

People's Democratic Republic of Algeria
Ministry of Higher Education and Scientific
Research
Mohamed Boudiaf University of M'sila
Faculty of Technology



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة المسيلة
كلية التكنولوجيا

Département de Génie Mécanique

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de :

MASTER

En Génie Mécanique

Option : Génie des matériaux

Présenté par :

HACHEMI Abdelhak

Thème

**ÉTUDE ET CARACTERISATION DES PRODUITS D'UNE STATION DES EAUX
URBAINES**

Devant le jury composé de :

NOM et Prénom	Grade	Qualité
ZERGANE Said	MCA	Président
FARSI Chouki	MCA	Encadreur
SAIB Cherif	MCA	Examineur

Année Universitaire : 2023 / 2024

N° d'ordre : GM/...../2024

REMERCIEMENT

Au terme de ce mémoire, je remercie Dieu qui nous a donné le courage et la force pour mener à bien ce modeste travail.

Je tiens à remercier tous les enseignants du département Génie mécanique de l'Université Mohamed Boudiaf –M'sila qui ont participé à ma formation au cours de toutes nos années d'études et particulièrement à mon encadreur " FARSI Chouki " pour ces conseils et ses consultations qui m'ont tout aidé à la réalisation de mon projet.

Je tiens à exprimer mon remerciement les plus sincères aux membres du jury qui ont acceptés de juger notre travail.

Sans oublier de remercier intensivement toutes les personnes qui m'ont encouragé et soutenu et supporté de près ou de loin Tout au long de ce cheminement.

Famille, proches et tous les amis, en particulier la personne qui me tient à cœur

Hachemi Abdelhak

Sommaire

Chapitre I. Généralité sur les eaux usées.....	1
I.1. Introduction.....	1
I.2. Origine et Composition des eaux usées.....	1
I.2.1. Les eaux usées domestiques.....	1
I.2.2. Les eaux industrielles.....	1
I.2.3. Les eaux irrigations.....	2
I.2.4. Les eaux pluviales.....	2
I.3. Système d’assainissement.....	2
I.3.1. Le Système unitaire.....	2
I.3.2. Le système séparatif.....	2
I.4. La Pollution de l’eau.....	4
I.4.1. L'origine de la pollution.....	4
I.4.2. Les types de pollution.....	5
I.4.2.1. Pollution ponctuelle.....	5
I.4.2.2. Pollution diffuse.....	5
I.5. Source de pollution.....	6
I.5.1. Pollution naturelle.....	6
I.5.2. Pollution atmosphérique.....	6
I.5.3. Pollution urbaine.....	7
I.5.4. Pollution industrielle.....	7
I.5.5. Pollution agricole.....	8
I.6. Principaux polluants des eaux.....	8
I.6.1. Pollution selon le type de polluant.....	8
I.6.1.1. La pollution chimique.....	9
I.6.1.2. La pollution organique.....	9
I.6.1.3. Pollution physique.....	9
I.6.1.4. D’autre type de pollution.....	9
I.7. Risques de la pollution par eaux usées.....	10
I.7.1. Risque sur la santé humaine.....	11
I.7.2. Risque sur l’environnement.....	11
I.8. Les paramètres et caractéristiques des eaux usées :.....	11
I.8.1. Paramètres organoleptiques.....	11
I.8.2. Les paramètres physiques.....	12

I.8.3. Les paramètres chimique.....	12
Chapitre II. Station d'épuration des eaux usées urbaines de la ville de sidi aïssa.....	16
II.1. Introduction	16
II.2. Principe de l'épuration biologique	16
II.1. Composition des eaux résiduaires	17
II.2. Données de base de la STEP de Sidi Aïssa	17
II.2.1. Objectif du traitement de la STEP	17
II.2.2. Les bases de dimensionnement	17
II.3. Exploitation et entretien des équipements	17
II.3.1. Généralités sur le procédé d'épuration des eaux usées.....	17
II.3.2. Prétraitement.....	18
II.3.2.1. Cuillère bivalve :.....	18
II.3.2.2. Dégrillage mécanique fin et grossière :	19
II.3.2.3. Pompes de relevage :	19
II.3.3. Poste de dessablage déshuilage.....	20
II.3.4. Traitement biologique	20
II.3.5. Clarification (Décantation secondaire)	21
II.3.6. Puits de recirculation de boue et des eaux de retour :	21
II.3.7. Chloration	22
II.3.8. Traitements des boues	22
II.3.8.1. L'épaississement.....	22
II.3.9. Déshydratation mécanique.....	23
II.3.9.1. Préparation de polymère :	23
II.3.10. Lits de séchages	24
II.3.11. Les préleveurs d'échantillons.....	24
II.3.12. La commande de la station d'épuration	24
II.3.13. Conclusion.....	25
Chapitre III. Caractérisation des boues	26
III.1. Introduction	26
III.2. Exemple de caractérisation de la boue de la station d'épuration d'El Eulma	26
III.2.1. Analyse par fluorescence X (FX)	26
III.2.2. Analyse par diffraction des rayons X (DRX).....	29
III.2.3. Demande chimique en oxygène (DCO).....	30
III.2.4. Concentration des nitrates	30
III.2.5. PH	30
III.2.6. Humidité résiduelle (Hr)	30

III.2.7. Matière organique totale (MO).....	30
III.2.8. Teneur en carbonates.....	30
III.3. Fluorescence des rayons X (FX).....	30
III.4. Diffraction des rayons X (DRX).....	31
III.5. Conclusion.....	31
Chapitre IV. LES EAUX HUILEUSES	33
IV.1. Station de déshuilage HR :.....	33
IV.2. Provenance des eaux huileuses :.....	33
IV.3. Les étapes de traitements des eaux huileuses :.....	33
IV.3.1. Première étape : Traitement physique :.....	33
IV.3.1. Deuxième étape : Traitement chimique :.....	35
IV.3.1.1. Cuve de floculation :.....	35
IV.3.1.2. Cuve de flottation :.....	36
IV.3.1.3. Cuve d'eau traitée :.....	36
IV.3.2. Troisième étape : Filtration et ultrafiltration :.....	36
IV.4. Analyse des eaux huileuses :.....	38
IV.5. Matériels et méthodes :.....	38
IV.5.1. Matériels :.....	38
IV.5.2. Produits utilisés :.....	39
IV.5.3. Préparation des solutions :.....	39
IV.6. Caractérisation des eaux usée :.....	40
Chapitre V. Références bibliographiques.....	42

Résumé

L'épuration des eaux usées génère plusieurs sous-produits constitués principalement par les boues. A l'heure où les conditions d'admission en décharge se renforcent, les quantités de boues résiduelles urbaines et industrielles ne font que croître. La conjugaison de ces deux facteurs pose d'importants défis pour l'avenir, et rend impérative la maîtrise du devenir des boues. La valorisation des boues est souvent aléatoire et leur évacuation constitue presque toujours une charge d'exploitation. Il faut d'une part limiter le coût sur le plan économique tout en protégeant l'environnement par le développement de solutions provoquant le minimum de nuisances. A cet effet, notre travail débute par la caractérisation géotechnique (granulométrie), et physico-chimique et minéralogique (MV, DRX, IR, etc.) de la boue de la station d'épuration de la ville de Sidi aissa.

L'objectif de cette thèse est la caractérisation des boues issue des stations d'épuration des eaux usées dedans le État Sétif Algérien.

La dernière partie a été consacré sur l'étude et la caractérisation des boues issue de station d'épuration de Sétif pour prévoir leur valorisation dans l'épandage agricole.

Les résultats obtenus au cours de cette étude sont prometteurs pour choisir une bonne vois de valorisation des boues selon leurs compositions dans les domaines adéquats tel que, l'agriculture ou l'industrie des matériaux de construction.

Mots clés : Station d'épuration, boues, diffraction des rayons X, caractérisation, calcination.

Abstract

The wastewater treatment generates several by-products consisting primarily by sludge. Nowadays, that the conditions of landfilling became stricter and that the quantities of municipal and industrial sludge are continually growing up, the combination of these two factors became significant challenges for the future, and this imposes on us the determination of the sludge future. Recycling or re-using sludge is often done at random and cote a lot. As a result, we should limit the cost at the economic level as we should protect the environment through the development of less damaging. For this purpose, our work begins with the determination of the geotechnical characteristics (size distribution), physico-chemical and mineralogical (MV, XRD, IR, etc. ...) of the sludge of the Sidiaissa.

The objective of this thesis is the characterization of sludge from wastewater treatment plants in the central Algerian states.

The last part was devoted to the study and characterization of sludge from the Sétif treatment plant to plan its recovery in agricultural spreading.

The results obtained during this study are promising for choosing a good way of recycling sludge according to their compositions in the appropriate fields such as agriculture or the construction materials industry.

Keywords: wastewater treatment plant, sewage sludge, characterization, X-ray diffraction, calcination

ملخص

إن معالجة مياه الصرف الصحي بولد العديد من المنتجات تتكون أساسا من الحمأة، وفي وقتنا الراهن أصبحت شروط التفريغ صارمة وفي المقابل كميات الحمأة الحضرية والصناعية في تزايد مستمر، وأصبح الجمع بين العاملين يشكل تحديات كبيرة للمستقبل وهذا ما حثم علينا تحديد مستقبل الحمأة. إن إعادة استغلال الحمأة أو تدويرها يتم في كثير من الأحيان بشكل عشوائي والتخلص منها بشكل دائما كلفة إضافية، لذلك يجب ان نحد من جهة التكاليف على الصعيد الاقتصادي وأن نحمي المحيط، وذلك بتطوير حلول تخلف أقل الأضرار. يبدأ عملنا بتحديد الخصائص الجيوتقنية والفيزيائية الكيميائية والمورفولوجيا (الأشعة السينية، الأشعة ما فوق الحمراء والمواد المتطايرة) للحمأة الخاصة بمحطة معالجة مياه الصرف الصحي لمدينة سيدي عيسى

الهدف من هذه الأطروحة هو توصيف الحمأة الناتجة عن محطات معالجة مياه الصرف الصحي في ولاية سطيف الجزائرية

أما الجزء الأخير فقد خصص لدراسة وتوصيف الحمأة الناتجة عن محطة معالجة مياه الصرف الصحي بولاية سطيف للتنبؤ بقيمتها في الانتشار الزراعي

