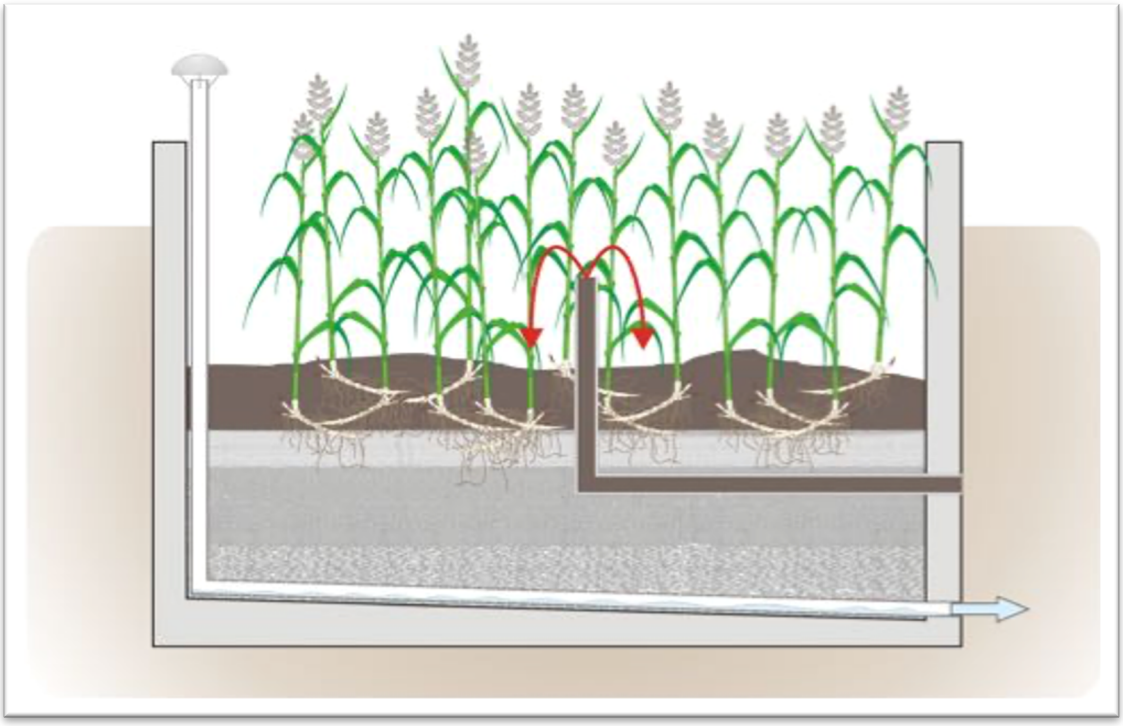


Figure II. 15:Vue en coupe d'un lit de séchage planté de macrophytes. Illustration, Vincent Gagnon.

Source : (http://www.phytotechno.com/)

3. 8. Synthèse des procédés de traitement sur STEP :

Les étapes de traitement présentées dans ce chapitre ne sont ni successives ni obligatoires. Le choix de technique de traitement dépend la nature de boues à traiter et des filières de valorisation /élimination prévues. Le tableau II.4 compare les techniques présentées dans le chapitre.

Tableau II. 4:Avantages et inconvénients des techniques de traitement des boues

Traitement			**Avantages**	**Inconvénients**	**Siccité atteinte**	**Station adaptée**
Épaississement	Gravitaire	Décantation + drainage	- Exploitation simple peu couteuse	- faible performance avec les boues biologiques - temps de séjour très long	2-10%	Tout type de station
	Dynamique	Égouttage (drainage)	- Simple et efficace - Peu couteux - Performant	-consommateur d'énergie - très sensible à la qualité des boues	4,5-6%	Petite et moyenne station
		Centrifugation	- Rapide et compact	- forte demande énergétique -investissement élevé -fonctionnement délicat	4-6%	
		Flottation	- Bien adapté aux boues biologiques - Rapide		3,5-5%	Grande station

Stabilisation - hygiénisation	Chimique	Chaux		- Augmentation du pH des boues (>12) - réduction de la contamination fécale et des germes d'origine fécale - pas d'odeur indésirable, augmentation de la siccité et de la valeur agronomique - facilite le transport et le stockage des boues	- manipulation délicate (chaux vive le plus souvent)	25-35%	
	Biologique	Digestion aérobie	Compostage	- siccité atteinte élevée - pH neutre, produit stable - facilite le transport et le stockage des boues - logique « produit » possible		35-70%	Moyenne et grosse station
		Digestion anaérobie	Méthanisation	- réduction jusqu'à 50% du volume - facile à transporter et stocker - production de biogaz	- pas efficace pour l'élimination des germes pathogènes	20-30%	Grande station
Déshydratation	Centrifugation			- fonctionnement en continu - totalement automatisé et fermé,	- coût élevé - nécessite un contrôle de la nature des boues	20 (jusque 30% si chaulage préalable)	tout type de station

			plus compact que filtre presse			
	Filtre presse	À bande	- lavage régulier - performante pour boues biologique - grande productivité - fonctionnement en continu	- incapacité de traiter les boues fibreuses - technique abandonnée	25%	petite et moyenne station
		À plateaux	- entretien limité - tout type de boues (préalablement épaissies)	- inadapté pour les boues collantes - investissement élevé - automatisation possible	>30%	grande station
		À membrane	- augmentation de siccité par rapport au filtre à plateaux - 40% de productivité en plus que le filtre à plateaux			peu répandue
		À vis	- bien adapté aux boues fibreuses - fonctionnement en continu - peu d'entretien	- siccité limitée	20%	peu répandue
Séchage	Lit de séchage	Solaire	- séchage rapide pour une quantité importante, forte réduction des volumes à gérer - hygiénisation des boues par la chaleur	- demande en surface importante - nuisance olfactive	60-80%	moyenne station

		Lagune de séchage	- procédé rustique et peu onéreux	- temps de séjour très long (1-3 ans) - risque de contamination de la nappe phréatique - grande surface	10-40%	
		Au sable	- siccité atteinte élevée : réduction de volumes importante, rustique - procédé peu onéreux	- nécessite une surveillance rigoureuse	≤60%	
		À macrophyte	- boues prélevées directement du bassin de STEP - temps de séjour d'environ 28 jours		10-20%	petite et moyenne station
	Thermique	Indirect (total)	- bonne élimination des micro-organismes - pas d'odeur indésirable	- coût très élevé - consommateur d'énergie - difficultés d'exploitation liées à l'entretien (arrêt) du sécheur	90-95%	
		Direct (partiel)			<70%	

3. 9. Destination finale des boues :

Pour la destination finale des boues déshydratées, on pourra (en fonction des propriétés intrinsèques des boues, possibilités locales d'élimination et de considérations technico-économiques) envisager (3).

- Valorisation agricole
- Valorisation énergétique
- Incinération
- Le centre de stockage des déchets ultimes (*CSDU)*

3. 9. 1. Valorisation agricole :

La valorisation agricole des boues résiduaires peut être considérée comme le mode de recyclage le plus adapte pour rééquilibrer les cycles biogéochimiques, pour la protection de l'environnement et d'un très grand intérêt économique.

Elle vise à ménager les ressources naturelles et à éviter tout gaspillage de matière organique dû à l'incinération ou à l'enfouissement dans les décharges.

Les boues résiduaires peuvent ainsi remplacer ou réduire l'utilisation excessive d'engrais couteux (38)

3. 9. 2. Épandage des boues

La majorité des boues urbaines produites en France est épandue sur des terres agricoles. Elles relèvent du régime de l'autorisation. Le matériel agricole traditionnel est utilisé pour effectuer cette opération. Les états pâteux et collants représentatifs de siccité intermédiaires posent des difficultés d'épandage. Le souci croissant de qualité en matière alimentaire a incité depuis quelques années l'industrie agroalimentaire, les propriétaires fonciers et la profession agricole à la plus grande prudence à l'égard de telles pratiques, voire à s'y opposer. (53)



Figure II. 16: épandage des boues.

Source : www.notre-planete.info

Les autorités sanitaires recommandent de ne pas épandre de boues d'épuration non hygiénisées (non traitées) sur les terres agricoles. Il y aurait un risque de contamination au Covid-19. Les professionnels doivent s'adapter.

3. 9. 2. 1 Valorisation sous forme de compost

Comme indiqué précédemment, le compostage est d'abord un procèdé de stabilisation de la matière organique puis un procédé de valorisation organique produisant un compost soumis aux mêmes contraintes règlementaires que l'épandage agricole.

Cependant, le compostage présente plusieurs avantages par rapport à l'épandage après chaulage :

- Réduction du volume des boues et de leur teneur en eau,
- Réduction des odeurs,
- Meilleure maniabilité (meilleure structure que les boues non compostées),
- Stabilisation et hygiénisation naturelles sans additifs chimiques,
- Plus grand intérêt agronomique (une grande quantité d'humus riche en éléments fertilisants).

La valorisation agricole après compostage est garantie en raison de la qualité du produit final, qui, s'il est commercialisé, peut garantir la rentabilité de l'opération. (53)

3. 9. 3. Valorisation énergétique :

La valorisation énergétique est un procédé qui permet de valoriser des matières organiques en puisant une énergie renouvelables (électricité, chaleur).

La valorisation énergétique (méthanisation) des boues participe de manière évidente à la protection de l'environnement (47).
Elle réalise la destruction de la matière organique des déchées par combustion haute température (+ de 500°c) produisant des fumes et des matières minérales résiduaires nommées cendres.

Dans l'objectif d'une valorisation énergétique des déchets, la chaleur produite est récupérée sous forme de vapeur ou d'électricité pour le fonctionnement du four lui-même, pour le chauffage urbain ou industriel.

Les résidus de l'incinération sont utilisables pour les travaux publics, les boues seules ne sont pas auto combustible, elles nécessitent des fours spéciaux et un mélange avec d'autres déchets tel que les déchets ménagers (16).

3. 9. 4. Le centre de stockage des déchets

La mise en décharge également appelée « Centre d'Enfouissement Technique » ou « Centre de Stockage des Déchets ». Cette utilisation représente environ 10 % des boues. (13) .

Elle n'est réalisée que pour des boues à l'état solide (soit une siccité minimum de 30%). Malgré une déshydratation à 30 % obligatoire et une règlementation plus stricte de l'enfouissement, cette option reste une voie d'élimination peu onéreuse. Le coût d'évacuation pourrait néanmoins augmenter fortement lorsqu'il s'agira de stabiliser totalement les boues pour pouvoir les stocker. Le coût dépend également de la distance entre la station d'épuration et le la distance séparant la STEP de l'ISDND.

4 Conclusion :

Il existe donc une grande variété de techniques permettant une valorisation énergétique des boues de station d'épuration. Certaines sont très largement utilisées, alors que d'autres restent ponctuelles et en arrêt néanmoins, toutes ces techniques ont en commun l'avantage de contribuer à la réduction de l'utilisation d'énergie fossile, de fournir un débouché pour la gestion des boues de STEP et la production d'énergie.

Chapitre III : Présentation de la station d'épuration.

1 L'épuration des eaux usées en Algérie

En Algérie, peu d'importance est accordée à la couverture des services d'assainissement, comparée à la couverture des services d'approvisionnement en eau et encore moins d'importance est accordée à l'épuration. En effet, pour un taux de couverture du réseau d'assainissement de l'ordre de 85%, seules 20% des eaux usée collectées en Algérie sont traitées. Le volume annuel des eaux usées est estimé à 600 millions de $m3$, dont quelques 550 millions de $m3$ correspondent aux agglomérations de taille supérieur à 50 000 habitants. (HARTANI, 2004).au cours de ces dernières années, le ministère des ressources en eau (MRE) a entrepris la mise en œuvre d'un important programme d'investissement concernant la réalisation de 84 stations d'épuration (STEP) et la réhabilitation de 15 autres, dont deux en exploitation. Ceci a porté le nombre actuel des STEP existences et en exploitation de 46 a 138 avant la fin 2008. A noter aussi que 56 STEP sont actuellement en cours d'étude ou en étude de réhabilitation, et dont le lancement des travaux a été prévu pour le moyen terme (2007-2010), ce qui a permis d'atteindre un parc de 194 STEP à l'horizon 2010. (23).

2 Présentation de l'entreprise d'accueil (la station d'épuration d'EL-KERMA)

La station d'épuration d'EL KARMA est prévue pour traiter les eaux usées de la wilaya d'Oran en Algérie, avec une capacité nominale de 1526000 millions équivalent habitants.
Elle est dimensionnée pour recevoir une quantité d'eau usée estimée à 270100 m³/jour. La station est conçue sur la base de traitement biologique à moyenne charge avec stabilisation des boues, les eaux épurées devront être utilisées à des fines agricoles. (44)



Figure III. 1:vue dessus de la step d'el karma.

Les travaux de réalisation de cette station d'épuration ont été lancés en mars 2006 sous l'autorité de la direction d'hydraulique de la wilaya d'Oran. Sa mise en service a été rendue effective en mai 2009 et le transfert de sa gestion vers SEOR s'est effectué en mai 2011.

En amont du prétraitement on trouve :

- Un bassin de dissipation.
- Un échantillonneur automatique.
- Une station de prétraitement mécanique et de dépotage des matières de vidange.

Le prétraitement est composé des étapes suivantes

- Dégrillage.
- Dessablage et déshuilage.
- Décantation primaire.

Le traitement des résidus récupéré par le dégrillage, dessablage et déshuilage est composé de :

- Classification et lavage des sables récupérés par le dessablage
- Compactage des refus de dégrillage et les transportées dans des bennes.

Le traitement biologique est réalisé avec le procédé des boues activées par

- Un ensemble des bassins d'activation biologique.

- Un ensemble de décanteurs secondaires.
- Une désinfestation des eaux traitées par le chlore.

Le traitement des boues est composé de :

- Épaississement gravitaire de boues primaires.
- Épaississement mécanique des boues en excès.
- La digestion anaérobie des boues.
- Stockage des boues digérées.
- La déshydratation et stockage des boues digérées.
- Le chaulage transport des boues déshydratées.



Figure III. 2: Vue générale de la station.