النتائج التي تم الحصول عليها خلال هذه الدراسة واعدة لاختيار طريقة جيدة لتقييم الحمأة وفقا لتركيباتها في المجالات المناسبة مثل الزراعة أو صناعة مواد البناء

الكلمات المفتاحية

محطات معالجة المياه، الحمأة، تحديد ودراسة الخصائص، حيود الأشعة السينية

Liste des abréviations

MES : *matière en suspension.*

DBO : *demande biologique d'oxygène.*

DCO : *demande chimique d'oxygène.*

MO : *matière organique.*

DBO₅ : *Demande biologique en oxygène à 5 jours.*

DRX : *Cristallographie aux rayons X.*

STEP : *Station d'épuration des eaux usées.*

ONA : *L'office national de l'assainissement.*

PH : *Potentiel d'hydrogène.*

Hr : *Humidité résiduelle.*

MVS : *Les matières en suspension MES.*

NTK : *Azote Kjeldahl.*

COT : *Carbone organique total.*

M_v : *La masse volumique.*

CTH : *centre de traitement des huiles*

MPP : *module processing plant*

CSTF : *centre de stockage et transfert des fluides*

CPI : *corrugated plate intercep*

Liste des figures

Figure I-1 Schéma illustrant les réseaux séparatif et unitaire	3
Figure I-2 La pollution atmosphérique	7
Figure I-3 Pollution de l'eau par déchets industriels	8
Figure I-4 Pollution due aux hydrocarbures	10
Figure I-5 Pollution par le phosphore	10
Figure II-1 Description des différentes parties des eaux usées	18
Figure II-2 Description schématique de l'installation boues activées	18
Figure II-3 Cuillère bivalve de la STEP de Sidi aissa	19
Figure II-4: Dégrilleurs de la STEP de Sidi aissa	19
Figure II-5 Pompes de relevage de STEP de Sidi aissa	20
Figure II-6 poste de dessablage déshuilage de STEP de Sidi aissa	20
Figure II-7 Bassin biologique de la STEP de Sidi aissa	21
Figure II-8 Décanteur secondaire de la STEP de Sidi aissa	21
Figure II-9 Canal de chloration (chicanes) de la STEP de Sidi aissa	22
Figure II-10 Ouvrage d'épaississement de la STEP de Sidi aissa	23
Figure II-11 Déshydratation mécanique de la STEP de Sidi aissa	23
Figure II-12 Préparation de polymère de la STEP de Sidi aissa	24
Figure II-13 Logiciel de commande à distance de la STEP de Sidi aissa	24
Figure III-1 Spectre de fluorescence X de la boue de la station d'El Eulma enregistré sans filtre, 5,00 keV	26
Figure III-2 Spectre de fluorescence X de la boue de la station d'El Eulma enregistré avec un filtre d'aluminium, 50 µm d'épaisseur, 12,00 keV	27
Figure III-3 Spectre de fluorescence X de la boue de la station d'El Eulma enregistré avec un filtre d'aluminium, 200 µm d'épaisseur, 20,00 keV	27
Figure III-4 Spectre de fluorescence X de la boue de Batna enregistré avec un filtre d'argent 100 µm d'épaisseur, 30,00 keV	28
Figure III-5 Pourcentage massique des éléments major présents dans la boue de la station d'el Eulma	28
Figure III-6 Spectre de diffraction des rayons X de la boue d'El Eulma	30
Figure IV-1: Bac tampon le de pré -déshuilage S-101	34
Figure IV-2: déshuileur flottant à disque rotatifs(Discoil) MS-107	34
Figure IV-3: Corrugated Plate Interceptor CPI « S-102 »	35
Figure IV-4: la cuve de flottation « S-104 »	36
Figure IV-5 : les filtres à cartouche	37
Figure IV-6 : les filtres à sable	37
Figure IV-7 : Les échantillonnes sous l'appareille JAR-TEST	38

Liste des tableaux

Tableau I-1 Caractéristique des eaux usées domestique (Journal Officiel de la République Algérienne, 2006)	3
Tableau I-2 Pollution diffuse [10].	5
Tableau I-3 Normes de rejets internationales	14
Tableau II-1: Les valeurs limites à la finale du traitement	17
Tableau II-2 Bases de dimensionnement	17
Tableau III-1 Pourcentage des éléments traces métalliques dans les boues de la station d'épuration d'El Eulma.	29
Tableau III-2 Les pics caractéristiques des oxydes présents avec leurs modèles enregistrés dans la base de données PDF2.	29
Tableau IV-1 : les caractéristiques d'un échantillon d'eau usée	40

Introduction générale

Le climat du nord Algérien est semi-aride. Il est caractérisé par une forte irrégularité pluviométrique. Les ressources en eau sont insuffisantes et le développement du pays a intensifié leur exploitation. [1]. La demande agricole ne peut être satisfaite seulement en utilisant les stocks en eau conventionnelle [2] surtout pour l'ouest de l'Algérie [3]. La recherche d'autres sources d'eau comme la réutilisation des eaux usées traitées comme appoint en irrigation s'impose comme solution [4].

Le volume total des eaux usées collecté en Algérie est de l'ordre de 1,2 milliards m³ /an [5]. Plus de 200 stations d'épurations (dont la majorité est mécanisée) sont utilisées pour le traitement de 35% de ce volume [6]. Les eaux usées traitées représentent environ la moitié des besoins des agriculteurs en eau dans L'Algérie. Le traitement des eaux usées produit des boues riches en composés azoté et phosphoré et en matière organique. Cette richesse en matière organique permet une valorisation énergétique des boues par combustion ou pyrolyse [7 - 8]. En Algérie, les boues des stations d'épuration sont essentiellement utilisées comme engrais. Ces boues peuvent contenir des agents pathogènes [9 - 10] et des contaminants chimiques potentiellement dangereux pour la santé humaine et pour l'environnement. Les éléments traces métalliques (ETM) représentent la plus grande partie de ces composés [11]. Au-delà d'une certaine concentration de ces éléments, les boues des stations d'épuration ne sont plus valorisables en agriculture. La matière organique contenue dans les boues enfouies dans le sol peut être dégradée progressivement [12]. L'utilisation des boues contaminées par des ETM entrave la biodégradation de certains composés organiques [13]. Ces ETM sont soit retenus dans la boue, soit entraînés par lixiviation [14] ou adsorbés par les plantes [15]. Cette adsorption contamine les sols et par conséquent contamine la chaîne alimentaire. Une très forte concentration en ETM comme le Pb, le Zn et le Cd entrave la revégétalisation [16].

Ce mémoire s'articule autour de quatre chapitres :

- Le premier chapitre À propos de la définition des eaux usées, de leurs sources et types, ainsi que des causes de la pollution de l'eau
- Le deuxième chapitre est consacré à la partie bibliographique dans le quelle décrit dans un premier temps les installations et leur mode de fonctionnement de la station d'épuration des eaux usées de la ville de Sidi aissa. Dans un second temps, il présente les techniques de traitement des boues.
- Letroisième chapitre est une étude notre caractérisation des boues des stations d'épuration par l'utilisation de la fluorescence X. Cette technique nous a permis d'évaluer la plupart des éléments présents dans nos échantillons. La nature des phases cristallines d'une partie de ces éléments a été déterminée par DRX.

Chapitre I :
Généralité Sur Les Eaux
Usées

Chapitre I. Généralité sur les eaux usées

I.1. Introduction

Lorsqu'on parle d'eaux usées, il semble important de comprendre leur définition, leurs sources et leurs origines. Ses caractéristiques et les différentes méthodes utilisées pour son fonctionnement.

- **Définition des eaux usées**

Les eaux usées, également appelées effluents liquides, sont des eaux contaminées composées de tous Eau pouvant être contaminée par des contaminants physiques, chimiques ou biologiques. Ces plans d'eau ont été modifiés par les activités humaines. Il peut donc s'agir d'un plan d'eau contaminé Ruissellement d'une usine ou d'eau ruissellement provenant d'un parc de stationnement. Les eaux usées sont toutes les eaux provenant d'activités domestiques, agricoles et industrielles qui contiennent Les substances toxiques pénètrent dans les canalisations sanitaires. Ils comprennent Il y a aussi l'eau de pluie et sa charge polluante.

I.2. Origine et Composition des eaux usées

Suivant l'origine des substances polluantes on distingue entre quatre catégories d'eaux usées

I.2.1. Les eaux usées domestiques

Elles proviennent des différents usages domestiques de l'eau. Elles sont essentiellement porteuses de pollution organique. Elles se répartissent en eaux ménagères, qui ont pour origine les salles de bains et les cuisines et sont généralement chargées de détergents, de graisses, de solvants, de débris organiques ...etc.et en eaux 'vannes' sont les rejets des toilettes, chargés de diverses matières organiques azotées et de germes fécaux [17].

I.2.2. Les eaux industrielles

Elles sont très différentes des eaux usées domestiques. Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus des matières organiques azotées ou phosphorées, elles peuvent également contenir des produits toxiques, (arsenic, acide sulfurique, du cyanure et divers

métaux lourds) Elles posent à l'heure actuelle de multiples problèmes par leurs risques toxiques chez tous les êtres vivants.

I.2.3. Les eaux d'irrigations

Le secteur agricole reste le plus grand consommateur des ressources en eau [18].

Les pollutions dues aux activités agricoles sont de plusieurs natures :

- ✓ Apport des eaux de surface de nitrate et de phosphate utilisés comme engrais
- ✓ Apport de pesticides chlorés ou phosphorés de désherbants d'insecticides
- ✓ Apport de sulfate de cuivre de composés arsenicaux destinés à la protection des plantes [18].

I.2.4. Les eaux pluviales

Ce sont des eaux de ruissellement formées après les précipitations. Ils peuvent être particulièrement contaminés, notamment lorsqu'il pleut, par deux mécanismes : le lessivage du sol et surface imperméable

- ✓ Les déchets solides ou liquides déposés sur ces surfaces au fil du temps sont

ramenésLe réseau de santé se met en place dès les premières précipitations

- ✓ Par temps sec, l'écoulement des eaux usées dans les collecteurs des réseaux est lent ce qui

Favorise le dépôt de matières décantables . Lors d'une précipitation, le flux d'eau plus important permet la remise en suspension de ces dépôts [19].

I.3. Système d'assainissement

C'est un réseau public de collecte et de transport des eaux usées vers une station d'épuration. On distingue :

I.3.1. Le Système unitaire

L'assainissement de l'eau est réalisé grâce à un collecteur qui collecte l'eau eaux usées et eaux pluviales.

I.3.2. Le système séparatif

L'assainissement des eaux se fait cette fois-ci au moyen de deux collecteurs, l'un étant réservé aux eaux usées et l'autre aux eaux pluviales [20]. Il consiste à spécialiser chaque réseau selon la nature des effluents. Ce système présente, par ailleurs certains avantages :

Il permet d'évacuer rapidement et efficacement les eaux les plus polluées, sans aucun contact avec l'extérieur, Il assure à la station d'épuration qui traite les eaux collectées un fonctionnement régulier [21].

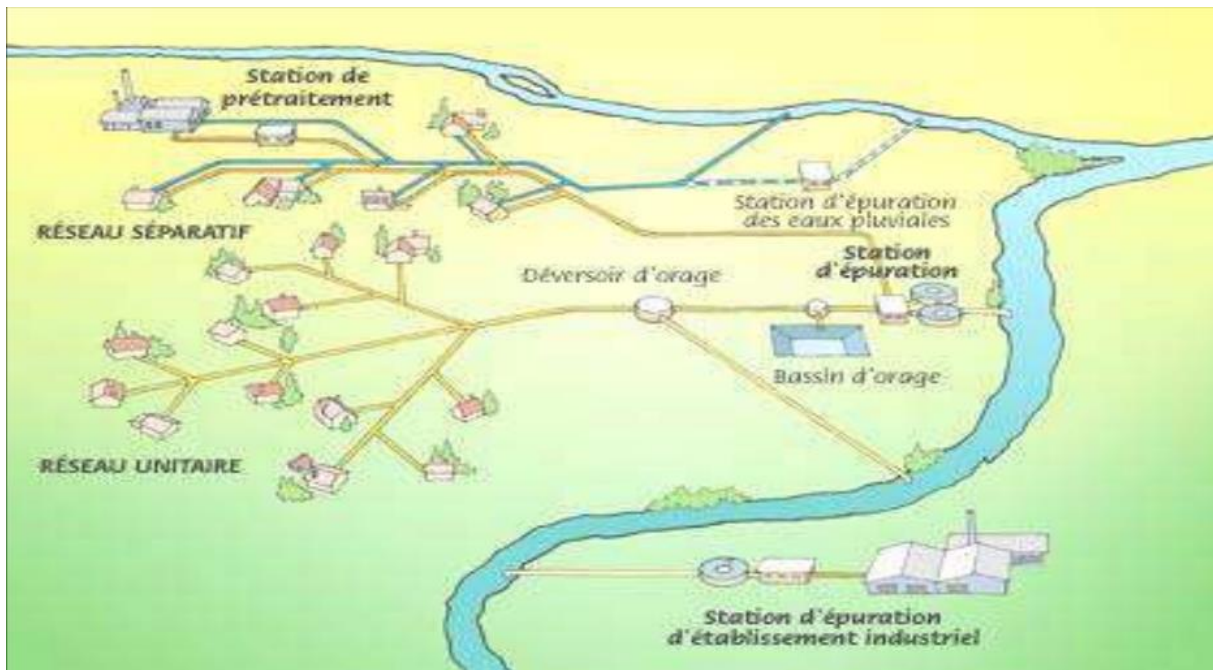


Figure I-1 Schéma illustrant les réseaux séparatif et unitaire

Tableau I-1 Caractéristique des eaux usées domestique (Journal Officiel de la République Algérienne, 2006)

PARAMETRES	Échelle de variation	Fraction décantable
pH	7,5 à 8,5	10%
Extrait sec (mg/l)	1 000 à 3 000	50 à 60%
MES totales (mg/l)	100 à 400	25 à 30 %
DBO ₅ (mg/l)	150 à 500	30%
DCO (mg/l)	300 à 1 000	30%
COT (mg/l)	100 à 300	< 10%

NTK	(mg/l)	30 à 100	0%
N-NH₄⁺	(mg/l)	20 à 80	0%
N-NO₂⁻	(mg/l)	< 1	0%
N-NO₃⁻	(mg/l)	< 1	
Détergents	(mg/l)	6 à 13	10%
P total	(mg/l)	10 à 25	

I.4. La Pollution de l'eau

La pollution est due à toute substance physique, chimique ou biologique rejetée dans une eau naturelle qui perturbe l'équilibre de cette eau, induit d'importantes nuisances (mauvaise odeur, fermentation, inconforts divers ...) et qui se répercute, à court ou à long terme, sur notre organisme à travers la chaîne alimentaire de laquelle nous dépendons [22]. .ou pour ainsi dire la contamination est tout changement néfaste apporté à un élément physique, chimique ou à une substance. Biologique, ou tout rejet de matière liquide, gazeuse ou solide dans l'eau pour produire Créer une nuisance ou rendre l'utilisation de l'eau dangereuse.

I.4.1. L'origine de la pollution

La pollution de l'eau connaît différentes origines : naturelle, domestique, industrielle et agricole. L'origine naturelle implique un phénomène tel que comme la pluie, lorsque par exemple l'eau de ruissellement passe à travers des terrains riches en métaux lourds (Pb. Hg. Ni...) ou encore lorsque les précipitations entraînent les polluants de l'atmosphère vers le sol. L'origine domestique concerne les eaux usées ménagères (salle de bains, cuisine...etc.), les eaux vannes, ainsi que les eaux rejetées par les hôpitaux, commerces...etc. Quant à l'origine agricole et industrielle, elle concerne par exemple les eaux surchargées par des produits issus de l'épandage (engrais, pesticides) ou encore les eaux contaminées par des résidus de traitement métallurgique, et de manière plus générale, par des produits chimiques (les métaux lourds, les hydrocarbures...etc.) [23].

1.4.2. Les types de pollution

1.4.2.1. Pollution ponctuelle

Une pollution ponctuelle est une pollution provenant d'un site facile à localiser et unique, et peut être par exemple le point de rejet d'un effluent ou une zone contaminée. C'est une source fixe et généralement d'émission polluantes importantes, mais peut être issue de plusieurs sources géographiquement localisables proches les unes des autres, peu nombreuses et parfaitement dénombrables, Il se distingue par une façon directe [24].

1.4.2.2. Pollution diffuse

Sont des pollutions dues non pas à des rejets ponctuels et identifiables, mais à des rejets issus de toute la surface d'un territoire et transmis à l'environnement de façon indirecte. Les sources diffuses se caractérisent par des apports de substances émises par des sources mobiles c'est à dire caractérisé par différentes voies de transfert (Figure 1.2), des sources couvrant de larges étendues ou un grand nombre de sources de pollution d'émission faible. Les pollutions par des sources ponctuelles sont souvent plus faciles à traiter (en installant par exemple un filtre au niveau du tuyau par lequel les produits polluants sont rejetés dans le milieu naturel), alors que les émissions polluantes provenant de sources diffuses sont difficiles à recenser, à mesurer et donc à contrôler [25].

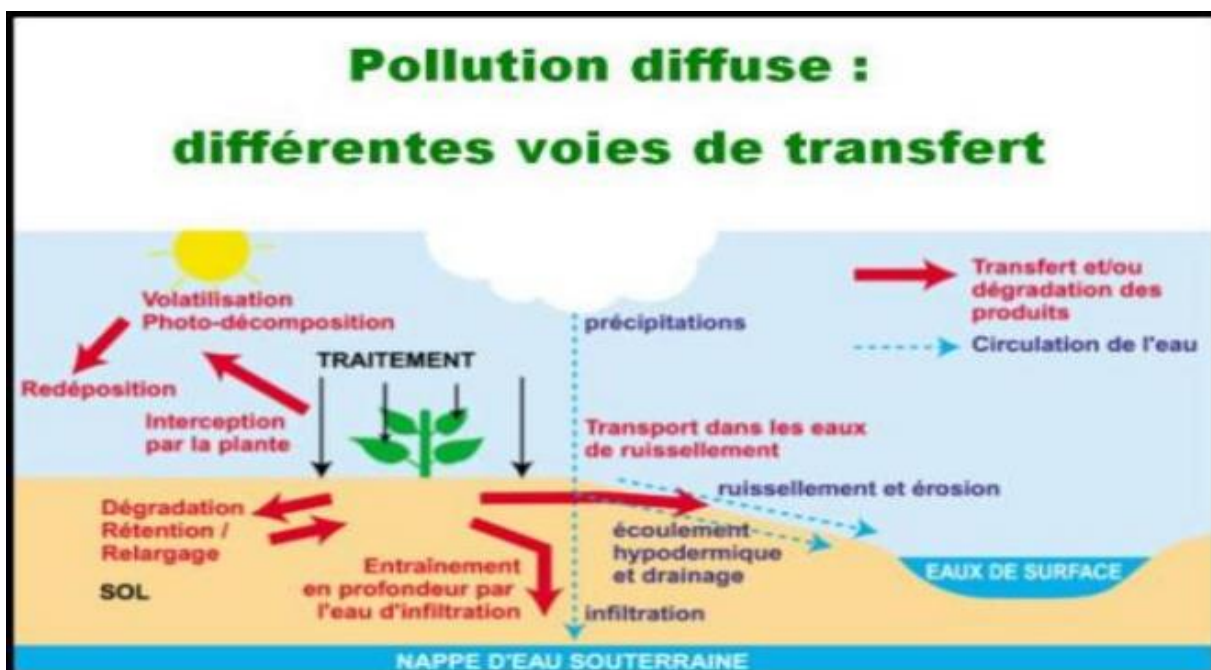


Tableau 1-2 Pollution diffuse [26].

I.5. Source de pollution

L'eau dans la nature et à fortiori celle qui est employée à des usages industriels et domestiques n'est jamais pure, de par les impuretés qu'elle peut renfermer sous les 3 états: solides, liquides ou gazeux et qui peuvent être caractérisées par la taille qu'elles prennent en milieux aqueux.