Source : www.algerie360.com

2. 1. Organigramme de la STEP d'EL KERMA à boues activées :

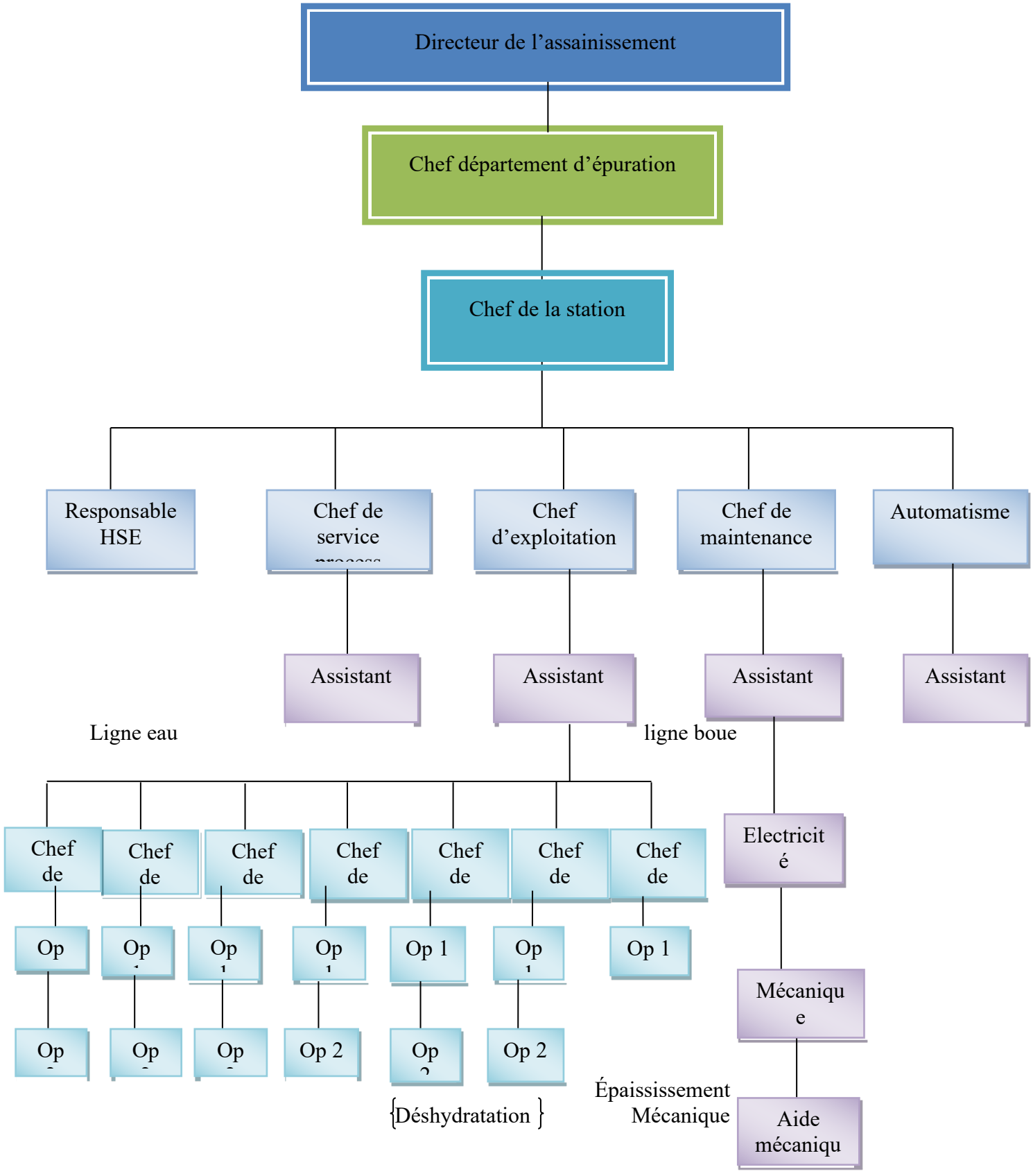


Figure III. 3: organigramme de la station d'épuration d'EL KERMA à boues activées.

2. 2. Dimensionnement de la station

2. 2. 1. Charge hydraulique

- La station est dimensionnée pour un débit de point horaire en temps de pluies et de : 16200 m^3 /h.
- Pour le dimensionnement des décanteurs primaire et le traitement biologique est donné par un débit de 15400 m^3/h.
- Le débit nominal journalier et de : 270100 m3/j.

2. 2. 2. Charge polluante

Selon le dossier d'appel d'offre les charges polluantes attendues pour l'an 2015 prises pour le dimensionnement sont de :

Tableau III. 1: les charges polluantes attendues pour l'an 2015.

DBO_5	91560 Kg/j
DCO	228910 Kg/j
MES	96860 Kg/j

Cette charge massique représente la pointe hebdomadaire.

2. 3. Objectif du traitement

L'objectif du traitement est d'atteindre les principales valeurs récapitulées dans le tableau suivant :

Tableau III. 2: les principales valeurs récapitulées.

DBO_5	25mg/l
DCO	125 mg/l
MES	35 mg/l
NTK	15mg/l (eau >19°)
NTK	10mg/l (eau>22°)

Ces concentrations sont défiées comme échantillons moyens journaliers.

2. 4. Schéma d'implantation des équipements

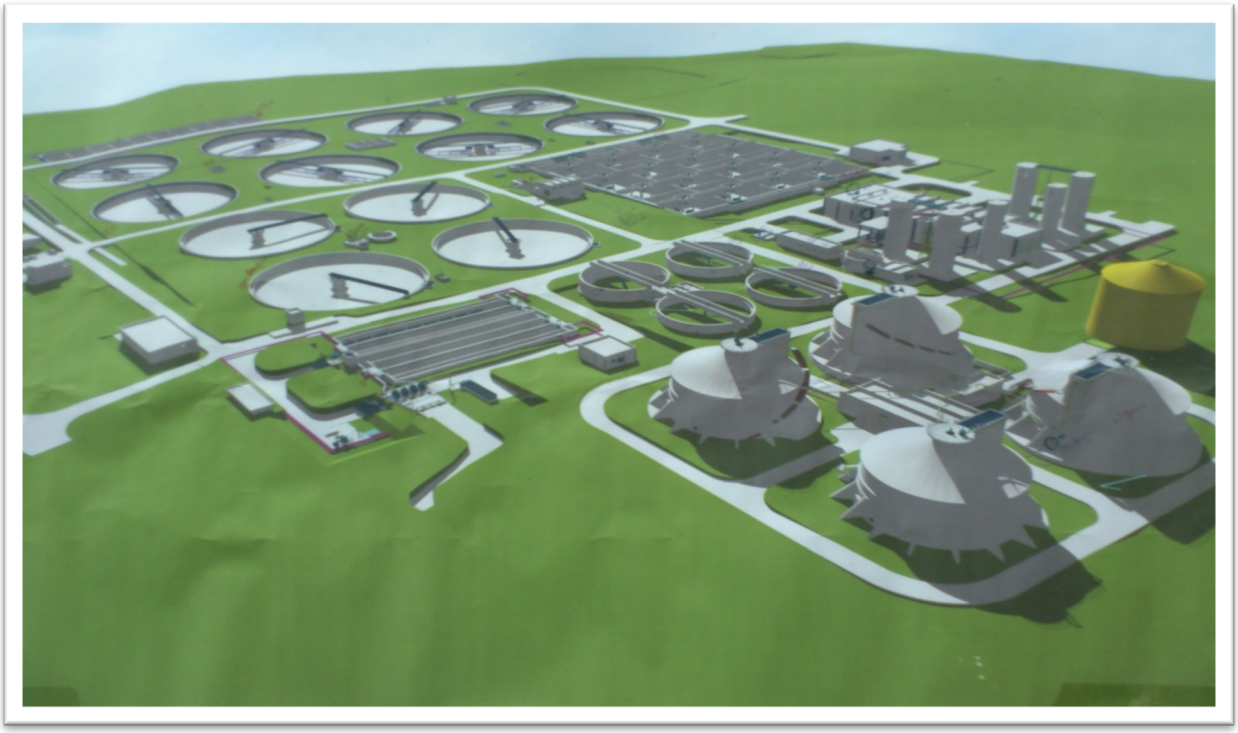


Figure III. 2: schéma d'implantation des équipements

2. 5. Procédé d'épuration

- Station d'épuration des eaux usées du groupement urbain d'Oran ;

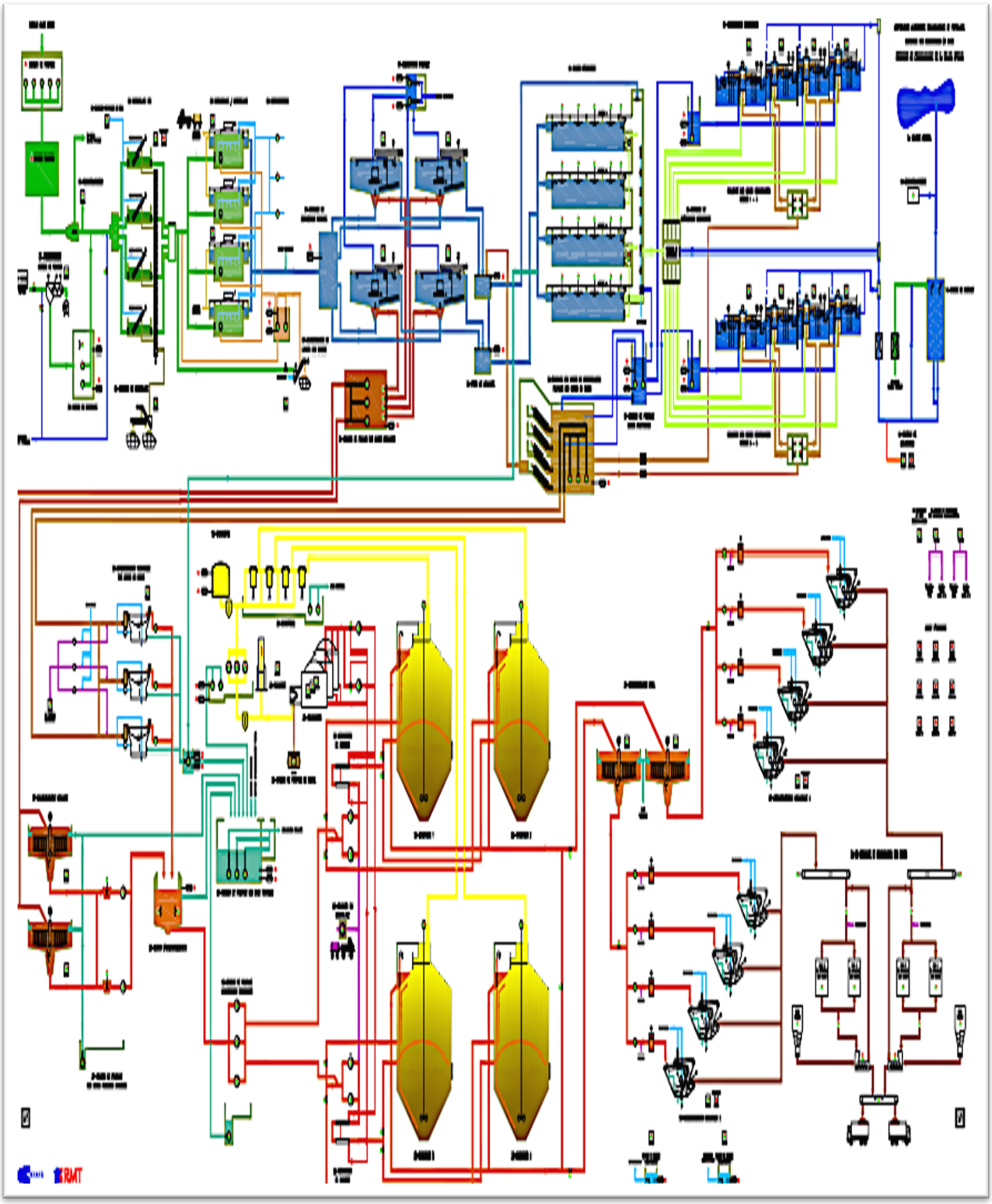


Figure III. 4: schéma synoptique du procédé d'épuration.

3 Description des étapes individuelles de processus

3. 1. Dégrillage

Le dégrillage est composé de 4 chenaux de dégrillage équipés des dégrilleurs fins (espacement entre les barreaux=10mm).

Les grilles mécaniques sont inclinées de 75° offrant une grande surface de passage, leur nettoyage s'effectue d'une manière très simple par une racle rigide qui épouse la forme des barreaux de la grille.

L'opération automatique des dégrilleurs est Contrôlée par une mesure différentielle des niveaux d'eau en amont et en aval du dégrillage.

Les dégrilleurs seront couverts. L'air pollué sera traité par bio-filtre.



Figure III. 5: Les dégrilleurs (photos prises le 10-05-2021).

3. 2. Dessablage et déshuilage

Un chenal de sortie fait suite au poste de dégrillage en amenant les eaux dégrillées vers quatre chenaux de dessablage -déshuilage.

L'entrée de dessaleur-déshuileur est équipée d'un batardeau Chaque dessaleur -déshuileur à une longueur de 50m, exécuté en béton armé de section trapézoïdal avec un baffle ajuté.

L'ouvrage et équipé de pontes racleurs suceurs jumelés animés d'un mouvement de "va-et-vient" destiner à extraire les sables déposés au fond de l'ouvrage qui seront transportés par la suite dans une rigole centrale qui débouche vers une fosse collectrice. Le mélange eaux et sable sera transporté vers un calibreur de sable situé à côté du déssableur. Le sable est asséché puis décharger dans une benne

Le dessablage est composé de 4 lignes les dimensions des lignes sont :

- Longueur : 50m.
- Largeur dessableur : 4.8 m.
- Largeur déshuileur : 2m.
- Profondeur utile de dessablage : 4.6m.

Le temps de séjour dans le dessablage correspondant à un débit maximal est de 15 minutes. Le taux de séparation des granulats de 150 micromètres sera donc de l'ordre de 95%.



Figure III. 6: Bassin Dessablage et déshuilage (photos prises le 10-05-2021).

3. 2. 1. Traitement des graisses

Les matières flottantes et les graisses s'accumuleront à la surface du déshuilage et seront raclées jusqu'à l'entrée d'un puits à graisses. Ces matières ont besoin d'un clapet qui vas être entreposés dans le puits. Ces matières sont envoyées vers le digesteur dans une grande partie organique et transformées de façon anaérobie en biogaz.

3. 3. Décantation primaire

L'eau usée coule ensuite vers une décantation primaire. Une partie des MES se dépose et réduit donc la charge massique de DBO et DCO.

Dans la station on trouve 4 décanteurs primaires, équipés de ponts racleurs.

Les décanteurs primaires sont dimensionnés pour une charge hydraulique de 1.5m/h éventuellement 2.5m/h. les dimensions de chaque décanteur primaire sont récapitulées Ci-après :

- Diamètre : 48.9m
- Hauteur d'eau moyenne : 2.56m

Le taux d'élimination estimatif dans la décantation primaire est de :

- BDO_5= 33%
- DCO = 29%
- MES 63%



Figure III. 7: Les décanteurs primaires (photo prise le 10-05-2021).

3. 4. Traitement à boues activées

Le traitement à boues activées est composé de 4 bassins en béton, qui seront équipés d'aérateurs de surface, les ouvrages sont dimensionnés comme suite :

- Nombre d'ouvrages :4
- Volume d'un bassin : 10584 m³
- Longueur 89.80m
- Largeur : 22.45 m
- Hauteur d'eau : 5.25m
- Charge massique des boues : 0.35kg DBO;/ (kg MES/j)

Le bassin d'aération est conçu pour assurer un brassage homogène de la boue, pour éviter tous dépôts de matières en suspension et l'érosion du fond ou des parois de l'ouvrage.

3. 5. Les aérateurs de surface

Les aérateurs sont conçus pour assurer une bonne aération du bassin ils sont de type à axe vertical et à vitesse de rotation lente.

Pour que la capacité d'aération puis être adaptée aux besoins réels, les aérateurs de surface sont équipés par des variateurs de vitesse. La variation de vitesse sera tributaire de deux mesures d'oxygène dissous.



Figure III. 8: Les aérateurs de surface (photo prise le 10-05-2021).

3. 6. Décantation secondaire

La clarification des effluents est une étape essentielle dans le procédé biologique d'épuration, pour pouvoir séparer la liqueur mixte, en boues concentrées et en eau traitée.

On trouve dans la station 8 décanteurs circulaires, chaque ensemble de 4 décanteurs formant un groupe fonctionnel.

Le décanteur secondaire est dimensionné comme suite :

- Nombre d'ouvrage :8
- Diamètre : 56.6m
- Hauteur utile à 2/3du diamètre : 3,4m

Les boues décantées seront pompées dans des puits à boues pour chaque ensemble de 4 décanteurs secondaires, et acheminées vers la station de pompage des boues de retour. La boue surnageante produite est envoyée dans deux puits pour être acheminée vers la déshydratation mécanique ou vers les boues de retour.

L'eau claire des décanteurs secondaires s'écoule gravitairement vers le chenal de sortie de la station d'épuration.

3. 7. La désinfection

La désinfection des effluents a pour objectif principal d'améliorer la qualité bactériologique de l'effluent épuré afin de protéger la zone de rejet.

Sur un temps de séjour de 30 min pour un débit de pointe du temps de pluie, le bassin de contact présente un volume utile de 7700m³.

Sa dimension est comme suite :

- Nombre d'ouvrage :2
- Longueur : 100 m
- Largeur : 10 m
- Hauteur d'eau : 4,05 m

Les eaux épurées à la sortie de la station d'épuration sont rejetées dans la GRANDE SABKHA.

4 Pompage et traitement des boues activées

4. 1. Recirculation des boues

Les boues décantées sont acheminées par une tuyauterie vers deux fosses de pompage des boues.

Une partie des boues décantées est recerclée vers le bassin d'aération pour maintenir un taux de MES stable, les boues de retour sont pompées par 4 pompes à Vis d'ARCHIMEDE.

4. 2. Évacuation des boues en excès

La boue en excès est extraite régulièrement et elle est envoyée vers l'épaississement et traitée par la suite.

4. 3. Traitement des boues primaires et des boues en excès

Les boues primaires des 4 bassins de décantation sont prélevés plusieurs fois par jour par deux pompes à vis et transportées vers l'épaississeur de boue primaire.

La boue en excès est transportée vers la station d'épaississement mécanique elle est épaissie par 3 épaississements à bondes d'une teneur en matière solide d'environ 0.8% à environ 6% en ajoutant des polymères. Puis transportées vers le bassin d'homogénéisation.

Le bassin d'homogénéisation est d'un volume de 200m³, ce bassin permet de former une boue brute à partir des boues primaires et les boues en excès puis les boues sont transportées vers le digesteur.

4. 4. La digestion anaérobie des boues

La stabilisation des boues s'effectue en un milieu mésophile dans des digesteurs anaérobies d'une température d'environ 37°C, pour un volume total de 38420m³, on obtient un temps de séjour de 21,6 jours. Ce temps permet une bonne stabilisation des boues.

Le chauffage du digesteur s'effectue grâce à un système de circulation de boue chaude, un injecteur à mélange pour l'introduction de boue brute et un échangeur thermique, la circulation de boue chaude apporte de l'énergie thermique nécessaire pour le chauffage de la boue brute à 37°C.

Le processus de stabilisation anaérobie des boues permet de produire de biogaz utilisé par la suit dans l'alimentation des chaudières.



Figure III. 9: Les digesteurs (photo prise le 10-05-2021).

4. 5. Déshydratation des boues

La déshydratation est faite par 8 filtres à bondes presseuses le but de la déshydratation est de l'obtention d'une teneur en substances sèches d'au moins de 25%. La boue déshydratée est transportée et réutilisée comme matière fertilisante.





Figure III. 10: Déshydratation (photo prise le 10-05-2021).

Chapitre IV : Matériels et Méthodes

1 Introduction

Dans ce chapitre, on vient de représenter les différentes méthodes et matériels utilisées pour l'épuration des eaux, des boues et des résultats des analyses réalisées avec des discussion au niveau de laboratoire de la station d'épuration d'el kerma.

2 Échantillonnage

Il existe plusieurs modes d'échantillonnage, mais pour notre étude, nous avons choisi l'échantillonnage instantané dans le but d'avoir des échantillons homogènes et représentatifs du rejet sachant que la composition des effluents résiduaires varie au cours de la journée. Cette méthode consiste a prélever des échantillons de volume constant a intervalle de temps constant pour obtenir un échenillant correspondant a la composition moyenne (source 2013 STEP)

3 Points et modes de prélèvement

Pour évaluer l'efficacité

- Un prélèvement de l'eau brute n'ayant subit aucun traitement (fig1)
- Un deuxième prélèvement concerne l'eau épurée qui sort de clarificateur
- Et un prélèvement du bassin d'aération (fig. 2) contenant des boues activées pour avoir une idée sur son état de fonctionnements.



figure IV. 1: effluent brut.



figure IV. 2: bassin d'aération.

Les échantillons d'eaux brutes et d'eaux traitées son issus d'un préleveur automatique, alors que les eaux usées du bassin d'aération sont prélevées manuellement à l'aide d'une tige, et transportées au laboratoire d'analyse dans une glissière



Figure IV. 3 : préleveur automatique

4 Matériels

Dans ce chapitre, on vient de représenter les différentes méthodes et matériels utilisées pour l'épuration des eaux, des boues et des résultats des analyses réalisées avec des discussion au niveau de laboratoire de la station d'épuration d'EL KERMA.

4. 1. Matériel pour les analyses physicochimiques

4. 1. 1. Appareillage

- Agitateur magnétique
- Balance de précision du laboratoire
- Bloc chauffant pour DCO (thermostat)
- Bloc d'incubation des bouteilles DBO (manomètres à membrane) à 20°c
- Dessiccateur
- Dispositif de filtration sous vide (pompe à vide).
- Éprouvette
- Étuve 105°c
- Four (600°C) (incinérateur rapide)
- Incinérateur
- Oxytons
- Papiers filtres à 0,45 µm
- PH mètre
- Conductimètre
- Pissettes d'eau distillée
- Spectrophotomètre (DR2800)
- Tubes à essai
- Tubes de réactifs à DCO
- Pipette 2ml

4. 2. Matériel pour analyses microbiologiques

4. 2. 1. Milieux de culture

- Bouillon au sélénite de sodium cystéine (SFB)
- Eau peptones alcaline (EPA)

- Gélose nutritive alcaline bilié (GNAB)
- Gélose Hektoen
- Bouillon lactosé au pourpre de bromocrésol (BCPL)
- Milieu de Schubert

4. 2. 2. Appareillage

- Bain marie
- Bec-bensen
- Boites de Pétri
- Fioles 250 ml, 500ml
- Incubateurs à 37°C et 44°C + 0.5°C
- Lamelles
- Lames
- Lance de platine
- Microscope optique
- Pipettes Pasteur
- Portoir

5 Méthodes

5. 1. Analyse physicochimique

Les analyses physicochimiques portent sur les paramètres suivants :

- La Température
- Détermination du PH
- Mesure de la conductivité
- Mesure de la matière en suspension (MES)
- Demande chimique en oxygène (DCO)
- Demande biochimique en oxygène (DBO)
- Détermination de la pollution azotée
- Matière sèche

5. 1. 1. La Température

La température est déterminée en même temps que la conductivité électrique par le conductimètre.

5. 1. 2. Détermination du PH

- **Principe**

Mesure de la différence de potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence plongeant dans une même solution.

- **Mode opératoire**
  - ✓ Allumer le pH-mètre et rincer l'électrode avec de l'eau distillée ;
  - ✓ Prendre dans un petit bécher, la solution tampon PH=7 ;
  - ✓ Laisser stabiliser un moment jusqu'à affichage du standard 2
  - ✓ Enlever l'électrode et la rincer abondamment avec de l'eau distillée ;
  - ✓ Réétalonner de la même manière avec les solutions tampon PH=4 ;
  - ✓ Prendre environ 100 ml d'eau à analyser et faire la correction de température ;
  - ✓ Mettre un agitateur avec une faible agitation ;
  - ✓ Tremper l'électrode avec les précautions habituelles dans le bécher ;
  - ✓ Laisser stabiliser un moment avec une faible agitation, puis noter le PH.

- **Expression de résultats**

  L'appareil donne la valeur de la valeur de la température exprimée en degré Celsius(C°), ainsi que la valeur PH.

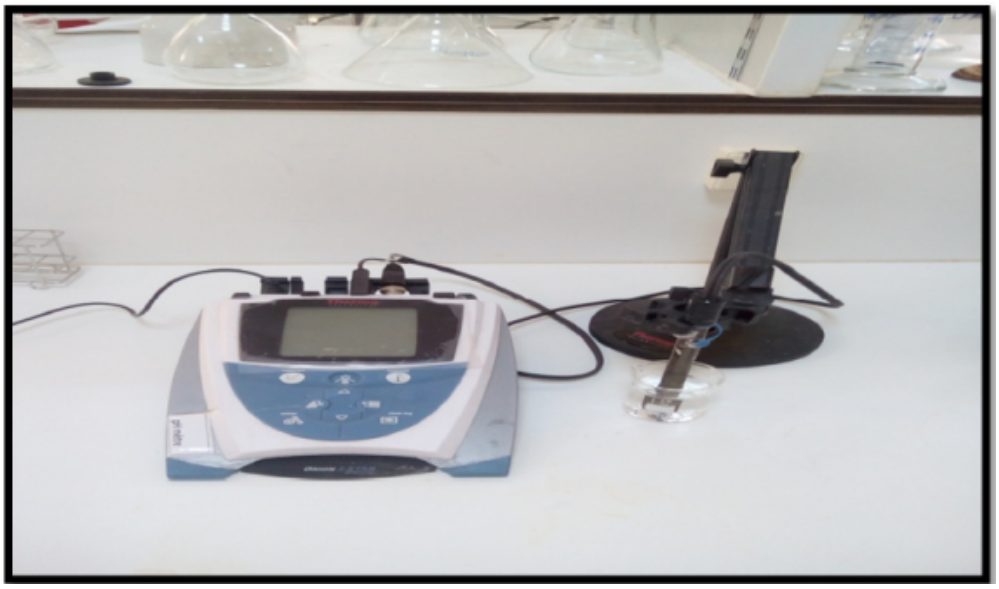


Figure IV. 1: PH-mètre.

5. 1. 3. Mesure de la conductivité

- **Principe**

Détermination directe à l'aide d'un instrument approprié de la conductivité électrique de solutions aqueuses. La conductivité électrique est une mesure du courant conduit par les ions présents dans l'eau (phénomène conducteur de la deuxième espèce et dépend de la concentration des ions, nature des ions, température et viscosité de la solution.

- **Mode opératoire**
  - ✓ Allumer le conductimètre et rincer l'électrode avec de l'eau distillée ;
  - ✓ Prendre dans un petit bécher, la solution standard de KCL ;
  - ✓ Laisser stabiliser un moment jusqu'à affichage de la constante de cellule ;
  - ✓ Prendre environ 100 ml d'eau à analyser ;
  - ✓ Tremper l'électrode avec les précautions habituelles dans le bécher ;
  - ✓ Laisser stabiliser un moment, puis noter la valeur de la conductivité affichée.

- **Expression des résultats**

Le résultat est donné directement en µS/cm.



Figure IV. 2: Conductimètre.

5. 1. 4. Mesure de la matière en suspension (MES) :

Norme NF- en 872 méthodes par filtration sur filtre en Fibre de verre

- **Mode opératoire**
  - ✓ Sécher les papiers filtre MES dans une étuve à 105 + 2°C jusqu'à une masse constante, laisser refroidir en dessiccateur et peser à 0,1 mg prés.
  - ✓ Placer le filtre dans l'équipement de filtration et mettre en marche le dispositif d'aspiration.
  - ✓ Verser progressivement l'échantillon sur le filtre jusqu'à ce que le dispositif soit vidé. Le volume vidé doit être d'au moins 100ml et permettant d'obtenir au moins une masse de l mg par cm2 de surface filtrante. Toutefois dans le cas où celle-ci peut ne pas être satisfaite le volume de l'échantillon doit être augmenté à au moins 500ml.
  - ✓ Rincer le récipient ayant contenu l'échantillon avec 10ml environ d'eau distillée et faire passer les eaux de lavage sur le filtre.
  - ✓ Laisser essorer et sécher le filtre à 105°C + 2°C. Laisser refroidir en dessiccateur et peser à 0,1 mg près si le résidu est inférieur à 20 mg, ou à 0,5 près si le résidu est supérieur à 20mg. Recommencer les opérations de séchage, de refroidissement et de pesées jusqu'à ce que la différence entre deux pesées successives n'excède pas 0,1 ou 0,5Smg.

- **Expression des résultats**

Le taux de matière en suspension mg/l = (M1-Mo) *1000/V

V= le volume en millilitres d'échantillon mis en jeu (ce volume est déterminé soit à l'aide d'un récipient jaugé soit par pesée.

Mo- La masse en mg du disque filtrant avant utilisation.

Mi = La masse en mg du disque filtrant après utilisation.



Figure IV. 3: pompe à vide.

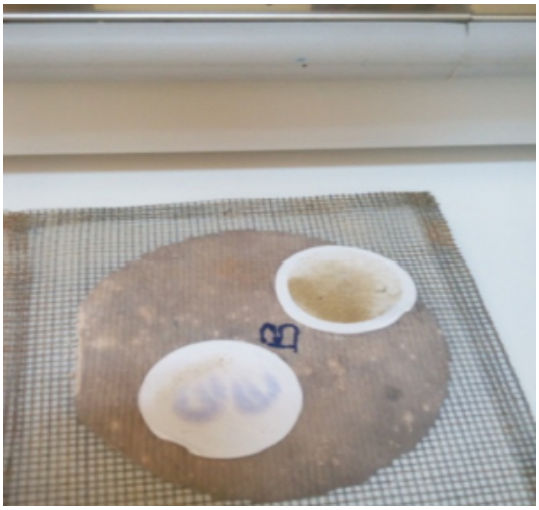


Figure IV. 4 : les filtres.



Figure IV. 5: la balance.



Figure IV. 6: l'étuve.



Figure IV. 7: four.



Figure IV. 8: dessiccateur.

5. 1. 5. Demande chimique en oxygène (DCO)

NORME NFT 90-101

- **Principe**

On évalue la quantité d'oxygène utilisée par les réactions d'oxydation, à partir de la mesure du résidu de réactifs au bout de 2h. L'oxydation s'effectue à chaud, en milieu acide, en présence d'un excès d'oxydant.

- **Mode opératoire**
  - ✓ Mélanger le contenu pour avoir une solution homogène et pipeter 2.0 ml d'échantillon avec précaution.
  - ✓ Fermer la cuve, nettoyer l'extérieur de celle-ci et mélanger.
  - ✓ Chauffer dans le thermostat : 2 Heures à 148 °C.
  - ✓ Sortir la cuve chaude et fait la retourner 2 fois avec précaution.
  - ✓ Laisser refroidir à température ambiante : dans le support de cuve, bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer par un spectrophotomètre à 448 nm pour les eaux traitées et à 605 nm pour les eaux brutes.

- **Expression des résultats**

Les résultats sont exprimés en milligrammes d'oxygène par litre.

5. 1. 6. Demande biologique en oxygène (DBO5) :

(NORME NFT 90-103)

- **Principe de la méthode manométrique**

Le principe de la méthode manométrique constitue à mesurer l'évolution de la pression de l'air à l'intérieur d'un flacon contenue l'échantillon ; évolution directement liée à la diminution de la concentration en oxygène de l'atmosphère d'incubation.