I.5.1. Pollution naturelle

Cependant, notamment en raison des évolutions technologiques et analytiques les résultats montrent que des mesures de plus en plus fines de plusieurs éléments de pollution sont possibles certains contaminants présents dans l'eau et le sol peuvent également provenir de sources naturelles. Ces polluants dits de source souterraine se trouvent le plus souvent dans les zones où ils se trouvent. Concentration naturelle. Cette accumulation naturelle est le résultat de processus géologiques. Traverser Par exemple, le contact de l'eau avec les gisements minéraux peut se produire par érosion ou dissolution, Produire des concentrations anormales de métaux lourds (par exemple : arsenic, Ar, etc.). Des éruptions volcaniques, les fuites sous-marines d'hydrocarbures, etc. peuvent également être sources de pollution. La plus grande source naturelle de pollution est sans aucun doute les volcans. Eux Libère de grandes quantités de nuages de dioxyde de soufre

I.5.2. Pollution atmosphérique

La pollution atmosphérique peut être définie comme l'ajoute de substance dangereuse à l'atmosphère ayant pour conséquences une détérioration de l'environnement et de la santé humain et de la qualité de vie. En ce qui concerne l'eau de pluie, bien que longtemps considérée comme propre, l'eau d'origine pluviale est en fait relativement polluée, Les feux de forêts émettent beaucoup de gaz et de particule dans l'atmosphère (Figure I.3). L'origine de cette pollution peut provenir des gaz ou solides en suspension rejetés dans l'atmosphère par les véhicules, les usines ou les centrales thermiques. Ces polluants (oxyde de carbone, dioxyde de soufre, poussière...) sont envoyés vers le sol à la moindre averse.



Figure I-2 La pollution atmosphérique

I.5.3. Pollution urbaine

Ce sont les eaux des habitations et des commerces qui entraînent la pollution urbaine de l'eau. Les polluants urbains sont représentés par les rejets domestiques, les eaux de lavage collectif et de tous les produits dont se débarrassent les habitants d'une agglomération notamment des rejets industriels rejetés par les entreprises en quantités variables selon l'importance de l'agglomération et son activité. Les eaux résiduaires urbaines peuvent être considérées comme la plus importante industrie en termes de masse de matériaux bruts à traiter. Dans la communauté européenne il est produit quotidiennement un volume proche à 40 millions de m³ d'eaux usées. Le « tout -à- l'égout » est une expression significative ; elle exprime cette diversité. On trouve les excréments, les restes d'aliments, les déversements d'abattoirs, les déversements hospitaliers, les lessives, les détergents, les insecticides, les hydrocarbures, les déchets de la petite industrie et divers produits toxiques [27].

I.5.4. Pollution industrielle

Dans l'industrie, l'eau réfrigère, dissout, nettoie et évacue... les déchets liquides et solides. Durant la seconde partie du siècle dernier, la montée en puissance des activités s'accompagna de spectaculaires pollutions des cours d'eau, souvent toxiques et destructrices de milliers des poissons. Aujourd'hui l'industrie génère en plus de ses pollutions résiduaires « traditionnelle » une pollution chimique en raison de l'utilisation de nombreux produits chimiques et en particulier de centaines de molécules de synthèses. Aussi sans dispositifs de dépollution adaptés à chaque activité d'entreprise, Des centaines

composants chimiques industriels peuvent être ainsi diffusés dans les rivières ou les eaux souterraines. Beaucoup d'entre elles ne sont pas inoffensives pour les êtres vivants.



Figure I-3 Pollution de l'eau par déchets industriels

I.5.5. Pollution agricole

Ce type de pollution s'intensifie depuis que l'agriculture est entrée dans un stade d'industrialisation. Les pollutions d'origine agricole englobent à la fois celles qui ont trait aux cultures (pesticides et engrais) et à l'élevage (lisiers et purins) [25]. Ainsi que les déjections animales mais aussi les produits phytosanitaires/pesticides (herbicides, insecticides, fongicides) contenus dans les engrais et utilisés dans l'agriculture. Ils pénètrent alors dans les sols jusqu'à atteindre les eaux souterraines.

I.6. Principaux polluants des eaux

I.6.1. Pollution selon le type de polluant

Il existe plusieurs manières de classer la pollution. Selon le type de polluant.

I.6.1.1. La pollution chimique

Elle est causée par le rejet de produits chimiques, pour la plupart d'origine industrielle.

Pollution chimique est divisée en deux catégories :

- ✓ Organiques (hydrocarbures, pesticides, détergents, phénols ...).
- ✓ Minérales (métaux lourds, cyanure, azote, phosphore...) [28].

I.6.1.2. La pollution organique

Elle constitue souvent la fraction la plus importante d'autant plus que dans son acceptation la plus large, cette forme de pollution peut considérer comme résultats de diverses activités (urbain, industriels, artisanales et rurales). On distingue, pour les eaux usées urbaines, les matières organique banale "protides, glucides, lipides", Les détergents, les huiles et goudron [29].

I.6.1.3. Pollution physique

On parle de ce type de pollution quand le milieu pollué est modifié dans sa structure physique par divers facteurs. Elle regroupe trois types de pollutions :

- ✓ Mécanique
- ✓ Thermique
- ✓ Radioactive

I.6.1.4. D'autre type de pollution

- Pollution microbiologique.
- Pollution par hydrocarbures (Figure I.3).
- Pollution par le phosphore (Figure I.4).
- Pollution par l'azote.



Figure I-4 Pollution due aux hydrocarbures[30]



Figure I-5 Pollution par le phosphore[31]

I.7. Risques de la pollution par eaux usées

La pollution de l'eau est une modification qui rend son utilisation dangereuse et porte atteinte aux écosystèmes aquatiques et à l'environnement. Il peut s'agir d'eaux de surface ou d'eaux souterraines et présente donc un risque pour la santé

publique. La pollution de l'eau est associée à différentes approches du développement durable

I.7.1. Risque sur la santé humaine

Les eaux usées peuvent contenir des pesticides, des micro-organismes pathogènes (virus, bactéries, parasites), et des éléments toxiques. Ils sont dangereux pour la santé humaine. Quand les populations consomment une eau polluée, cela a des conséquences sur leur santé. Dans les pays pauvres, l'accès à une eau de bonne qualité est très difficile car les installations pour assainir l'eau coûtent chères.

I.7.2. Risque sur l'environnement

Ces impacts sont d'importance particulière pour les agriculteurs Puisqu'ils peuvent réduire la productivité, la fertilité et le rendement de leurs terres. Le sol doit rester à un bon niveau de fertilité, afin de permettre une utilisation durable à long terme et une agriculture rentable. Les problèmes présents au niveau du sol sont [32] :

- La salinisation.
- L'accumulation de nutriments.
- L'alcalinité et la réduction de la perméabilité du sol.
- L'accumulation d'éléments potentiellement toxiques.

I.8. Les paramètres et caractéristiques des eaux usées :

On distingue les paramètres physiques, les paramètres chimiques et les paramètres toxiques.

I.8.1. Paramètres organoleptiques

1) Couleur :

La couleur des eaux résiduaires industrielles est en général grise, signe de présence de matières organiques dissoutes, de MES, du fer ferrique précipité à l'état d'hydroxyde, du fer ferreux lié à des complexes organiques et de divers colloïdes.

2) Odeur :

Les eaux résiduaires industrielles se caractérisent par une odeur. Toute odeur est pollution qui est due à la présence de matières organiques en décomposition [33]

1.8.2. Les paramètres physiques

- **La turbidité :**

La turbidité est inversement proportionnelle à la transparence de l'eau, elle est de loin le paramètre de pollution indiquant la présence de la matière organique ou minérale sous forme colloïdale en suspension dans les eaux usées. Elle varie suivant les matières en suspension (MES) présentes dans l'eau [32].

- **Température :**

Elle joue un rôle important dans la solubilité des sels et surtout des gaz (en particulier O₂) dans l'eau ainsi que, la détermination du pH et la vitesse des réactions chimiques. La température agit aussi comme facteur physiologique sur le métabolisme de croissance des microorganismes vivants dans l'eau [31].

- **Les matières volatiles en suspensions (MVS) :**

Elle représente la fraction organique de MES et sont obtenues par calcination de ces MES à 525°C pendant 2h. La différence de poids entre MES à 105°C et MES à 525°C donne la « perte au feu » et correspond à la teneur en MVS (en mg /l) d'une eau [21].

- **Les matières en suspension (MES) :**

Exprimée en mg par litre. Ce sont les matières non dissoutes de diamètre supérieur à 1µm contenues dans l'eau. Dans le milieu récepteur, les MES peuvent entraîner des perturbations de l'écosystème par une diminution de la clarté de l'eau, limitant la photosynthèse végétale. De plus, ces MES peuvent être de nature organique et entraîner les nuisances associées aux molécules organiques [34].

1.8.3. Les paramètres chimique

- **Demande chimique en oxygène (DCO) :**

La DCO traduit la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder les matières organiques contenues dans un effluent

- **L'oxygène dissout :**

C'est l'indice de la vie aquatique en équilibre ; l'absence de l'oxygène dissout conduit à la mortalité de tous types de vie aquatique, donc le traitement biologique sera impossible, le phénomène d'auto épuration qui prend naissance naturellement n'aura pas lieu (fermentation en anoxie).

- **Le potentiel hydrogène (pH) :**

Le pH (potentiel hydrogène) joue un rôle capital dans le traitement biologique. Il exprime le degré d'acidité ou d'alcalinité des eaux usées. Sa mesure s'effectue sur place par une valeur exacte à l'aide d'un pH mètre.

- **La demande biochimique d'oxygène (DBO) :**

Elle correspond à la quantité d'oxygène nécessaire pour décomposer par oxydation et au moyen des bactéries aérobies, les matières organiques des eaux usées. Cette oxydation s'effectue en deux stades :

- Oxydation des composés de carbone, phénomène qui à 20°C, se trouve pratiquement terminer en 20 jours ;
- Oxydation des combinaisons comprenant de l'azote, réaction qui ne s'amorce qu'au bout d'une dizaine de jour.

La DBO5 exprime la quantité d'oxygène consommée par les bactéries, à 20°C et à l'obscurité pendant 5 jours d'incubation d'un échantillon préalablementensemencé, temps qui assure l'oxydation par voie aérobie. Pour la mesure, on prend comme référence la quantité d'oxygène consommée au bout de 5 jours ; c'est la DBO5 [35].

- **L'azote :**

L'azote dans l'eau se présente sous plusieurs formes :

L'azote organique : l'azote contenu dans les déjections animales, et plus généralement dans les matières organiques mortes, est progressivement libéré par l'activité de la microflore aérobie et anaérobie du sol, les acides uriques, les protéines [36].

L'azote ammoniacal $N-NH_4^+$: c'est l'azote contenu dans l'ammoniac contenu dans l'eau. L'ammoniac est une substance assimilable par les micro-organismes. Son oxydation conduit aux nitrites $N-NO_2^-$ et aux nitrates $N-NO_3^-$.

Nitrites $N-NO_2^-$: les nitrites sont un des premiers stades de l'oxydation de l'azote ammoniacal. Leurs teneurs exprimées en mg/l, indique le degré de fraîcheur d'une eau usée. De très forts taux en nitrites, nécessite leur réduction en azote gazeux.

Nitrates $N-NO_3^-$: c'est le dernier stade de l'oxydation des matières azotées.

1) Les phosphates :

Les phosphates constituent un nutriment pour les bactéries. Sa présence est indispensable, dans les traitements biologiques. Son évacuation renseignera sur la traitabilité d'une eau, son rapport à la DBO5 contenue dans l'eau à traiter doit être de l'ordre 1/100. Un défaut de phosphore influera négativement sur le processus. Un excès de phosphore nécessite un traitement complémentaire déphosphoration.

2) Les métaux lourds :

Les métaux lourds ont en général une origine industrielle et dépendent beaucoup du procédé utilisé.

L'azote KJLDAHL :

L'azote kjeldahl = Azote ammoniacal+ azote organique [17].

Tableau I-3 Normes de rejets internationales

Paramètres	Normes utilisées (OMS)	Unité
pH	6,5-8,5	-
DCO	<90	mg/l
MES	<20	mg/l
NH_4^+	<0,5	mg/l
NO_2^-	1	mg/l
NO_3^-	<1	mg/l
P_2O_5	<2	mg/l

DBO₅	<30	mg/l
Température T	<30	°C
Couleur	Incolore	-
Odeur	Incolore	-

Chapitre II :
Station D'épuration Des
Eaux Usées Urbaines De La
Ville de Sidi Aissa

Chapitre II. Station d'épuration des eaux usées urbaines de la ville de Sidi Aïssa

II.1. Introduction

Avec le développement de l'urbanisation et de l'industrialisation, ainsi que l'évolution des modes de consommation, les rejets d'eaux usées ont considérablement évolués en quantité et en qualité. Lorsque les eaux usées ne sont pas traitées, les cours d'eau sont dépassés dans leur capacité naturelle d'épuration et se retrouvent pollués. L'objectif de ce manuel est de présenter les points principaux à suivre pour maintenir un bon fonctionnement de l'exploitation de la Step de Sidi Aïssa.

II.2. Principe de l'épuration biologique

Dans le traitement biologique des effluents, on fait généralement appel aux processus aérobies par lesquels les bactéries provoquent une oxydation directe des matières organiques des eaux usées à partir de l'oxygène dissous dans l'eau. La dégradation est un phénomène complexe générateur de l'énergie nécessaire à la vie des micro-organismes et à ses manifestations, reproduction, croissance, déplacements etc.

De nombreux micro-organismes permettent la dégradation des matières organiques ainsi que leur stabilisation. Le procédé aérobique provoque le développement de bactéries qui, par des actions physico-chimiques retiennent la pollution organique et s'en nourrissent. Le procédé à boues activées consiste en un réacteur biologique aérobique ou l'on provoque le développement d'une culture bactérienne dispersée sous forme de flocons appelés bioflocs. Le réacteur est alimenté en eau polluée et le mélange eau usée bioflocs est appelé liqueur mixte. La liqueur mixte est maintenue dans un régime turbulent par système d'aération, les aérateurs de surface. De l'oxygène dissout est donc introduit dans la masse de la liqueur mixte, lequel est nécessaire pour la respiration et le développement des micro-organismes aérobies.

La quantité d'oxygène dans la solution est gouvernée par :

- La température
- La solubilité du gaz
- La pureté de l'eau
- La pression partielle de l'oxygène dans l'atmosphère

Après un temps de contact, la liqueur mixte est envoyée vers des décanteurs secondaires.

Durant cette phase, une séparation solide/liquide s'effectue par gravité et est améliorée par mécanisme racleur.

Les boues sont ensuite recirculés dans le bassin d'aération de manière à maintenir une concentration adéquate en bactéries épuratrices (recirculation des boues). Les boues en excès venant des décanteurs secondaires sont dirigées vers l'épaississeur ou le stabilisateur (purge des boues en excès)

Le comportement des boues activées, est sous l'influence d'un certain nombre de facteurs, dont les principaux sont directement liés aux modalités de traitement lui-même tandis que d'autres relèvent de l'eau brute.

Les caractéristiques de sédimentation et d'épaississement des boues produites sont les premières conditions requises pour un rendement satisfaisant du procédé à boues activées.

Celles-ci sont caractérisées par la charge massique qui donne une approximation du rapport entre la masse journalière de pollution à éliminer et la masse de bactéries épuratrices présente dans le réacteur.

Dans le cas de la STEP de Sidi Aissa on fonctionnera à une faible charge massique donc suivant le processus d'une aération « prolongée » par ce procédé, nous obtenons une très bonne efficacité d'élimination de la DBO.

Les boues en excès sont évacuées vers un épaisseur ou vers un stabilisateur et ensuite vers la déshydratation mécanique ou vers les lits de séchages.

II.1. Composition des eaux résiduaires

La fraction organique est présente sous forme dissoute (sucres, ...) ou non dissoute. La fraction non dissoute est insoluble ou solide. Les solides sont présents soit en suspension (particules colloïdales telles que macromolécules, agrégats, matériel cellulaire, ...) dans l'eau, soit décantent (solides sédimentaires). La fraction organique peut aussi être présente sous forme d'émulsion (lipides, graisses, ...).

La fraction minérale (donc inorganique) peut être composée de matières insolubles (p.e. des grains de sable) ou de matières dissoutes (p.e. des sels solubles).

Une petite partie des sels minéraux est assimilée ou transformée par les boues activées. Certains composants minéraux sont même indispensables pour une bonne activité des micro-organismes. En particulier, l'azote et le phosphore sont des composants minéraux particulièrement importants pour le processus biologique, car nécessaire pour le métabolisme de la population microbienne. Les eaux noires (eaux des toilettes) sont les principales sources de composés azotés, phosphorés et ammoniacaux dans les eaux usées urbaines.

La partie minérale insoluble est en grande partie éliminée par le prétraitement. Une petite part peut être retenue dans le système à boues activées, suivant sa densité. Les sels dissous traversent la station d'épuration sans modifications. Les composants insolubles d'origine organique ou minérale sont quantifiés par l'analyse des "matières en suspension totales" (MES). La fraction sédimentaire de MES est décrite comme "matières sédimentaires".

Les métaux sont présents dans de nombreux produits à usage domestique susceptibles d'être rejetés à l'égout tels que les cosmétiques, les onguents, les produits d'entretien, les médicaments, les peintures. Les eaux de nettoyage et notamment celles des vêtements seraient la principale source de métaux dans les eaux usées domestiques.

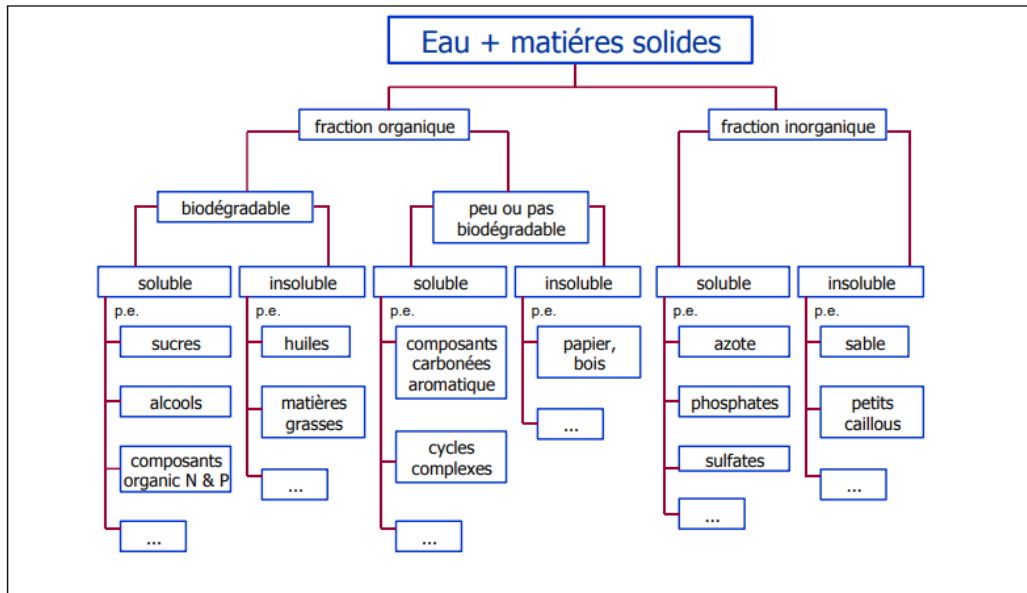


Figure II-1 Description des différentes parties des eaux usées

II.2. Données de base de la STEP de Sidi Aïssa

II.2.1. Objectif du traitement de la STEP

L'objectif ciblé et requis en sortie de station doit être conforme aux caractéristiques de l'effluent final après chloration, qui sont :

Tableau II-1: Les valeurs limites à la finale du traitement

Valeurs limites à la finalité du traitement			
Paramètre	Unités	Valeur	Rendement d'élimination minimum %
DBO ₅	mg/l	≤ 25	94.44
DCO	mg/l	≤ 90	86.50
MES	mg/l	≤ 20	96.57
Azote NTK	mg/l	≤ 30	70.00

Données de base de la STEP de Sidi Aïssa

II.2.2. Les bases de dimensionnement

Tableau II-2 Bases de dimensionnement

Paramètres	Unités	Horizon 2026
Charge hydraulique		
Equivalents Habitants	EH	125000
Volume journalier	m ³ /j	15054
Débit moyen de temps sec	m ³ /h	625
Débit de pointe temps sec	m ³ /h	1056
Débit maximal admis en temps de pluie	m ³ /h	1250
Charges polluantes		
DBO ₅	Kg/j	6750
DCO	Kg/j	10000
MES	Kg/j	8750
NTK	Kg/j	1500

Données de base de la STEP de Sidi Aïssa

II.3. Exploitation et entretien des équipements

II.3.1. Généralités sur le procédé d'épuration des eaux usées

La STEP a pour but la préservation de l'environnement et des nappes phréatiques de la région ainsi la réutilisation des eaux usées épurées à des fins agricoles. Le procédé épuratoire est de type biologique par boues activées à faible charge. L'eau usée est épurée en passant par une chaîne de traitement composé de (Figure 1).