En effet, Les micro-organismes lors de la biodégradation des molécules organique consomment l'oxygène dissous dans l'eau de l'échantillon et l'oxygène de l'air se dissous pour remplacer l'oxygène consommé. Ceci crée un déficit en gaz dans l'air du flacon qui n'est pas renouvelé, à condition que le CO2 formé lors de la biodégradation soit absorbé par de la soude présente dans le flacon.

- **Mode opératoire**
  - ✓ Choisir le volume de l'échantillon qui correspond à la gamme de mesure adéquate (tableau N VI des volumes et des facteurs)
  - ✓ Verser le volume d'échantillon dans le flacon DBO
  - ✓ Ajouter de la soude pour absorber le CO, formé.
  - ✓ Ajouter un barreau magnétique pour assurer T'agitation et insérer le flacon dans un incubateur de DBO.
  - ✓ Après cinq jours, lire la valeur qui correspond au cinquième jour,
- **Expression des résultats**

Les résultats sont exprimés en milligrammes d'oxygène par litre.



Figure IV. 9: incubateur + OxiTop + flacon.

5. 1. 7. Détermination de la pollution azotée :

L'azote peut être présent dans l'eau sous quatre formes principales :

- L'azote organique No 2^-
- L'azote nitreux NO_2^-
- L'azote nitrique NO_3^-
- L'azote ammoniacal NH_4^+

L'ensemble de ces formes azotées constitue l'azote global noté : NGL.

5. 1. 7. 1 Ammonium :

NORME NFT 90-015

En présence de sodium nitroprussique agissant comme catalyseur et à une valeur du pH d'environ 12.6 les ions ammonium réagissant avec les ions hypochloreux et salicyliques et donnent une coloration bleue indophénol.

- **Mode opératoire**
  - ✓ Enlever délicatement la feuille de protection de la cuve détachable.
  - ✓ Dévisser la cuve, et pipette 0.2 ml d'échantillon.
  - ✓ Visser immédiatement la cuve ; dirigeant le cannelage vers le haut,
  - ✓ Secouer énergiquement, attendre 15 min et bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesure
  - ✓ Effectuer les mesures spectrophotométriques à la longueur d'onde 690 nm.
- **Expression des résultats**

La concentration en ammonium est exprimée en milligrammes par litre.

5. 1. 7. 2 Nitrate :

NORME NFT 90-012

- **Principe**

Dans une solution d'acide sulfurique et phosphorique, les ions nitrate réagissent avec le 2.6-diméthylphénol pour donner du 4-nitro-2.6-diméthylphénol.

- **Mode opératoire**
  - ✓ Enlever délicatement la feuille de protection de la cuve détachable.
  - ✓ Dévisser la cuve, et pipeter 0.2 ml d'échantillon.
  - ✓ Visser immédiatement la cuve ; dirigeant le cannelage vers le haut.
  - ✓ Secouer énergiquement, attendre 15 min et bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer.
  - ✓ Effectuer les lectures au spectrophotomètre à la longueur d'onde 345 nm.

- **Expression des résultats**

Le résultat est donné directement en milligrammes par litre de nitrate.

5. 1. 7. 3 Nitrite :

NF EN 26777 /MAI 1993 NFT 90-013

- **Principe**

Les nitrites réagissent dans une prise d'essai à pH 1,9 avec le réactif amino 4 benzènes sulfonamide en présence d'acide ortho phosphorique pour former un sel diazoique qui forme un complexe de coloration rose avec le dichlorohydrate de N-Naphtyl-1 Diamino - k1,2 éthanes.

- **Mode opératoire**

- Enlever délicatement la feuille de protection de la cuve détachable.
- Dévisser la cuve, et pipeter 2,0 ml d'échantillon.
- Visser immédiatement la cuve ; dirigeant le cannelage vers le haut.

5. 1. 8. Matière sèche

- **Mode opératoire**
  - ✓ Prélever dans un creuset un volume (\V) de l'échantillon à analyser (la boue) sécher par passage à l'étuve à 180°C.
  - ✓ Laisser refroidir le creuset presque jusqu'à la température ambiante puis la placer dans un dessiccateur pendant environ 15 mn et le peser, soit Mo la masse de creuset à vide.

- ✓ Faire évaporer progressivement la prise d'essai introduite dans le creuset .Il est recommandé de ne remplir le creuset que jusqu'à mi - hauteur. Une fois l'eau est évaporée, placer le creuset dans 1 étuve réglée à la température souhaitée
- ✓ (105°C) pendant 24H.
- ✓ Laisser refroidir le creuset et son contenu jusqu' à la température ambiante puis le placer dans un dessiccateur pendant 15mn environ et peser, soit M_1 la masse de creuset après chauffage à 105°C.

➢ **Expression des résultats**

La MS est exprimée en mg/l est donné par l'expression : mg/l

V : Le volume en millilitre de la prise d'essai.

Mo : La masse en milligrammes de la capsule vide avant utilisation.

M : La masse en milligrammes de la capsule et de son contenu après séchage à 105°.

5. 2. Analyses microbiologiques

Les analyses bactériologiques de l'eau ont pour but de mettre en évidence la présence des bactéries qui modifient l'aptitude d'une eau à une utilisation donnée (55).

5. 2. 1. Préparation des dilutions

Les dilutions sont réalisées en vue de réduire le nombre de micro-organismes par unité de volume pour permettre, après incubation, d'observer leur développement
(Cas des tubes) ou d'effectuer le dénombrement des colonies (cas des boites).

Première dilution (10^{-1})

- 1 volume de solution mère (échantillon à analyser) pour 9 volumes de diluant.

Dilution décimales suivantes :

- ❖ Dilution (10^{-2}) : un volume de première dilution (10^{-1}) pour 9 volumes de diluant.
- ❖ Dilution (10^{-3}): un volume de dilution (10^{-2}) pour 9 volumes de diluant.
- ❖ Etc.…jusqu'à obtention d'une gamme de dilutions décimales appropriées pour l'inoculation des milieux de cultures (7).

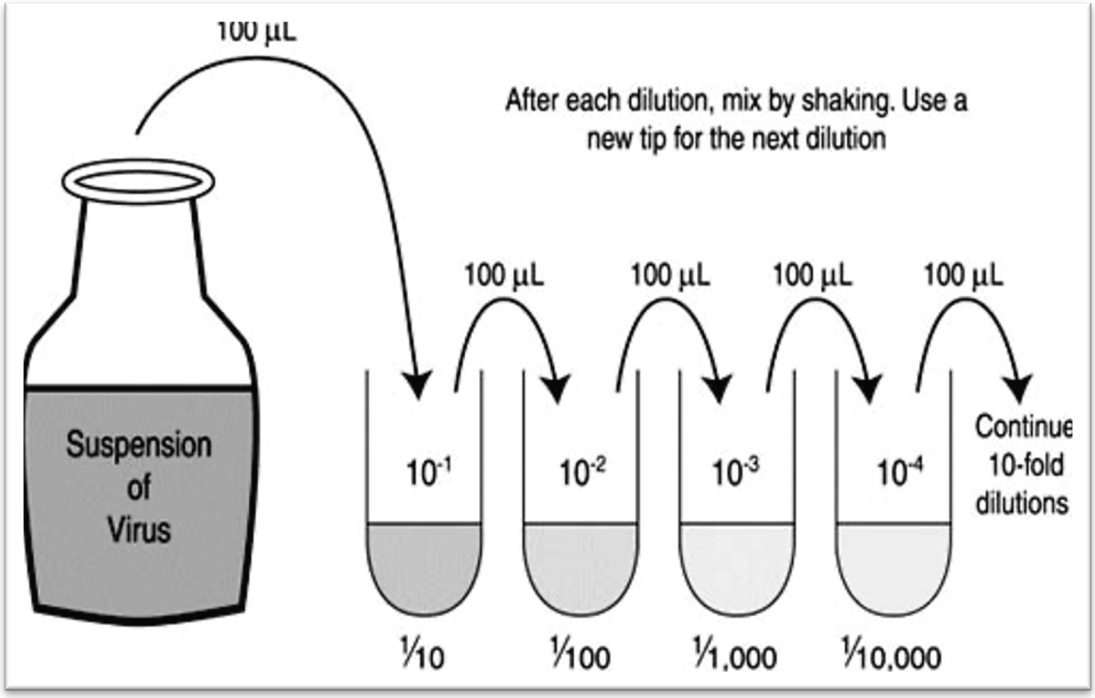


Figure IV. 10: Préparation des dilutions.

5. 2. 2. Mode de prélèvement

Afin d'atteindre notre objectif et d'évaluer l'efficacité du traitement biologique à boues activées dans l'épuration des eaux usées domestiques notre travail a été divisé en deux parties:

- ***La partie 1***: qui vise à estimer l'efficacité du traitement dans la réduction de la charger microbienne nous avons choisi deux point de prélèvement

Prélèvement de l'eau brute.

Prélèvement de l'eau épurée.

- ***La partie 2*** : dans le but de contrôler le fonctionnement de la boue activée nous l'avons prélevé à partir du bassin d'aération suivie d'une observation microscopique de ces derniers.

5. 2. 3. Condition de prélèvement

Dans les bassins d'aération, les prélèvements ont été effectués à l'aide d'une puisette. L'eau destinée à l'analyse microbiologique a été prélevée dans des flacons en verres del00ml stérilisés pendant une demi-heure à 170°C dans l'étuve.

Les échantillons sont transportés dans une glacière car il est conseillé de garder Les échantillons à une température de 4°C et cela pour ralentir l'activité bactérienne.

L'analyse se fait le même jour en aucun cas au-delà de 24 heures. (7)

Chapitre V : Risques et Préventions dans la station d'épuration

1 Introduction :

Le but de ce chapitre est de présenter les risques présents en station d'épuration et notamment les risques spécifiques tels que le risque biologique dû à l'exposition aux eaux usées et aux boues issues de leur traitement.

Cette liste de risques et de mesures de prévention (et/ou protection) ne peut être considérée comme exhaustive. En effet, certains risques « généraux » comme les risques liés à la manutention manuelle ou le risque électrique n'y sont pas traités et d'autres mesures de prévention peuvent exister.

2 NOTIONS ET DEFINITIONS

2. 1. Danger et risque :

Les mots « danger » et « risque » peuvent être ambigus. En effet, selon le contexte dans lequel ils se trouvent, leur sens peut être différent. Dans le domaine de la santé et de la sécurité au travail, il convient de rappeler la définition précise de ces termes.

Un danger est toute source potentielle de dommage, de préjudice ou d'effet nocif à l'égard d'une chose ou d'une personne.

Un risque est la probabilité qu'une personne subisse un préjudice ou des effets nocifs pour sa santé en cas d'exposition à un danger. (68)

2. 2. Situation dangereuse :

Toute situation dans laquelle une personne est exposée à un ou plusieurs risque(s)phénomène(s) dangereux. (68)

2. 3. Dommage :

Lésion physique et/ou atteinte à la santé ou aux biens.

2. 4. Maladie professionnelle

Une maladie est « professionnelle » si elle est la conséquence directe de l'exposition d'un travailleur à un risque physique (bruit, vibration, etc.), chimique, biologique, ou résulte des conditions dans lesquelles il exerce son activité professionnelle.

Cette maladie peut se manifester rapidement après le début de l'exposition ou, au contraire, des années après et même parfois longtemps après que le travailleur ait cessé d'exercer le travail en cause. (68)

2. 5. Maladies à caractère professionnel :

Sont définies comme toute maladie susceptible d'être d'origine professionnelle et non reconnue en maladie professionnelle par un Régime de Sécurité sociale. (43)

3 RISQUES POUR L'HOMME

Le personnel qui travaille de façon permanente ou occasionnelle dans les usines d'épuration peut être exposé à plusieurs types de risques :

3. 1. Risques biologiques



Les réseaux de collecte des eaux usées domestiques reçoivent les eaux utilisées par les humains pour leurs installations sanitaires, la cuisine, le lavage des sols, des animaux domestiques... Viennent s'y ajouter les eaux usées de petites entreprises industrielles, artisanales ou commerciales.

Les agents biologiques présents dans ou sur ces différents éléments vivants ou inanimés vont donc se retrouver dans les eaux usées.

La plupart de ces agents n'entraînent pas de maladie. En se nourrissant de la pollution organique (présente dans les eaux usées, ils vont constituer la base de leur traitement biologique). (34)

3. 1. 1. Risques infectieux

Du fait de leurs origines très diversifiées, certains agents biologiques présents dans les eaux usées (bactéries, virus...) sont des pathogènes, c'est à dire qu'ils peuvent entraîner une maladie, en particulier **une infection**, quand la chaîne de transmission est complète et que les conditions leur sont favorables : concentration, voie de transmission existant dans le contexte des activités professionnelles et hôte réceptif. (34)

A partir du réservoir << eaux usées ou boues › ›, la contamination du personnel est possible essentiellement par :

- **Voie respiratoire** : inhalation de très fines gouttelettes d'eau, particules de boues ou poussières contaminées et dispersées lors de certaines opérations dégageant des aérosols, en particulier l'utilisation de jet d'eau haute pression.

- **Voie digestive** : de façon accidentelle (suite à une chute dans un réservoir par exemple) mais surtout par mauvaise hygiène personnelle et défaut de lavage des mains.

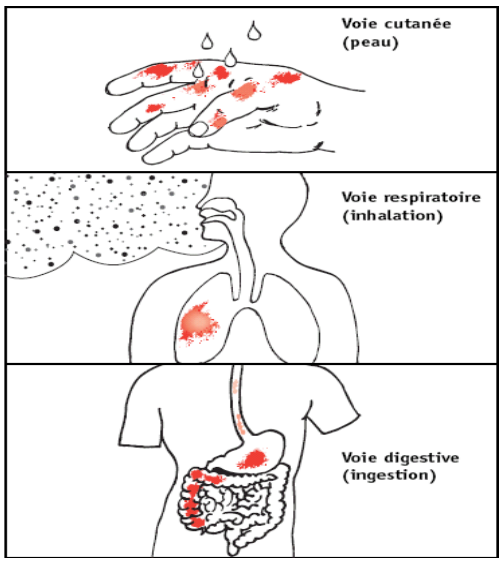


Figure V. 1: Les voies d'absorption usuelles.

- **Voie cutanée ou muqueuse** : contact direct et souillure d'une plaie, d'un eczéma, projection oculaire ..

Les micro-organismes peuvent pénétrer et se multiplier dans je corps humain en passant à travers **la peau ou les muqueuses** (yeux, nez, lèvres). Très peu de micro-organismes ont la capacité de passer à travers une **peau** saine qui représente one excellente barrière naturelle.

Par contre, certaines microlésions (petites peaux près des ongles), des écorchures ou des griffures sont des portes d'entrée é. travers lesquelles les micro-organismes peuvent pénétrer dans l'organisme, lors d'un contact avec des liquides, des boues ou des surfaces contaminée Les muqueuses au niveau des yeux, du nez ou des lèvres sort plus perméables aux micro-organismes qui peuvent les traverser lots de projections sur ces zones.

La liste des agents biologiques pathogènes (bactéries, virus, champignons microscopiques ou moisissures, parasites) qui peuvent être retrouvés dans les eaux usées est importante. Elle varie selon le lieu géographique, la saison, l'état de santé des populations

locales et les épidémies en cours (gastro-entérites virales...). Elle va varier aussi en fonction du raccordement de réseaux hospitaliers, industriels ou agricoles.
Les agents biologiques pathogènes les plus fréquemment cités comme présents dans les eaux usées sont des :

- **Bactéries** ; (*Salmonelles, Escherichia coli, Streptocoques*...)
- **Parasites ;** (*Amibes, Giardias, Ascaris*...)
- **Virus ;**(*Entérovirus, Coronavirus, Rotavirus, virus de l'hépatite A* ...).