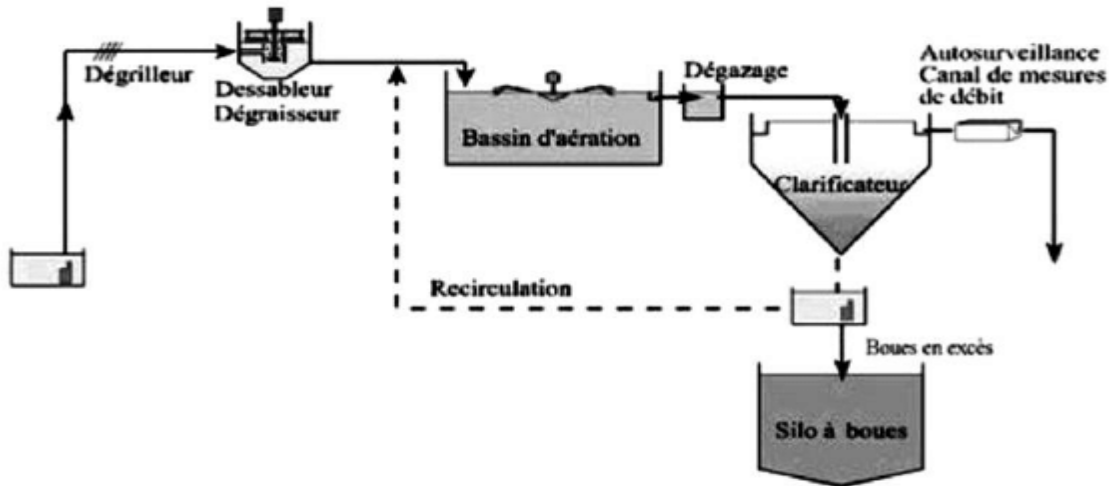


Figure II-2 Description schématique de l'installation boues activées.

II.3.2. Prétraitement

Les eaux usées sont soumises tout d'abord à des traitements de dégrossissage appelés « prétraitement ». Cette étape permet d'extraire la plus grande quantité d'éléments dont la taille des particules (débris), le pouvoir abrasif (sables, argiles) et la masse spécifique (graisses flottantes) risquent de perturber le fonctionnement des différentes unités de traitement ultérieures et d'assurer ainsi un traitement efficace des eaux usées et une protection des ouvrages de la STEP.

Le prétraitement repose essentiellement sur des critères physiques : granulométrie (dégrillage) et densité (dessablage, dégraissage).

II.3.2.1. Cuillère bivalve :

Dégrillage de grossiers lourds et l'élimination de solides facilement décantables de l'eau d'entrée à la STEP. Par la commande local l'opérateur descendre la cuillère bivalve dans le puits périodiquement, en temps de Pluies va le faire plusieurs fois par jours.



Figure II-3 Cuillère bivalve de la STEP de Sidi aissa.

II.3.2.2. Dégrillage mécanique fin et grossière :

Le dégrillage a pour but d'éliminer les déchets des eaux usées entrantes. Cette opération constitue donc la phase préliminaire de l'épuration. L'élimination des matières retenues sur les barreaux des grilles.



a) Vue d'arrière du dégrilleur.



b) Vue du dégrilleur avec la vis

Figure II-4: Dégrilleurs de la STEP de sidi aissa.

II.3.2.3. Pompes de relevage :

- Laver au jet d'eau les sondes ou poires de niveau et les câbles de contrôle de niveau.
- Vérifier le fonctionnement électromécanique des pompes (vérifier la consommation électrique, consigner le nombre d'heures de fonctionnement et détecter des sons anormaux).
- Assurer le bon entretien des démarrages automatiques et de l'arrêt des pompes.
- Nettoyer fréquemment le puits et les zones environnantes.
- Laver au jet d'eau si nécessaire les parois du puits de pompage.
- Exécuter les tâches d'entretien et de maintenance comme défini par le plan de maintenance.
- Contrôler la répartition du temps de fonctionnement des pompes.
- Ajuster les paramètres de fonctionnement si nécessaire.



Figure II-5 Pompes de relevage de STEP de Sidi Aissa

II.3.3. Poste de dessablage déshuilage

Les sables sédimentés sont pompés vers le classificateur, les sables doit être évacués périodiquement de la banne d'stockage.

Les huiles et graisses seront raclées vers le concentrateur de graisses. Après elles sont stockées dans une benne de stockage, qui doit être vidé périodiquement.



Figure II-6 poste de dessablage déshuilage de STEP de sidi Aissa

II.3.4. Traitement biologique

L'épuration naturelle d'une eau polluée est assurée par l'action de l'oxygène contenu dans le milieu récepteur, sur la matière organique, par l'intermédiaire des bactéries aérobies il en existe plusieurs types ,dont les bactéries dégradant le phosphate et les bactéries nitrifiantes. Les boues activées font appel au même processus, mais à grande concentration et dans un

espace restreint. Pour qu'une boue activée se forme et opère une épuration biologique, il faut trois conditions :

- Une nourriture suffisante : c'est la matière organique apportée par l'eau et en particulier, certains éléments de base tels que l'azote et le phosphore.
- L'apport d'une quantité d'oxygène supplémentaire, proportionnelle à la charge de pollution, et exprimée par la DB05.
- La limitation de la prolifération des cellules par extraction d'une partie des boues, qui sont les boues en excès.



Figure II-7 Bassin biologique de la STEP de Sidi Aissa

II.3.5. Clarification (Décantation secondaire)

Nous avons deux décanteurs secondaires. Chaque un est équipé d'une vanne murale pour régler le débit de l'eau, et pour décider avec quelle on veut travailler. (On peut travailler avec une seule ligne, et faire fonctionner le réacteur numéro 1, avec le décanteur numéro 2). La décantation a pour but de séparer l'eau traité des boues, ces dernières se déposent sur le fond du bassin.



Figure II-8 Décanteur secondaire de la STEP de Sidi aissa.

II.3.6. Puits de recirculation de boue et des eaux de retour :

- Laver au jet d'eau les sondes ou poires de niveau et les câbles de contrôle de niveau

- Nettoyer fréquemment les puits et les zones environnantes
- Laver au jet d'eau si nécessaire les parois du puits de pompage.
- Assurer le bon entretien des démarrages automatiques et de l'arrêt des pompes
- Vérifier le fonctionnement électromécanique des pompes (vérifier la consommation électrique, consigner le nombre d'heures de fonctionnement et détecter des sons anormaux)
- Exécuter les tâches d'entretien et de maintenance des pompes comme défini par le plan de maintenance
- Contrôler la répartition du temps de fonctionnement des pompes
- Ajuster les paramètres de fonctionnement si nécessaire

II.3.7. Chloration

L'eau claire sortant des décanteurs arrive par gravité dans le canal de contact de la chloration pour un ultime traitement avant rejet, c'est la phase désinfection qui consiste à éliminer les germes pathogènes et les virus.

L'hypochlorite de sodium est l'agent chimique utilisé comme oxydant pour la désinfection.



Figure II-9 Canal de chloration (chicanes) de la STEP de Sidi Aissa

II.3.8. Traitements des boues

II.3.8.1. L'épaississement

L'excès de boues dans le poste de recirculation sera pompé vers l'épaississeur de boues, équipé d'un mécanisme de rotation lent (agitateur) pour permettre un meilleur rendement.



II.3.9. Déshydratation mécanique

Le poste de déshydratation mécanique est équipé de deux filtre à bande Avec le fonctionnement du filtre à bande, les éléments de l'équipement transportent la boue à déshydrater à travers les différentes zones de la machine.

En raison de la disposition des rouleaux, dans la zone de pré-pressage et de cisaillement, ces bandes permettent le pressage nécessaire à la déshydratation.



Figure II-11 Déshydratation mécanique de la STEP de Sidi Aissa.

II.3.9.1. Préparation de polymère :

La solution de dosage ce fait automatique à partir de polymère solide, l'opérateur veillera à ce qu'il y aura toujours du polymère solide dans la trémie du doseur et sont type est La polyacrylamide cationique (CPAM).



a) Point d'aspiration



b) Installation en seire

Figure II-12 Préparation de polymère de la STEP de Sidi aissa.

II.3.10. Lits de séchages

Les boues épaissies sont extraites de l'épaississeur et acheminées par pompage vers les lits de séchage où elles seront épandues pour y être déshydratées naturellement. Il existe 20 lits de séchage de surface unitaire de 420 m².

II.3.11. Les préleveurs d'échantillons

Des prises d'échantillons sont effectuées à la sortie de la station par un dispositif d'échantillonnage fonctionnant de manière proportionnelle au débit ou manuellement. Ce préleveur assure pour une période de 24 heures un mélange d'échantillons représentatif à la sortie pour l'eau épurée.

II.3.12. La commande de la station d'épuration

La commande de la station d'épuration se fait à distance à partir de la salle de contrôle, équipée d'un PC muni d'un logiciel de commande à distance avec des paramètres de surveillance et de contrôle, ainsi que des schémas du procédé pour la bonne exploitation de la station d'épuration (figure I.14).



Figure II-13 Logiciel de commande à distance de la STEP de Sidi Aissa.

II.3.13. Conclusion

Au cours de ce chapitre nous avons décrit la station d'épuration de Sidi aissa. Cette STEP a été dimensionnée pour épurer 32.000 m³/j des eaux usées par le procédé d'épuration, boues activées à faible charge dans le but de protéger le milieu récepteur contre la pollution. Actuellement les eaux épurées sont canalisées vers un affluent de l'oueddjenane et les boues séchées sont stockées dans un locale aéré.

Chapitre III :

Caractérisation des boues

Chapitre III. Caractérisation des boues

III.1. Introduction

Les boues issues des stations d'épuration des eaux usées renferment une charge importante des métaux et des micro-polluants métalliques. La concentration de ces derniers est un facteur important pour la détermination de la qualité des boues, et par conséquent voire la possibilité de leurs valorisations en agriculture. Pour cela, la quantification des éléments métalliques contenants dans les boues est impérative. Dans notre étude nous avons utilisé la technique de fluorescence X et la diffraction des rayons X pour la détermination de la concentration et la nature des phases des métaux présents dans les boues issues de station d'épuration de Sétif. Les mesures de la DCO, la concentration des nitrates et le pH ont été effectuées. Ce qui nous a permis de collecter le maximum d'informations sur la composition des trois boues. Les échantillons des boues sur lesquels nous avons travaillé ont été prélevés de région Sétif (El Eulma) en 2017 à partir des lits de séchage des stations d'épuration des eaux usées.

III.2. Exemple d'étude et caractérisation de la boue de la station d'épuration d'El Eulma (Exemple)

III.2.1. Analyse par fluorescence X (FX)

Les analyses FX de la boue d'El Eulma indiquent la présence des éléments suivants : Mg, Al, Si, P, S, Cl, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Ga, As, Se, Br, Rb, Sr, Y, Zr, In, Ba, Eu, Ir, Pb. Les spectres de la fluorescence X d'un échantillon sous différents facteurs sont désignés sur la figure III.4 (a-d).

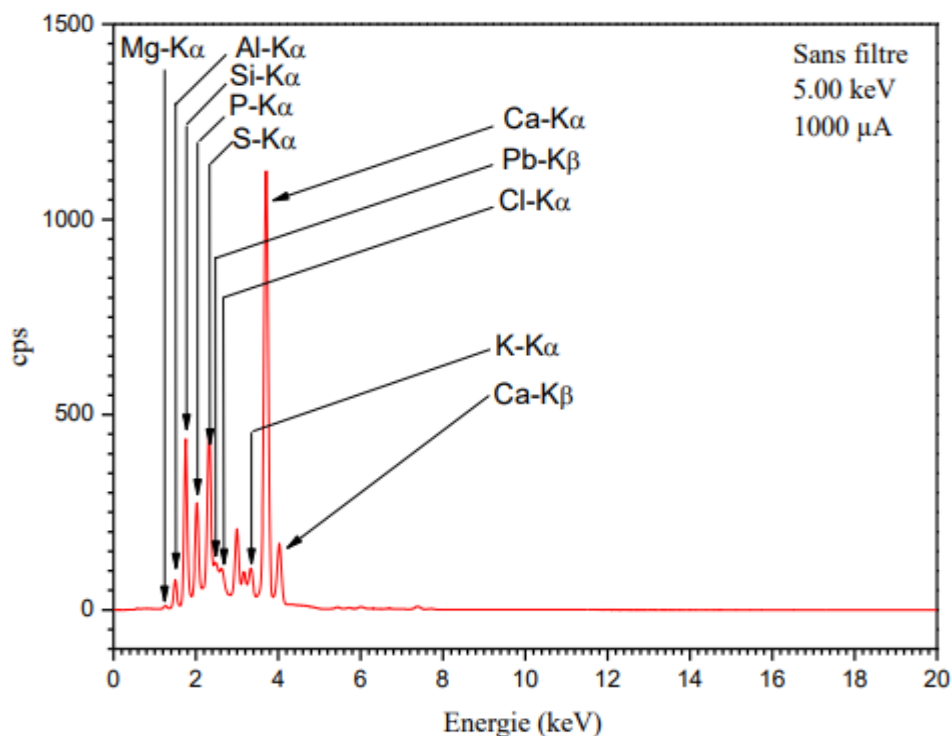


Figure III-1 Spectre de fluorescence X de la boue de la station d'El Eulma enregistré sans filtre, 5,00 keV.

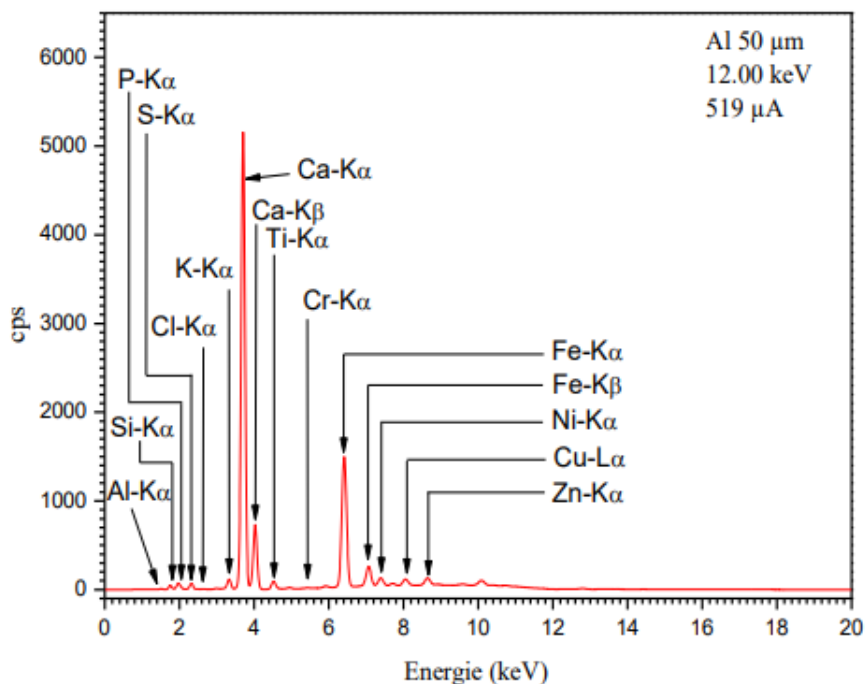


Figure III-2 Spectre de fluorescence X de la boue de la station d'El Eulma enregistré avec un filtre d'aluminium, 50 µm d'épaisseur, 12,00 keV.

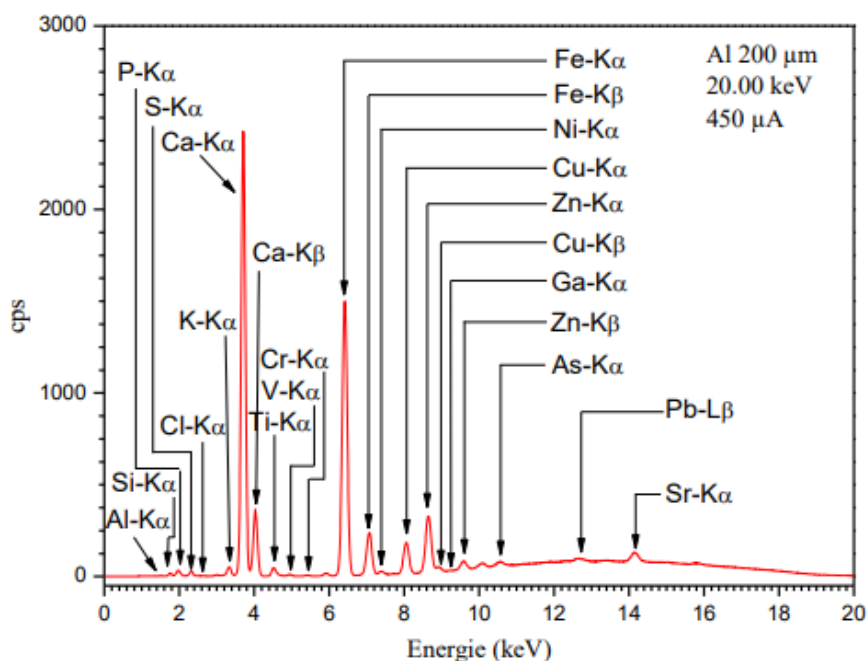


Figure III-3 Spectre de fluorescence X de la boue de la station d'El Eulma enregistré avec un filtre d'aluminium, 200 µm d'épaisseur, 20,00 keV.

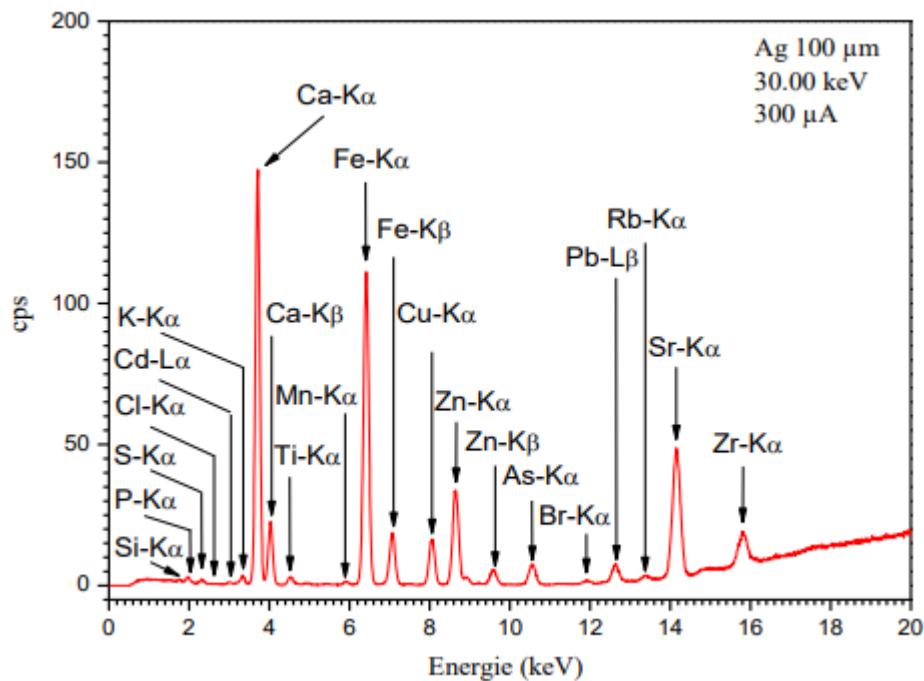


Figure III-4 Spectre de fluorescence X de la boue de Batna enregistré avec un filtre d'argent 100 μm d'épaisseur, 30,00 keV.

L'extraction des données à partir des spectres de fluorescence X nous a permis d'évaluer la concentration des éléments métalliques (figure III.5) et les éléments traces métalliques présents dans la boue. (Tableau III.1).