Il faut y ajouter les leptospires éliminés dans les urines de rats présents dans le réseau de collecte.

Parmi les maladies infectieuses liées au travail dans les eaux usées et les plus fréquemment rapportées dans la littérature, il faut distinguer celles qui peuvent constituer un risque réel (troubles gastro-intestinaux d'origine virale ou bactérienne, hépatite A …) et celles présentant un risque réduit du fait de sortie leur faible incidence dans la population générale (typhoïde...). Il faut y ajouter la leptospirose liée à la présence de rats.

3. 1. 2. Risques toniques :

Les endotoxines (composants de la paroi de certains agents biologiques) en concentration élevée peuvent être à l'origine d'un ensemble de signes constituant ce qu'on appelle le « *syndrome des égoutiers* › › avec malaise général accompagné de frissons, fièvre et troubles digestifs à type de diarrhées. Ce syndrome est d'apparition brutale et disparaît en 24 heures environ.
Les endotoxines seraient également responsables d'un état inflammatoire des voies respiratoires entraînant toux sèche et irritation du nez et de la gorge. (34)

3. 1. 3. Risques immunoallergiques :

La présence de certaines bactéries et moisissures dans le réseau des égouts peut entraîner des manifestations respiratoires de type allergique (pneumopathie d'hypersensibilité). (34)

3. 2. Risques toxiques :



La toxicologie a pour objet l'étude des effets néfastes des substances pour la santé des organismes vivants, de la relation de ces effets avec l'exposition, du devenir, du mode d'action et de la détection des substances dans l'organisme. Selon la durée de l'exposition, on parle de toxicité aiguë, subaiguë, subchronique ou chronique.

Les effets toxiques sont généralement catalogues selon leur site d'action : si l'effet se produit au site de contact, on parle d'effet local ; si l'effet toxique concerne un site distant du point de pénétration, on parle de toxicité systémique. La plupart des substances produisant une toxicité systémique n'induisent pas le même degré de toxicité dans tous les organes.

Si la toxicité majeure est limitée à un ou deux organes, ceux-ci sont appelés « organes cibles »; dans le cas contraire, on parle de toxicité générale.

Ces risques sont ceux des produits utilisés pour le traitement des eaux et boues et des produits générés par ces traitements :(5)

3. 2. 1. Produits corrosifs :



Ils sont utilisés essentiellement dans le cadre du traitement physico-chimique des boues (lait de chaux, chlore...). Ils présentent en commun un risque de brûlures cutanées, oculaires, des voies aérodigestives supérieures.
Le chlore présente un risque supplémentaire, en cas d'inhalation aiguë et importante, de survenue possible d'un œdème pulmonaire lésionnel et/ou d'une hyperréactivité bronchique persistante après inhalation aiguë.

3. 2. 2. Produits toxiques :



Le risque d'intoxication est essentiellement lié aux gaz de fermentation, sans méconnaître pourtant le risque toujours possible de contamination accidentelle des eaux par d'autres toxiques. Les gaz les plus dangereux ainsi produits sont :

- le dioxyde de carbone (C02),

-l'oxyde de carbone (CO),

- le sulfure d'hydrogène (H2S) proportionnellement le plus important mais aussi le plus dangereux car rapidement mortel (à une concentration de 800 à 1000 ppm) ; la VLE est de 10 ppm et la VME de 5 ppm,

- le trihydrure d'arsenic (AsH_3) exceptionnellement observé.

Ces gaz de fermentation sont essentiellement générés au niveau des postes de relevage, dans les digesteurs.

3. 3. Les risques de chutes ou de glissades :



Chutes et glissades surviennent lors de la circulation du personnel sur le site de la station, elles comptent parmi les accidents les plus fréquents.

La survenue des chutes est en général secondaire à un défaut d'équipements.

Circulation des agents sur les passerelles au-dessus des bassins, sur les ouvrages aux abords immédiats des équipements et par la présence d'ouvertures dans le sol de type trappe ou regard ;

Circulation sur des sols rendus glissants par l'eau ou des projections de boues.

Ce risque peut être accentué en fonction de la typologie du site (dénivellation importante), des conditions climatiques défavorables (gel, neige, pluie,) et du port de charge lourde et/ou encombrante.

La noyade est une des conséquences possibles de la chute qu'il ne faut pas minimiser car les agents travaillent souvent aux abords des bassins d'eau en traitement. (5)

3. 4. Les risques mécaniques :



Qu'il s'agisse de coupure, de contusion, risques d'entraînement, d'écrasement, de cisaillement, de chocs liés au fonctionnement des machines : dégrilleurs, vis de relevage, bandes transporteuses, ponts racleurs, pompes...

Ces risques sont d'autant plus nombreux que les installations comprennent des pièces mobiles. Du fait de leur démarrage cyclique ou automatique, et en l'absence de protection particulière, ces installations présentent des risques pour toute personne susceptible de s'en approcher. (5)

3. 5. Les risques d'incendie et d'explosion :

3. 5. 1. Incendie



Le risque est extrêmement faible dans les petites stations. Cependant une défaillance des dispositifs de protection électrique est toujours possible, de même qu'une inflammation des refus de dégrillage ou de déshuilage.

Dans les stations plus importantes, outre les causes d'incendie susmentionnées, le risque existe surtout au niveau des chaudières, des moteurs à gaz de fermentation, des installations de traitement thermique des boues ou du stockage de produits inflammables. (5)

3. 5. 2. Explosion



Les gaz potentiellement explosifs proviennent principalement de la fermentation anaérobie des matières organiques, que celle-ci ait lieu dans le digesteur de boues (fermentation dirigée et intentionnelle) ou dans des canalisations mal curées (fermentation accidentelle).

Le méthane ainsi produit devient inflammable et explosif, lorsqu'il est mélangé à l'air dans certaines proportions.

Par ailleurs, les eaux peuvent véhiculer exceptionnellement (rejet interdit) des solvants organiques ou de l'essence aux vapeurs explosives.

Les produits combustibles sont susceptibles de former avec l'air des mélanges explosifs lorsque leur concentration se situe dans le domaine d'explosivité (entre les LIE et LSE pour les gaz et vapeurs, au-dessus de la concentration minimale d'explosion (CME) pour les poussières).

D'une manière générale, les poussières combustibles (notamment organiques, métalliques, végétales, alimentaires) sont capables de provoquer une explosion dés que le diamètre des particules est inferieur à 500 µm. (5)

3. 6. Risques liés à la manutention :



Contusions, écrasements, lombalgies peuvent résulter de la manœuvre de pièces lourdes : manutention de trappes ou de tampons, démontage de moteurs, de turbines, de pompes, enlèvement de bennes à déchets.

3. 7. Risques électriques :



L'environnement spécifique de ces usines (présence d'eau, humidité ambiante, produits corrosifs...) peut entraîner un vieillissement rapide des installations et être à l'origine de risques électriques : électrisation ou électrocution fatale. (34)

3. 8. Bruit et odeurs :

Risques annexes par rapport à ceux précédemment cités, bruit et odeurs n'en constituent pas moins des nuisances pour le personnel travail dans des locaux bruyants contenant les suppresseurs, les pompes, local centrifugeuse, travail heureusement le plus souvent épisodique ; travail en station d'épuration fermée et aussi pour le voisinage ou à proximité d'équipements bruyants (compresseur), utilisation d'engins bruyants (tracteur). (5)

3. 9. Autres risques :

Humidité, manque de vue sur l'extérieur... peuvent nuire aux bonnes conditions de travail.

L'usine d'épuration peut aussi générer des nuisances sonores et olfactives pour les riverains.

L'exposition des agents à des ambiances thermiques (pluie, vent, basses et hautes températures) est à l'origine d'inconfort, de fatigue physique et source d'autres risques (chutes, inattention…).

Le risque routier (utilisation de véhicule(s) lors de l'élimination des boues, de la collecte des gros déchets, ou simplement pour se rendre sur le site).

4 Sécurité :

La sécurité au travail et la protection de la santé doivent faire partie intégrante du projet d'installation ou d'extension d'une station d'épuration dés sa conception. On évite ainsi des modifications ultérieures onéreuses et peu satisfaisantes.

Cette partie contient les objectifs essentiels de sécurité ainsi que des propositions de solutions concrètes pour éliminer les phénomènes dangereux entrainant des accidents dans les stations d'épuration.

Il est primordial que ces installations fonctionnent en toute sécurité tant en marche normale qu'en marches particulières (travaux de réparation ou de maintenance, dépannages, etc.). L'expérience a montré que les accidents sont particulièrement fréquents en marches particulières.

Trois niveaux d'action

-Agir sur la source de danger, de pollution, de contaminant, pour réduire ou éliminer les émissions.

-Agir sur le milieu pour surveiller et maîtriser l'exposition

-Agir sur l'homme au travail pour réduire le contact et surveiller l'exposition

4. 1. La prévention Intégrée :

Conception particulièrement positive et satisfaisante de la prévention, il s'agit, dans ce cas, de supprimer le risque à sa source. On privilégiera ainsi les techniques non génératrices d'aérosols, on supprimera la manipulation des produits à risque, notamment les refus de dégrillage. Si le médecin du travail peut difficilement intervenir au niveau des procédés de traitement, sa contribution est fondamentale quant à la conception des vestiaires, sanitaires, lieux de détente... (5).

4. 2. La prévention technique collective et individuelle

La prévention technique, qu'elle soit individuelle ou collective, doit mettre le travailleur à l'abri de toute contamination mais doit aussi éviter toute dissémination extérieure du risque infectieux.

4. 2. 1. La prévention collective :

Le personnel doit être informé des consignes de sécurité et d'hygiène. Celles-ci peuvent être affichées dans les endroits dits sensibles tels que vestiaires, sanitaires.

4. 2. 1. 1 Mesures d'hygiène

Le respect des mesures d'hygiène permet de limiter la contamination du personnel. Ces mesures sont simples et doivent être connues et appliquées par le personnel.

L'agent d'exploitation doit avoir à sa disposition :

- **Une douche**, pour prendre une douche et pour se changer avant de quitter le lieu de travail
- **Des lave-mains** doivent être installés non loin des locaux exposant fortement le personnel. Ils doivent, de préférence, fonctionner par déclenchement non manuel, être munis de savon liquide antibactérien, d'essuie-mains en papier et d'une corbeille.



Les locaux sanitaires (toilettes, lave-mains, douches) doivent être maintenus en état et nettoyés plusieurs fois par semaine.

- **Une armoire à pharmacie** est indispensable permettant de nettoyer et de désinfecter une plaie, couvrir par un pansement imperméable pour éviter tout risque de surinfection
- **Un registre de sécurité** pour consigner les blessures.
- **Un casier à double compartiment** permettant de séparer les vêtements propres des tenues de travail sales, pour éviter la contamination.

Les vêtements portés sur le lieu de travail ne doivent jamais être rapportés au domicile, pour éviter de contaminer les membres de la famille. Un nettoyage séparé des vêtements souilles est nécessaire.

4. 2. 1. 2 La formation :

L'employeur organise et dispense une information des salaries sur les risques pour la santé et la sécurité et les mesures prises pour y remédier. Les agents doivent obligatoirement bénéficier d'une formation pratique et appropriée :

- Lors de l'entrée en fonction,
- Lors d'un changement de fonction ou de technique (risques nouveaux), en cas d'accident de service grave ou de maladie professionnelle,
- En cas d'accidents répètes,
- Après un arrêt de travail suite à accident ou maladie professionnelle à la demande du médecin de prévention. (66)

Cette formation concerne :

- Les conditions de circulation,
- Les conditions d'exécution du travail,
- Les dispositions à prendre en cas d'accident ou de sinistre,
- Les responsabilités encourues.

Les formations suivantes peuvent être proposées :

- Utilisation des équipements de protection et recommandation sur l'utilisation des produits et réactifs (se reporter à la fiche de sécurité du produit)
- Formation aux gestes de premiers secours ou sauveteur secouriste du travail (SST).
- Habilitations électriques en fonction du type de travail effectué par l'agent
- Formation sur gestes et postures,
- Formation sécurité et incendie,
- Formation PRAP (Prévention des Risques liés à l'Activité Physique)
- Habilitation au piégeage des ragondins et nuisibles.

4. 2. 1. 3 L'information :

Les agents doivent obligatoirement recevoir les instructions appropriées aux risques encourus. Des notices doivent être établies pour chaque poste de travail, notamment lors d'utilisation de matières dangereuses. (66)

4. 2. 2. La protection individuelle :

Sans préjudice des mesures de protection collective qui doivent être prises préalablement, les agents doivent pouvoir disposer des équipements de protection individuelle appropriés aux risques et aux conditions dans lesquelles le travail est effectué.

Le personnel travaillant sur des ouvrages d'assainissement (réseau ou station d'épuration) doit être doté entre autres des équipements suivants, à porté en fonction de chaque situation de travail :

- Chaussures et bottes de sécurité contre le risque d'écrasement des pieds et le risque de glissage. (Antidérapantes)

- Gants de protection contre le risque de coupure, de contusion ou de contamination,
- Vêtements de travail contre les risques de salissures,
- Gilet et vêtement de signalisation à haute visibilité pour les interventions sur la voie publique,
- Bouchons d'oreilles ou casque antibruit pour la présence dans les locaux bruyants.
- Masques de protection pour intervention dans des milieux confinés avec présence pressentie de gaz toxiques.
- Lunettes couvrantes ou écran facial
- Crème protectrice pour les mains ;
- Casque de chantier, harnais de sécurité, etc.…,

Les équipements doivent faire l'objet d'un suivi et contrôle régulier conformément aux prescriptions des fournisseurs. (67) .

4. 2. 3. Prévention médicale :

4. 2. 3. 1 La surveillance médicale :

Pour les agents qui le souhaitent, l'établissement est tenu d'organiser un examen médical annuel. Tous les agents doivent faire l'objet d'une visite médicale auprès du médecin de prévention tous les cinq ans ou en fournir la preuve à l'administration. Les agents occupant des postes à risques particuliers et ceux dont l'état le justifie (personnes handicapées, femmes enceintes, agents de retour après un congé de longue maladie ou de longue durée, agents souffrant de pathologies particulières) doivent obligatoirement satisfaire à une visite médicale dont la périodicité est définie par le médecin (surveillance au moins annuelle). (66)

4. 2. 3. 2 Vaccinations obligatoires :

Les agents travaillant dans le domaine de l'assainissement sont soumis à des visites médicales régulières de la médecine du travail. Afin de se prémunir de certaines maladies, certains vaccins sont fortement recommandés : (67)

- Hépatite A et B,
- Diphtérie, tétanos, poliomyélite,
- Leptospirose.

Stations d'épuration des eaux usées

Fiche de suivi médical — Date

Une fiche a-t-elle déjà été établie 1991 ☐ 1992 ☐

Visite systématique ☐ Visite de reprise ☐ Autre : .....

Nom et adresse du médecin du travail : .....

Identification du salarié : .....

Année de naissance : .....

Sexe : F ☐ H ☐

Type de station / Poste

Industrielle ☐ Urbaine ☐ Mixte ☐
Entreprise intervenante sur tout type de station ☐
Poste occupé : .....
Travail en permanence ☐
Travail occasionnel ☐
Ancienneté en stations : .....
Date d'affectation au poste : .....

Antécédents personnels avant travail en station

Atopie Oui ☐ Non ☐
Infections à répétition Oui ☐ Non ☐
si oui, préciser : .....
Autres : .....

Tabagisme

Fumeur ☐ Paquets-année (1) : .....
Non fumeur ☐
Ancien fumeur ☐

Vaccinations à jour

Tétanos Oui ☐ Non ☐ Polio Oui ☐ Non ☐
Typhoïdes Oui ☐ Non ☐ Tuberculose Oui ☐ Non ☐
Autres : .....

Absentéisme depuis la visite systématique précédente

Date : ..... Pathologie : .....

Pathologies relatées au cours de l'année écoulée

Digestive : Oui ☐ Non ☐
si oui, préciser : .....
ORL : Oui ☐ Non ☐
si oui, préciser : .....
Respiratoire : Oui ☐ Non ☐
si oui, préciser : .....
Cutanée : Oui ☐ Non ☐
si oui, préciser : .....
Oculaire : Oui ☐ Non ☐
si oui, préciser : .....
Autres : Oui ☐ Non ☐
si oui, préciser : .....

Données de l'examen clinique : .....

Examens complémentaires éventuels (nature et résultats) : .....

Commentaires : .....

REMARQUES : Un numéro d'identification doit être attribué à chaque salarié par le médecin du travail, ceci afin de respecter le secret médical. Ce numéro sera bien sûr conservé par le salarié d'une fiche à l'autre.
Le médecin du travail s'attachera dans la mesure du possible à préciser l'absentéisme, bon indicateur de santé, de même que la couverture vaccinale.
(1) Nombre de paquets-année = nombre de paquet(s) fumé(s) par jour multiplié par le nombre d'années de tabagisme (ex. : sujet fumant 10 cigarettes par jour depuis 20 ans = 10 paquets-année).

Figure V. 2: fiche de suivi médical.

4. 2. 4. Vérifications et contrôles périodiques des équipements :

Les équipements, s'ils ne sont pas contrôlés et maintenus en parfait état, sont générateurs d'accidents.

Les vérifications et contrôles périodiques ont pour objet d'assurer le maintien en conformité des équipements et installations et d'intervenir en cas de défectuosité. La vérification s'inscrit dans une action de maintenance permanente. La remise en état des éléments défectueux est obligatoire.

Afin de suivre les contrôles, il est nécessaire de mettre en place et de tenir à jour un registre des vérifications techniques de sécurité.

Les contrôles et vérifications suivants concernent les stations d'épuration et peuvent être vérifiées aussi en fonction des équipements et installations :

- Appareil et accessoires de levage (treuil, potences, etc.…),
- Installations électriques (armoires électriques, prises.),
- Dispositifs de lutte et d'alerte contre l'incendie (extincteurs, détecteurs, robinet incendie armé...), équipements de protection individuelle (détecteur de gaz, harnais de sécurité, gants électriques, gilet de sauvetage),
- Véhicules de transport (contrôle technique).

La périodicité des contrôles est définie soit règlementairement soit par le fournisseur. En fonction des équipements, les contrôles doivent être réalisés par des entreprises agréées. (67)

4. 3. Mesures de prévention collective de chaque risque :

4. 3. 1. 1 Prévention des risques mécaniques :

- Les organes ou objets en mouvement continu ou séquentiel doivent être protégés par des grilles ou écrans (fixes ou mobiles).
- Les écrans mobiles (pivotant ou coulissant) doivent provoquer pour tout mouvement d'ouverture, même minime, l'arrêt immédiat des mécanismes.
- La remise en route ne doit pouvoir se faire qu'écrans fermés et par action sur un organe de service.
- Pour les opérations d'entretien, prévoir des condamnations permettant de séparer, d'une manière visible et sûre, les éléments mobiles de toutes leurs sources d'énergie. (58)

4. 3. 1. 2 Prévention des risques liés aux chutes ou glissades :

La survenue des chutes est en général secondaire à un défaut d'équipements. Ceux-ci devront être pensés dès la conception de la station, être systématiques et non pas optionnels mise en place de :

- Balustrades et de garde-fous autour des bassins
- Échelles de plus de 3 mètres pourvues de crinolines
- Bouées et perches judicieusement placées en bordure des bassins.
- Dispositif d'arrêt d'urgence mécanique type « coup de poing » des bassins d'aération
- Éclairage adapté de toutes les zones d'activité et des voies de circulation...)

Les glissades seront prévenues en évitant toute stagnation d'eaux et de boues sur les sols (nettoyage régulier des abords de bassins, drainage des eaux de lavage et de pluie...), par l'installation de sols antidérapants sur les zones fréquemment humides, par le port de chaussures antidérapantes. (58)



Figure V. 3: mur d'un bassin.



Figure V. 4:Garde-corps.



Figure V. 5: Échelle verticale avec protection dorsale et palier intermédiaire.

4. 3. 1. 3 Prévention des risques pathologiques et toxicologiques :

- Les substances et préparations dangereuses doivent être stockées dans un local spécifique.
- Les locaux et zones de travail doivent être correctement ventilés.
- En laboratoire, les produits susceptibles d'émettre des gaz ou vapeurs toxiques doivent être manipulés sous hotte. Ce type de locaux doit être équipé de moyens de lavage en fonction des produits mis en œuvre (douche d'urgence, fontaine oculaire,)
- Avant toute intervention dans les cuves et réservoirs, procéder à une analyse des risques (mesures des polluants) et à la mise en place des moyens de prévention adéquats.
- A proximité des postes les plus sales, des points d'eau doivent être mis à disposition.
- Les vaccinations DTP et leptospirose doivent être à jour.

4. 3. 1. 4 Prévention des risques liés à la manipulation des substances chimiques (risques toxiques)

Le stockage et l'utilisation incorrects de produits chimiques dans les stations d'épuration peuvent présenter des dangers pour la santé et la sécurité du personnel : intoxications, brûlures, incendies, explosions, etc. Des mesures d'ordre technique et organisationnel doivent être mises en place afin de garantir la meilleure protection possible des travailleurs.

- Les lieux de stockage, de dosage et de transvasement de produits chimiques (p.ex. agents de précipitation et floculats) doivent être pourvus des panneaux d'avertissement

(p.ex. mise en garde contre les matières corrosives) et des signaux d'obligation nécessaires (p.ex. protection oculaire obligatoire). Les EPI requis doivent être disponibles sur place. Une station murale de lavage oculaire sera installée ou un flacon rince-œil mis à disposition.

- Les fiches de données de sécurité des produits chimiques utilisés doivent être accessibles aux travailleurs.
- Les collaborateurs seront instruits, à l'aide des fiches de données de sécurité, sur l'utilisation correcte des produits chimiques.
- L'organisation en cas d'urgence définit entre autres le comportement à adopté en cas d'avarie et les mesures de premiers secours.

4. 3. 2. Prévention du risque d'incendie et d'explosion :

- Les zones à risque, notamment celles où se trouvent des conduites ou des appareils à circulation de gaz, doivent être correctement ventilées.
- Des appareils de lutte contre l'incendie doivent être placés judicieusement au niveau de chaque point sensible.
- Pour les travaux de soudage, d'oxycoupage ou de meulage, un permis de feu doit être délivré à l'intervenant chargé des opérations.

En cas d'incendie

- Agir vite mais tout en gardant son calme,
- Donner l'alerte et appeler ou faire appeler les sapeurs-pompiers,
- Utiliser les moyens de secours approprie dont dispose l'établissement,
- Attaquer le feu à la base des flammes mais en restant dans le sens du courant d'air,
- Couper l'électricité et le gaz et fermer portes et fenêtres,
- Arrêter les ventilations, sauf interdiction expresse,
- Évacuer, si possible les bouteilles de gaz sous pression et autres produits inflammables.
- Assurer l'évacuation dans le calme et en utilisant les itinéraires prévus et utilisables,
- En cas d'impossibilité d'évacuer, se mettre près des fenêtres et manifester sa présence,
- En cas de fumée et de chaleur importante, se baisser l'air est plus frais près du sol,
- Accueillir et guider les pompiers à leur arrivée,
- Donner au directeur des secours les indications sur d'éventuelles personnes disparues,
- Assister les personnes handicapées ou choquées.

4. 3. 2. 1 Prévention des risques liés à la manutention :

Afin de faciliter les opérations de démontage et de remontage des matériels, des moyens mécaniques tels que rails, palans, peuvent être installés à demeure.

- Un palan de levage doit être prévu pour la manipulation des paniers de dégrillage.
- Des appareils auxiliaires de levage doivent également être prévus pour la manutention des trappes et tampons de regard.

4. 3. 2. 2 Prévention des risques de noyade

En dépit des mesures pour la protection des personnes, on ne peut exclure la chute d'une personne dans un bassin. Il faut donc prévoir des équipements de sauvetage appropriés à proximité des zones dangereuses. Il est notamment recommandé de placer des bouées (selon SN EN 14144) et des perches de sauvetage près des bassins à eau en mouvement (p. ex. bassins de rétention du sable et bassin d'aération). Ils doivent être rapidement accessibles.

Dispositifs d'évacuation de secours : toutes les sections cloisonnées de bassins doivent être équipées d'un dis- positif permanent d'évacuation de secours qui plonge à au moins 1 m en dessous du plus bas niveau d'eau en exploitation.

Dispositif de retenue : les bassins avec des rouleaux d'eau en rotation et remplis d'eau, de plus de 1,35 m de profondeur, doivent avoir de chaque côté et sur toute leur longueur un dispositif approprié permettant de se retenir en cas de chute.



Figure V. 6 : perche de sauvetage.

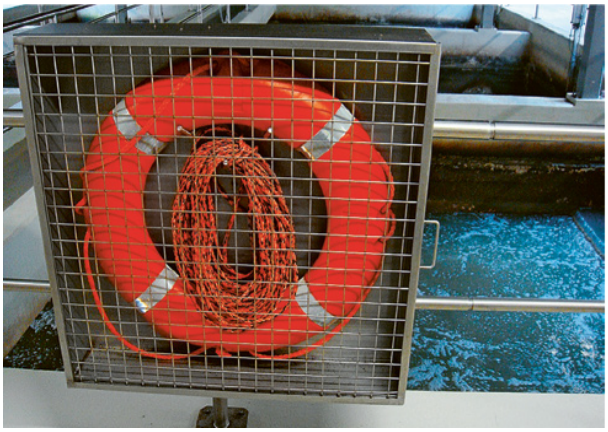


Figure V. 7:bouée de sauvetage.

Travaux hors des zones sécurisées : Il faut également prévenir tout risque de noyade dans les bassins remplis d'eau lorsque des travaux sont effectués exceptionnellement hors des

zones sécurisées. Le port des gilets de sauvetage est obligatoire pour effectuer des travaux sur ou à proximité immédiate de la surface de l'eau. Il est interdit de travailler seul lorsque des travaux nécessitent le port d'un gilet de sauvetage.

4. 3. 2. 3 Prévention des risques électriques

De nombreux accidents électriques sont dus à des défauts d'isolation. Ils concernent le plus souvent des appareils portatifs, leurs cordons et leurs fiches de raccordement. Ils sont provoqués par l'humidité, la présence d'eau, la corrosion, des impuretés et des détériorations mécaniques.

Il existe des dangers particuliers lors de travaux exécutes :

- Dans des locaux humides (humidité relative de l'air d'environ 75 – 90 %),
- Dans des locaux mouillés (humidité relative de l'air > 90 %) • dans des locaux avec un danger de corrosion,
- Dans des locaux avec des équipements de douche,
- Dans des locaux exigus conçus dans des matériaux très conductibles, par exemple réservoirs métalliques, citernes, silos,
- Dans des laboratoires et des salles d'essais en plein air avec des appareils électriques portatifs,

4. 3. 2. 4 Prévention des risques liés au Bruit :

Les équipements de travail doivent être conçus de telle façon que le bruit ou les vibrations ne portent pas atteinte à la santé ou à la sécurité des travailleurs.

Le bruit est dangereux pour l'ouïe lorsqu'il atteint ou dépasse le niveau moyen de pression acoustique continu équivalent LEQ 85 dB(A) pour une journée de travail de huit heures. Des mesures de protection sont alors à prendre.

- Mise en place de protections collectives contre le bruit (encoffrement, éloignement, …).

- Achat d'engins ou d'équipements les moins bruyants. A défaut, achat d'engins ou d'équipements tenant compte de cette problématique (ex : tracteur équipé d'une cabine insonorisée).

-Bien fixer les appareils vibrants (resserrer vis, boulons, écrous et contrôler le bon état des amortisseurs).

-Utiliser, pour éviter la réverbération des bruits, des matériaux absorbants pour les sols, murs et plafonds.

-Limiter le temps d'exposition.

-S'isoler si possible des autres personnes lors d'opérations ponctuelle.

4. 3. 2. 5 Autres mesures de prévention :

- Une liaison téléphonique avec l'extérieur doit être prévue afin de pouvoir alerter les secours en cas d'accident.
- Les travaux dangereux (risques de noyade, de chute de hauteur, d'intoxication,) doivent toujours être effectués à deux.
- S'assurer du respect absolu des interdictions de fumer.

Conclusion :

Ce mémoire sanctionne le stage de fin d'étude d'un mois effectué dans la station d'épuration d'el Karma du 06.04.2021 jusqu'au 05. 05. 2021. Dans le cadre de ce stage, une étude analytique portant sur le processus de la réutilisation des eaux usées de la wilaya d'Oran en prenant en considération tous les risques et les dangers relatifs aux travaux à effectuer et les possibilités de les atténuer.

Ce stage s'est avéré bénéfique pour l'avancement des recherches du mémoire car sa réalisation a grandement facilité la suite de différents travaux de recherche sur le plan théorique.

Au cours de ce stage, on a eu l'opportunité d'avoir une vision globale de la station d'épuration et ses activités, d'assimiler les connaissances pratiques et d'acquérir une connaissance approfondie du secteur d'activité grâce aux ingénieurs et techniciens avec lesquelles on a été en contact durant le mois.

En effet, cette expérience nous a permis de découvrir le métier d'ingénieur d'affaire et sa grande diversité de compétences. La variété des effluents nécessite une connaissance approfondie des différentes techniques d'épuration et une connaissance des matériaux des équipements poussée, une occasion pour nous de renforcer nos compétences et nos connaissances professionnelles dans le traitement des eaux usées.

Suite aux différentes actions menées pendant ce stage, on suggère ces quelques recommandations afin que les gestionnaires puissent apporter des solutions à la bonne marche de leurs activités, et on cite :

- La valorisation des boues, qui on pourrait les valoriser soit énergétiquement « Transformation en Biogaz pour la production de l'énergie électrique », mais cela nécessite une superficie additive à la STEP, soit en agriculture « Valorisation des propriétés fertilisantes des boues pour les cultures agricoles ».
- Augmenter le niveau de prévention des risques biologiques à chaque étape du procédé d'épuration (la conception des ouvrages, la protection collective et individuelle, les mesures d'hygiène, la formation et l'information des personnes exposées à des micro-

organismes, leurs toxines et composants (en particulier les endotoxines) présents dans les eaux usées, les boues, sur les surfaces et dans l'air.

- Installation d’un système d’aération et un générateur d'une nuisance sonore qui peut être importante dû à la présence de méthane, gaz provenant de la fermentation des matières organiques, à des concentrations dangereuses dans un espace confiné.
- La prise en compte de la conformité des équipements de travail installés et une vérification annuelle est fortement obligatoire.

Références :

1. Ademe. (1996). La valeur azotée des boues résiduaires de station d'épuration urbaines. 336p .
2. ADLER, E. (2005). Éléments sur l'épuration des eaux usées et la gestion des sous-produits de l'assainissement. *ACONSULT, Cours sur l'épuration des eaux usées et la gestion des sous-produits de l'assainissement–ENTPE*.
3. AGENCE, D. (1994). L'assainissement de l'agglomération. Technique d'épuration actuelles et évaluation étude inter agence
4. Alain BOTTA. Laurence BELLON. Pollution de l'eau et santé humaine. Laboratoire de biogénoxicologie et mutagenese environnemental. Université Euro Méditerranée TEHYS.Avril 2001.
5. Altmeyer, N., et al. "Risques microbiologiques et travail dans les stations d'épuration des eaux usées." *Documents pour le Médecin du Travail* 44 (1990).
6. *AMORCE, Boues de station d'épuration : Techniques de traitement, valorisation et élimination - DT51, 2012*
7. Anonyme., 2008 LABC du conseiller agricole, Fiche technique, Synthèse des connaissances de base sur l'écologie des vers de terre. 28-04-2008.
8. AOULMI Sofiane, conception de la station d'épuration dans la ville d'Eddine (W_Ain Defla), Thèse de l'école nationale supérieure de l'hydraulique, 2007.
9. Ati, S. (2010). Étude de l'effet des boues résiduaires sur sol cultivé: Dynamique du phosphore et son utilisation en zone semi-aride. *Mémoire de magistère en sciences agronomiques de l'université El Hadj Lakhdar (Batna) 45p*

10. Bassompierre, C. (2007). *Procédé à boues activées pour le traitement d'effluents papetiers: de la conception d'un pilote à la validation de modèles* (Doctoral dissertation, Institut National Polytechnique de Grenoble-INPG).
11. Baumont S., Camard J.P., Lefranc A. & Franco A. (2002). Réutilisation des eaux epurée: risques sanitaire et faisabilité en Ile de France, Paris: 12-13,27-29 ::(4)
12. BECHAK J., BUTINP. , MERCIERB., (1983).traitement des eaux usées.2Eme édition : [24] :
13. BISSI, Y. Valorisation des boues de la station d'épuration de la ville de Marrakech :[42] :
14. BOUAISSA MOHAMED. Mémoire master, Traitement des boues de la station d'épuration d'Al-Hoceima (2015) : (traitement des boues de la station d'épuration d'alhoceima)
15. BOUTELLI M., MENASRIA S., (2008). Conception d'une station pour la ville de Ghardaïa, possibilités de réutilisation des eaux épurée ; Mémoire ING Hydraulique urbaine. Univ d'Ouargla 132p : (27)
16. Brame, V., & Lefevre, G. (1977). *Aspects qualitatifs de l'utilisation agronomique des boues résiduaires des stations d'épurations*. *Science du Sol*, *3*, 125-140 : [50] :
17. Brigitte DONNIER. La pollution chimique en méditerrané. Laboratoire. C. E. R. B. O.M. Nice. France. : [16]:
18. Bureau, M. A. (2004). *Stabilisation et traitement électrochimique des boues d'épuration municipales et industrielles* (Doctoral dissertation, Université du Québec, Institut national de la recherche scientifique).
19. Canler, J. P. (2001). Performance of aerobic biological treatment of fats, Doc. FNDAE 24, Cemagref, Lyon.

20. CARDOT .(1999). Les traitements de l'eau – procédés physico-chimiques et biologiques. Ellipses, paris : 247p.
21. Cauchi, H., Nakache, S., Zagury, B., Carre, C., Denis, D., Larbaigt, D., & Martigne, S. (1996). Dossier: la réutilisation des eaux usées après épuration. Techniques. *Sciences et méthodes*, *2*, 81-118 .
22. CHELLE F français et DELLALE Moustafa. Festival des sciences de ville. Séminaire. France. 2005.
23. DAPE, 2006, Étude de réutilisation des eaux épurées à des fins agricoles ou autres sur tout le territoire national, Mission 1 : Reconnaissance et collecte des données de base, 120 pages.
24. *DAVID, C.(2012). 3RB - Réseau Ressource Risque Biologique. 3RB. https://www.esst-inrs.fr/3rb/afftexte.php?p1=epur*
25. De Caevel, B., et al. "Survey of options available in the treatment/valorisation of sludge. Selection criteria of appropriate options and associated decision tree. Extended abstract." (2007). :(criteres de choix d'une filiere adaptee et arbre de decision associe)
26. Djeddi ép Bouatia, H., & Rahmoune, C. (2007). *Utilisation des eaux d'une station d'épuration pour l'irrigation des essences forestières urbaines* (Doctoral dissertation, Constantine : Université Mentouri Constantine) : [22]
27. E. LAETTLA, L. GONDA, LIRA RUZ, M. PAULINE, L. PRENEZ, F. Bruxelles », Projet Interdisciplinaire2, Université Libre de Bruxelles, 2011. : [40] :
28. Emilian Koller. Traitement des pollutions industrielles : Eau, Air, Déchets, Sols, : [3]
29. Emilie J , Syméon K(2021) . Restauration de zones humides et de cours d'eau sur d'anciens sites de lagunage
30. FABY JA, BRISSAUD F, L'utilisation des eaux usées épurée en irrigation, Office International de L'Eau, 1997, pp 76. :: [10)

31. *Gestion des sous-produits*. (2021, Septembre 24). aide. https://www.aide.be/epuration/ouvrages-de-collecte-et-de-traitement/gestion-des-sous-produits.
32. Gros Claude, G. (1999). L'eau : usage et polluants (The Water : Use and Polluants). *Edition INRA, Paris*, 210.
33. Hartani, T. (2004). La réutilisation des eaux usées en irrigation : cas de la Mitidja en Algérie. In *Séminaire sur la modernisation de l'agriculture irriguée*. IAV Hassan II
34. Henri A, Colette L avec Graziella D (INRS) en collaboration avec Yves Galtier, Ed5026, Paris, Le traitement des eaux usées ; novembre 2004 ; 1-4p : http://moodle.univ-medea.dz/login/index.php
35. inrs (Ed.). (2013, April). Station d'épuration des eaux usées : Prévention des risques biologiques
36. J.P. MERLE, 1999. Synthèse de l'efficacité des ouvrages de traitement des eaux pluviales routières. Rapport d'études, ASFA.
37. Keller, E. (2004). Traitement des pollutions industrielles eau, air, sols, boues. Ed. Dunod. 424p
38. LA MB KIN, D, NORTKLIFE, S, White, T « the importance of precision in sampling sludge biogas and treated soils in a regulatory. From work treads in Analytical chemistry » (2004).
39. Ladjel, F. (2006). Exploitation d'une station d'épuration à boue activée niveau 02. *Centre de formation au métier de l'assainissement, CFMA-Boumerdes, 80p*
40. Ladjel, F., & Abbou, S. (2014). Perspective de valorisation agricole et énergétique des boues issues des STEP en Algérie. *Ministère des ressources en eau*

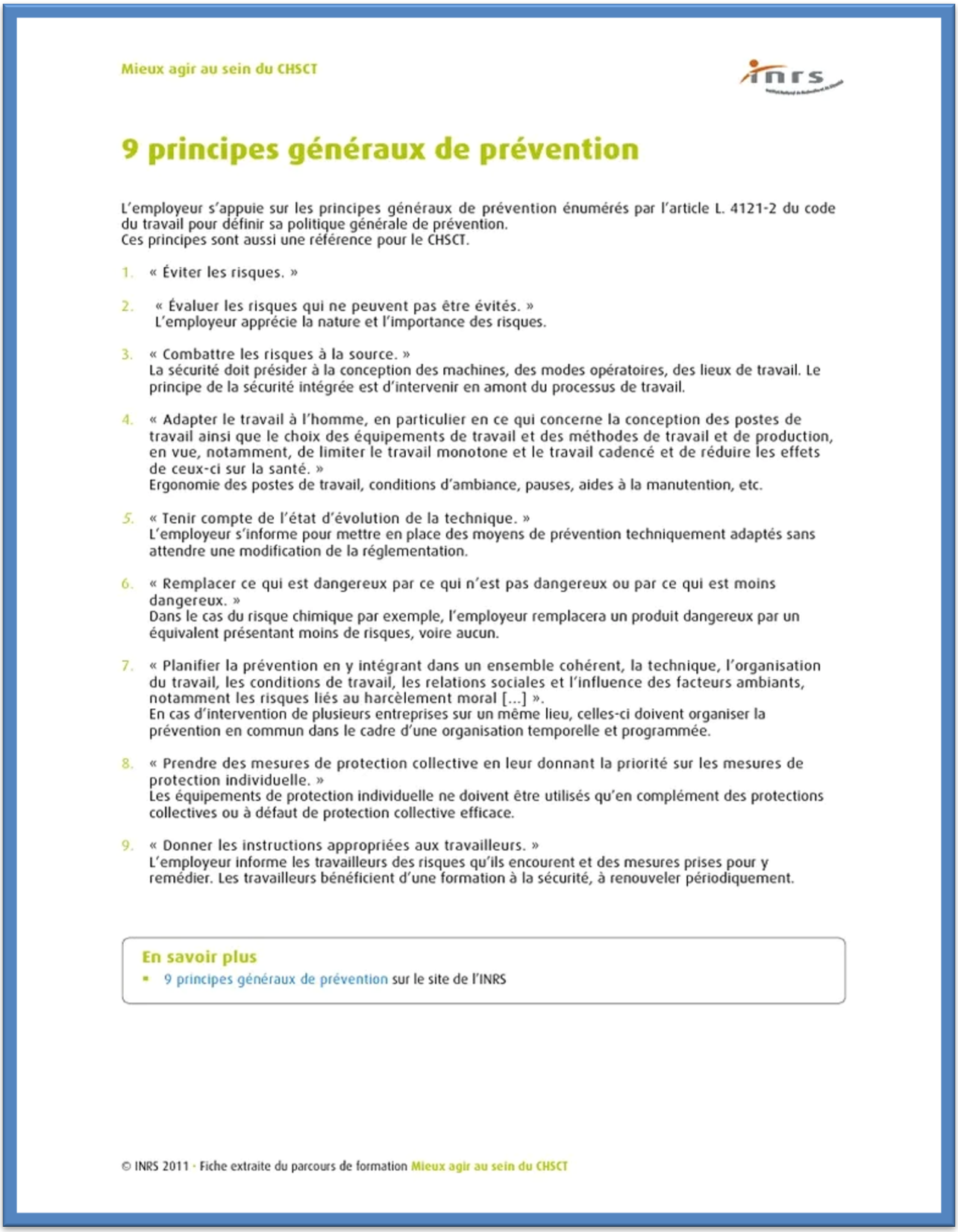
41. Lambkin, D., Nortcliff, S., & White, T. (2004). The importance of precision in sampling sludges, biowastes and treated soils in a regulatory framework. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, *23*(10-11), 704-715
42. *Lentz, V. (2021, March 11). Tout savoir sur les boues d'épuration. Centre d'Information sur l'eau.* https://www.cieau.com/le-metier-de-leau/ressource-en-eau-eau-potable-eaux-usees/tout-savoir-boues-epuration/
43. Maladies à caractère professionnel. (2021, July 13). Santé Publique France. https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/maladies-liees-au-travail/maladies-a-caractere-professionnel
44. Manuel d'exploitation (STEP de El karma).
45. Métairie, M. S. (2012). *Elimination siultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées par des procédés mixtes: cas de la STEP est de la ville de Tizi Ouzou* (Doctoral dissertation, Universite Mouloud Mammeri)
46. *Micro station - type de bioreacteur*. (2020). Mon assainissemrnt. https://micro-station.mon-assainissement.fr/bioreacteur_microstation_assainissement.html
47. Noble, C. (1997). Traiter et valoriser les boues. *Saint-Maurice : OTV* : [52] :
48. Plagellat, C. (2004). Origine et flux biocides et Filtres UV dans les stations d'épuration des eaux usées Thèse de doctorat. École polytechnique Fédérale de Launese : [54]
49. Prevention des risques biologiques (No. ED6152). Inrs. https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%206152 : (Station d'épuration des eaux usées:Prévention des risques biologiques)
50. Prévôt. H «la récupération de l'énergie issue du traitement des déchets. Rapport du conseil général des mines » (2000).). [63]
51. Problématique des sous- produits de l'assainissement (Muriel TAUVERON-ASCOMADE) 25 mai 2010 Besançon. (39)

52. *Processus et technologies pour le traitement des boues. (2021, May 25). CondorchemEnvitech.* https://condorchem.com/fr/blog/processus-et-technologies-pour-le-traitement-des-boues/
53. *RECORD, Etude du devenir et de la traitabilité de boues salées, 2004, 82 p, n°03-0131/1A.* S. ALTMEYER - PROGEPI - LSGC Nancy : (Etude du devenir et de la traitabilité de boues salées)
54. Rejsek, F. (2002). *Analyse des eaux: Aspects réglementaires et techniques*. Centre régional de documentation pédagogique d'Aquitaine. 360P
55. Rodier, Patricia M. "Critical periods for behavioral anomalies in mice." *Environnemental Heath perspectives* 18 (1976): 79-8
56. Ronald Du Repos, R. (2016). Notions - Comment peut-on être exposé à un toxique - CNESST. Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail. https://reptox.cnesst.gouv.qc.ca/toxicologie/notions-toxicologie/pages/03-comment-expose-toxique.aspx
57. S. KAROUNE, « Effets des boues résiduaires sur le développement des semis du chêne liège. (Quercus Suber L.) », Mémoire de magister, Université Mentouri Constantine, 2007_2008.(Critères de choix d'une filière adaptée et arbre de décision associe)
58. Suva. (2020, June 1). La sécurité dans les stations d'épuration des eaux usées. SUVA. : (https://www.suva.ch/fr-CH/materiel/documentation/la-securite-dans-les-stations-depuration-des-eaux-usees-44050f60246023
59. Telli, S. M. (2013). Etude sur la valorisation par séchage solaire Des boues d'épuration des Eaux urbaines–cas de la station d'Office Nationale d'Assainissement (ONA)-Tlemcen (Memoire de Master). *Université Abou Bekr Belkaid-Tlemcen*
60. TP1: Traitement physico-chimique et Biologique des caux usées ;université de Médéa ;

61. Traitement aérobie et anaérobie des eaux usées urbaines ; La station d'épuration de la ville de Marseille comme exemple : (Traitement aérobie et anaérobie des eaux usées urbaines)
62. Traitement des boues en station d'épuration. (2010, September 6). Actu-Environnement. https://www.actu-environnement.com/ae/dossiers/traitement-des-boues/traitement-boues-station-epuration.php4
63. Warman, P. R., & Termeer, W. C. (2005). Evaluation of sewage sludge, septic waste and sludge compost applications to corn and forage: yields and N, P and K content of crops and soils. *Bioresource technology*, *96*(8), 955-961
64. Werther, J., & Ogada, T. (1999). Sewage sludge combustion. *Progress in energy and combustion science*, *25*(1), 55-116
65. Zebarth, B. J., McDougall, R., Neilsen, G., & Neilsen, D. (2000). Availability of nitrogen from municipal biosolids for dryland forage grass. *Canadian Journal of Plant Science*, *80*(3), 575-582
66. livret_de_prevention_des_risques_635015.pdf
67. Fiche7-hygiene_securite.pdf
68. guide-direccte_version_2-002_2012-09-21_.pdf

Annexes

ANNEXE 01 : les 9 principes de la prévention .



Mieux agir au sein du CHSCT

9 principes généraux de prévention

L'employeur s'appuie sur les principes généraux de prévention énumérés par l'article L. 4121-2 du code du travail pour définir sa politique générale de prévention.
Ces principes sont aussi une référence pour le CHSCT.

1. « Éviter les risques. »
2. « Évaluer les risques qui ne peuvent pas être évités. »
   L'employeur apprécie la nature et l'importance des risques.
3. « Combattre les risques à la source. »
   La sécurité doit présider à la conception des machines, des modes opératoires, des lieux de travail. Le principe de la sécurité intégrée est d'intervenir en amont du processus de travail.
4. « Adapter le travail à l'homme, en particulier en ce qui concerne la conception des postes de travail ainsi que le choix des équipements de travail et des méthodes de travail et de production, en vue, notamment, de limiter le travail monotone et le travail cadencé et de réduire les effets de ceux-ci sur la santé. »
   Ergonomie des postes de travail, conditions d'ambiance, pauses, aides à la manutention, etc.
5. « Tenir compte de l'état d'évolution de la technique. »
   L'employeur s'informe pour mettre en place des moyens de prévention techniquement adaptés sans attendre une modification de la réglementation.
6. « Remplacer ce qui est dangereux par ce qui n'est pas dangereux ou par ce qui est moins dangereux. »
   Dans le cas du risque chimique par exemple, l'employeur remplacera un produit dangereux par un équivalent présentant moins de risques, voire aucun.
7. « Planifier la prévention en y intégrant dans un ensemble cohérent, la technique, l'organisation du travail, les conditions de travail, les relations sociales et l'influence des facteurs ambiants, notamment les risques liés au harcèlement moral [...] ».
   En cas d'intervention de plusieurs entreprises sur un même lieu, celles-ci doivent organiser la prévention en commun dans le cadre d'une organisation temporelle et programmée.
8. « Prendre des mesures de protection collective en leur donnant la priorité sur les mesures de protection individuelle. »
   Les équipements de protection individuelle ne doivent être utilisés qu'en complément des protections collectives ou à défaut de protection collective efficace.
9. « Donner les instructions appropriées aux travailleurs. »
   L'employeur informe les travailleurs des risques qu'ils encourent et des mesures prises pour y remédier. Les travailleurs bénéficient d'une formation à la sécurité, à renouveler périodiquement.

En savoir plus

- 9 principes généraux de prévention sur le site de l'INRS

© INRS 2011 · Fiche extraite du parcours de formation Mieux agir au sein du CHSCT

Annexe 2 : Qualité du traitement : step des eaux.

8 QUALITÉ DU TRAITEMENT

8.1 QUALITE DE L'EFFLUENT REJETE

La concentration de l'effluent rejeté en matières polluantes est inférieure ou égale aux valeurs suivantes:

Matières en Suspensions Totales

- Concentration moyenne sur 24 heures: 35 mg/l

Demande Biochimique en Oxygène

- Concentration moyenne sur 24 heures: 25 mg/l

Demande Chimique en Oxygène

- Concentration moyenne sur 24 heures: 125 mg/l

Azote Global (NGL)

- Concentration moyenne sur 24 heures, sur la base de 10 g N/(EH.j):
  - (eau > 19°C): 35 mg/l
  - (eau > 22°C): 30 mg/l

Azote Kjeldahl (NTK)

- Concentration moyenne sur 24 heures, sur la base de 10 g N/(EH.j):
  - (eau > 19°C): 15 mg/l
  - (eau > 22°C): 10 mg/l

Phosphore Total (Pt)

- Concentration moyenne sur 24 heures: sans objet

VA TECH WABAG GmbH
Siemensstraße 89

annexe 3 : Qualité des boues ;

8.2 QUALITE DES BOUES

Boues épaissies par épaississeurs primaires et épaississeurs mécaniques

- La concentration moyenne sur 24 h en matières sèches est supérieure ou égale à: 50 g/l[1]

  La concentration moyenne sur 24 h de matières sèches en sortie de clarificateur est supérieure ou égale à: [2] g/l

Boues stabilisées par voie anaérobie

- La diminution des matières volatiles résultant du passage à travers les digesteurs n'est pas inférieure à: (en moyenne mensuelle): 45 %

Boues après déshydratation (valeurs en moyenne annuelle)

- Solution de base: Siccité minimale des boues traitées en moyenne sur 24 h: 23 ÷ 25 %
- Après chaulage: Siccité minimale des boues traitées en moyenne sur 24 h: 28 ÷ 30 %

[1] valeur moyenne déterminée par le rapport de la charge journalière des boues primaires épaissies et des boues en excès épaissies au volume journalier des boues épaissies
2 suffisamment à l'obtention de la qualité du traitement indiqué ci-avant

Annexe 3 : capacité de traitement

9 CAPACITE DU TRAITEMENT

9.1 EFFLUENT

- Charge nominale en DBO5: 91.560 kg/j
- Charge nominale en DCO: 228.910 kg/j
- Charge nominale en NGL: 16.786 kg/j
- Charge nominale en Pt: 2.747 kg/j
- Débit journalier nominal: 270.100 m^3/j
- Débit horaire maximal nominal:
  - prétraitements (dégrillage, dessablage) 16.200 m^3/h
  - autre (+eaux troubles recirculées) 15.400 m^3/h

9.2 BOUES

- Capacité d'épaississement ou autre:
  - Epaississement des boues primaires et des boues en excès: 109,6 T/j_7 de MS
  - Digestion anaérobie (en moyenne mensuelle): 98,6 T/j_7 de MS
- Capacité de déshydratation mécanique: 94,5 T/j_5 de MS
  (avec un temps de marche de 12 heures/jours sur les 5 jours ouvrés)

VA TECH WABAG GmbH
Siemensstraße 89 A-1210 Wien

Annexe 4 : J. O.R.A

27 Joumada Ethania 1430
21 juin 2009 JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 36 17

Décret exécutif n° 09-209 du 17 Joumada Ethania 1430 correspondant au 11 juin 2009 fixant les modalités d'octroi de l'autorisation de déversement des eaux usées autres que domestiques dans un réseau public d'assainissement ou dans une station d'épuration.

— — — —

Le Premier ministre,

Sur le rapport du ministre des ressources en eau,

Vu la Constitution, notamment ses articles 85-3° et 125 (alinéa 2) ;

Vu la loi n° 05-12 du 28 Joumada Ethania 1426 correspondant au 4 août 2005, modifiée et complétée, relative à l'eau ;

Vu le décret présidentiel n° 09-128 du 2 Joumada El Oula 1430 correspondant au 27 avril 2009 portant reconduction du Premier ministre dans ses fonctions ;

Vu le décret présidentiel n° 09-129 du 2 Joumada El Oula 1430 correspondant au 27 avril 2009 portant reconduction dans leurs fonctions de membres du Gouvernement ;

Vu le décret exécutif n° 02-68 du 23 Dhou El Kaada 1422 correspondant au 6 février 2002 fixant les conditions d'ouverture et d'agrément des laboratoires d'analyses de la qualité ;

Vu le décret exécutif n° 08-53 du 2 Safar 1429 correspondant au 9 février 2008 portant approbation du cahier des charges-type pour la gestion par concession du service public d'assainissement et du règlement de service y afférent ;

Après approbation du Président de la République ;

Décrète :

Article 1er. — En application des dispositions de l'article 119 de la loi n° 05-12 du 28 Joumada Ethania 1426 correspondant au 4 août 2005, modifiée et complétée, susvisée, le présent décret a pour objet de fixer les modalités d'octroi de l'autorisation de déversement d'eaux usées autres que domestiques dans un réseau public d'assainissement ou dans une station d'épuration.

CHAPITRE I

PROCEDURE D'AUTORISATION DE DEVERSEMENT

Art. 2. — Tout déversement d'eaux usées autres que domestiques dans un réseau public d'assainissement ou dans une station d'épuration est soumis à autorisation octroyée par l'administration chargée des ressources en eau.

Art. 3. — La teneur en substances nocives des eaux usées autres que domestiques ne peut, en aucun cas, dépasser, au moment de leur déversement dans un réseau public d'assainissement ou dans une station d'épuration, les valeurs limites maximales définies en annexe du présent décret.

Art. 4. — Toute eau usée autre que domestique dont les caractéristiques ne sont pas conformes aux prescriptions du présent décret devra subir un pré-traitement avant son déversement dans un réseau public d'assainissement ou dans une station d'épuration.

Art. 5. — La demande d'autorisation de déversement d'eaux usées autres que domestiques dans un réseau public d'assainissement ou dans une station d'épuration doit être adressée par le demandeur à l'administration de wilaya chargée des ressources en eau.

Art. 6. — Le dossier de demande d'autorisation de déversement doit indiquer :

— les nom, prénom, qualité et domicile du demandeur ou si la demande émane d'une personne morale, la raison sociale et l'adresse du siège social ;

— la description de l'activité de l'établissement concerné ;

— les caractéristiques physico-chimiques et biologiques ainsi que le débit maximum d'eaux usées autres que domestiques à déverser ;

— les caractéristiques techniques du branchement au réseau public, d'assainissement ou à la station d'épuration;

— le cas échéant, la description technique des installations de pré-traitement permettant de respecter les conditions de déversement des eaux usées, conformément aux prescriptions du présent décret.

Le demandeur de l'autorisation de déversement est tenu de fournir toute information complémentaire qui s'avère nécessaire à l'instruction technique de sa demande.

Art. 7. — En cas de rejet de la demande d'autorisation de déversement, l'administration de wilaya chargée des ressources en eau notifie sa décision motivée au demandeur.

Art. 8. — La décision d'autorisation de déversement d'eaux usées autres que domestiques dans un réseau public d'assainissement ou dans une station d'épuration doit, notamment, préciser les prescriptions techniques du déversement ainsi que les obligations de surveillance, de maintenance et d'entretien du branchement et, le cas échéant, des installations de pré-traitement.

Art. 9. — Toute extension, transformation, reconversion ou tout changement en nature ou en importance de l'activité d'un établissement disposant d'une autorisation de déversement doit faire l'objet d'une nouvelle demande d'autorisation.

Art. 10. — L'autorisation de déversement des eaux usées autres que domestiques est retirée dans les cas suivants :

— 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.

CHAPITRE II

CONTROLES

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.

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.

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.

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.

CHAPITRE III

DISPOSITIONS FINALES

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 *Journal officiel*.

Art. 16. — Le présent décret sera publié au *Journal officiel* de la République algérienne démocratique et populaire.

Fait à Alger, le 17 Joumada Ethania 1430 correspondant au 11 juin 2009.

Ahmed OUYAHIA.

ANNEXE

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

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
Mercure	0,01
Nickel	2
Nitrites	0,1
Phosphore total	50
Phénol	1
Plomb	0,5
Sulfures	1
Sulfates	400
Zinc et composés	2

* Température : inférieure ou égale à 30° C
* PH : compris entre 5,5 et 8,5

Annexe : signalisation de santé et sécurité au travail ;

Les pictogrammes de sécurité, les signaux lumineux ou acoustiques ont pour but d'attirer l'attention de manière rapide et intelligible sur des objets, des activités et des situations susceptibles de provoquer des dangers déterminés sur les lieux de travail.

Fiche 9.1.
Signalisation de santé et de sécurité au travail

Selon l'arrêté royal du 17 juin 1997[1], la « signalisation de sécurité ou de santé au travail » est une signalisation qui peut être rapportée à **un objet déterminé, une activité déterminée, une situation déterminée et un comportement déterminé.** Elle fournit une indication ou une prescription relative à la sécurité ou la santé au travail, au moyen d'éléments tels panneau, couleur, signal lumineux, acoustique, gestuel, communication verbale.
L'arrêté royal ne s'applique pas à la signalisation prescrite pour la mise sur le marché de substances, préparations, produits et équipements dangereux ni à celle utilisée pour la réglementation du trafic routier, ferroviaire, fluvial, maritime et aérien.

Modes de signalisation

La signalisation de sécurité et de santé au travail se fait soit :
- **de façon permanente**, pour indiquer :
  - une interdiction, un avertissement et une obligation, la localisation et l'identification des moyens de secours;
  - les moyens de lutte contre l'incendie;
  - la présence de récipients et de tuyauteries;
  - les risques de chocs sur des obstacles, de chutes d'objets ou de personnes;
  - le marquage des voies de circulation.
- **de façon occasionnelle**, afin :
  - de signaler un événement dangereux, une évacuation d'urgence;
  - d'appeler des personnes pour une action spécifique;
  - de guider des personnes effectuant des manœuvres comportant un risque ou un danger.

Principes généraux de la signalisation de sécurité

- La signalisation de sécurité et de santé a pour but d'attirer de manière efficace, rapide et intelligible l'attention sur des objets, des activités et des situations susceptibles de provoquer des dangers déterminés.

- La signification des couleurs de la signalisation de santé et sécurité est basée sur la Directive 91/C53/06 de la CEE. es indications figurant dans le tableau ci-dessous s'appliquent à toute signalisation qui comporte une couleur de sécurité :

Couleur	Signification ou but	Indications et précisions	Exemples
Rouge	Signal d'interdiction	Attitudes dangereuses	Interdiction de fumer
	Danger - Alarme	Stop, arrêt, dispositifs de coupure d'urgence Evacuation	
	Matériel et équipement de lutte contre l'incendie	Identification et localisation	
Jaune Jaune orangé	Signal d'avertissement	Attention, précaution Vérification	Avertissement sol mouillé
Bleu	Signal d'obligation	Comportement ou action spécifique Obligation de porter un équipement individuel de sécurité	Protection auditive obligatoire
Vert	Signal de sauvetage ou de secours	Portes, issues, voies, matériels, postes, locaux	Point de rasseblement
	Situation de sécurité	Retour à la situation normale	

[1] L'A.R. du 17 juin 1997 (M.B. 19/9/1997) est la transposition en droit belge de la neuvième Directive particulière 92/58/CEE du Conseil des Communautés européennes du 24 juin 1992 concernant les prescriptions minimales pour la signalisation de sécurité et/ou de santé au travail

SIGNALISATION DE SECURITE



Matières inflammables



Matières explosives



Matières toxiques



Matières radioactives



Charges suspendues



Véhicules de manutention



Risque électrique



Risque d'asphyxie



Rayonnement laser



Champ magnétique important



Risques biologiques



Basse température



Danger dû au bruit



Danger général



Matières corrosive



Matières carburantes



Matières nocives ou irritantes



Radiations non ionisantes



Matériaux contenant de l'amiante



Protection obligatoire
des mains



Protection obligatoire
des mains



Protection obligatoire
de la tête



Protection
obligatoire des voies respiratoires



Protection obligatoire
des yeux



Défense
de fumer



Flammes nues
interdites



Entrée interdite
aux personnes
non autorisées


Douche
de sécurité
Premier secours
Rinçage des yeux
Flèches
directionnelles
Sortie et issue de secours
Extincteur
Flèches
d'indication
Téléphone
pour la lutte
contre l'incendie