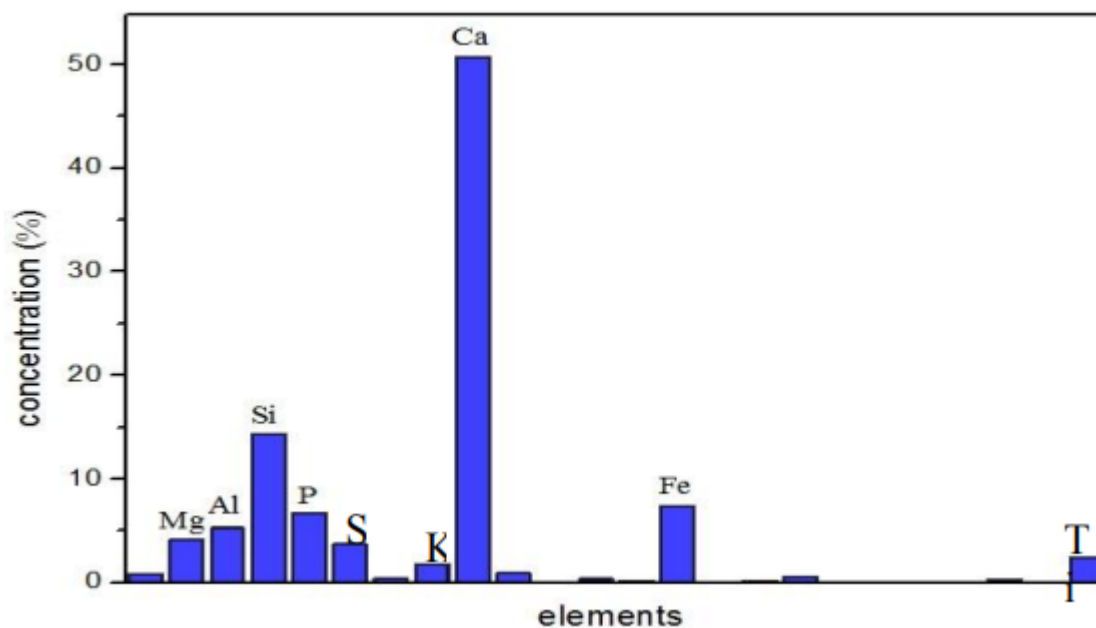


Figure III-5 Pourcentage massique des éléments major présents dans la boue de la station d'el Eulma.

Tableau III-1 Exemple de Pourcentage des éléments traces métalliques dans les boues de la station d'épuration d'El Eulma.

Éléments-traces	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	Cr + Cu + Ni + Zn
Valeur limite dans les boues (mg/kg MS)	20	1000	1000	10	200	800	3000	4000
Flux maximum cumulé, apporté par les boues en 10 ans (g/m ²)	0,03	1,5	1,5	0,015	0,3	1,5	4,5	6
Valeur trouvée dans la boue de la station de BazerSakhera - EL Eulma (mg/kg MS)	-	3150	1620	-	80	730	5290	10140

III.2.2. Analyse par diffraction des rayons X (DRX)

L'analyse du spectre de diffraction de la boue de la station d'épuration de la ville d'El Eulma (figure III.6) a montré l'existence des phases suivantes : carbonate de calcium, le dioxyde de silicium et l'oxyde d'aluminium. Les phases cristallines ont été déterminées par comparaison avec les modèles enregistrés dans la base de données PDF2 (tableau III.2).

Tableau III-2 Les pics caractéristiques des oxydes présents avec leurs modèles enregistrés dans la base de données PDF2.

Élément	Pics caractéristiques (2θ)				
Al₂O₃ 00-004-0878	32,05	34,8	42,8	65,2	67,3
SiO₂ 00-001-0649	26,6	36,6	50,1	60	67,8
CaCO₃ 00-085-1108	29,4	36	39,5	47,6	48,6

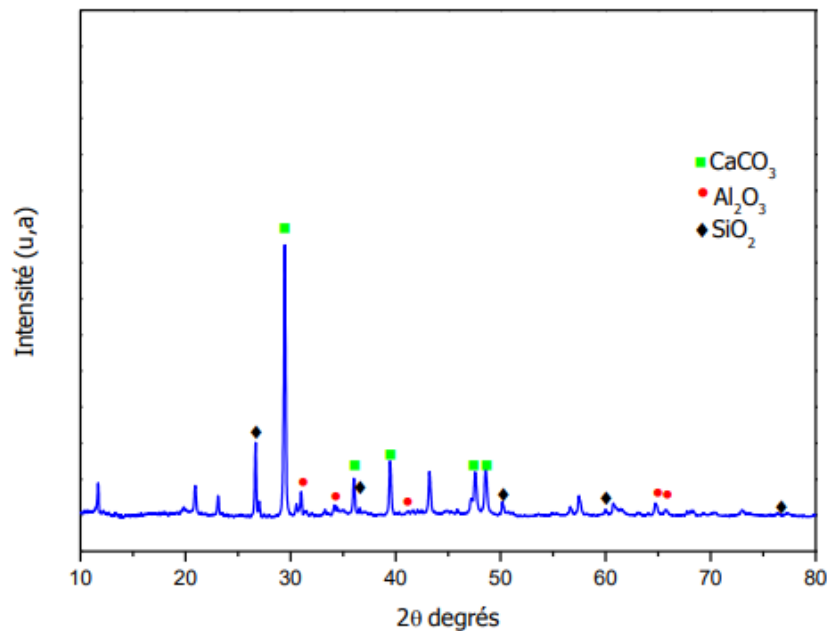


Figure III-6 Spectre de diffraction des rayons X de la boue d'El Eulma

III.2.3. Demande chimique en oxygène (DCO)

La mesure de la demande chimique en oxygène des boues de la station d'épuration d'El Eulma nous a donné une valeur de 250 mg/l.

III.2.4. Concentration des nitrates

La mesure de la concentration des ions nitrates dissous des boues de la station d'épuration d'El Eulma nous a donné une valeur de 140 mg/l.

III.2.5. PH

Le pH mesuré des boues de la station d'el Eulma est de 7,2.

III.2.6. Humidité résiduelle (Hr)

Le taux de l'humidité résiduelle est 8,2 %

III.2.7. Matière organique totale (MO)

Le taux de la matière organique totale est de 55,2 %

III.2.8. Teneur en carbonates

Le taux des carbonates dans les boues de la station d'épurations d'el Eulma est 25,23%

III.3. Fluorescence des rayons X (FX)

L'analyse par fluorescence X a montré la présence d'un grand nombre de métaux dans les boues des station. Ce grand nombre de métaux n'est pas forcément synonyme d'une pollution. La présence de certains éléments en pourcentage élevé tel que, Ca, Si, Fe, Al et Mg

est tout à fait normale à cause que les eaux traitées venues à travers les vallées portent avec eux une quantité importante des argiles dont les éléments trouvés sont les principaux composants de ces argiles. Certains ETM en très faible concentration comme le chrome, le zinc, le magnésium, le cuivre, le sodium, le potassium, le bore, le molybdène... sont indispensables à la biologie cellulaire [37]. Le traitement biologique ne peut pas se faire en leur absence. Ces métaux se trouvent essentiellement dans l'eau de consommation [38] et dans les poussières des villes mais à des concentrations très petites [39, 40]. Par contre la présence en pourcentage élevé qui dépasse les normes du cadmium, chrome, cuivre, mercure, nickel, plomb et le zinc est un synonyme de pollution. C'est la conséquence de leur présence dans les effluents urbains [41]. Le traitement des eaux dans les stations d'épuration a pour effet de les concentrer dans les boues.

Les boues contaminées par une concentration élevée de ces éléments ne peuvent pas être épandues. La réglementation limite le flux de ces éléments lors de l'épandage agricole. Les concentrations des ETM : cuivre, plomb, chrome et le zinc présents dans les boues des stations d'épuration de Sétif dépassent les normes. Le cuivre et le zinc dans les boues de Sétif présents avec des quantités élevées qui dépasse les normes, le cuivre avec des valeurs de 2740 mg/Kg et 1620 mg/Kg respectivement, et le zinc avec des valeurs de 3830 mg/kg et 5290 mg/kg respectivement. Le chrome est présent dans les boues des stations de Sétif avec des valeurs de 3150 mg/Kg et 5760 mg/Kg respectivement. Ces boues doivent subir un traitement avant d'être épandues [42].

L'origine de la pollution des boues des stations d'épuration peut être naturelle ou entropique. Le sol de la région de Sétif est connu par sa richesse en cuivre, en plomb et en zinc. Ceci peut expliquer en partie la richesse des boues des stations par ces métaux. La circulation automobile est une autre source majeure de plomb [43]. Le cuivre contenu dans la tuyauterie et le cuivre utilisé dans l'industrie peuvent être entraîné par l'eau.

III.4. Diffraction des rayons X (DRX)

Dans les boues La caractérisation par diffraction des rayons X a été utilisée pour identifier Les phases cristallines existantes. Les résultats de recherche sur la nature des phases indiquent

Qu'une partie du silicium soit présente sous forme de SiO₂ (quartz) dans les boues. Une Partie du calcium aussi dans les boues présente sous forme des carbonates.

III.5. Conclusion

Comme nous l'avons vu dans ce chapitre, toutes les analyses des boues d'épuration indiquent que ces boues sont toxiques pour la transmission agricole. Cette toxicité est principalement causée par la présence d'éléments traces métalliques. Différentes techniques ont été utilisées pour caractériser ces boues. Les boues analysées provenaient de la station d'épuration des eaux usées de la ville d'El Eulma. Les résultats de fluorescence X ont montré que les boues étaient contaminées par du chrome, du cuivre et du zinc, avec des pourcentages dépassant les limites spécifiées pour l'épandage. La diffraction des rayons X permet d'identifier certaines phases cristallines présentes dans la boue. L'analyse chimique a montré que les boues de la station d'El Eulma contenaient de grandes quantités de matière organique totale et de petites quantités de nitrates.

IV :
LES EAUX HUILEUSES

Chapitre IV. LES EAUX HUILEUSES

IV.1. Station de déshuilage HR :

Hassi R'mel compte trois stations de déshuilage implantées dans les Zones centre, nord et sud La Station de déshuilage centre, réalisée par SARPI le 26/07/1999 a été mise en service le 17/03/2001 avec une capacité de traitement de 1500 m³ /j

Le rôle de la station de déshuilage consiste à collecter toutes les eaux industrielles rejetées à partir des modules de traitement de gaz et des centres de traitement d'huile et de les traiter avant d'être rejetées, et ce afin de :

- ✓ Protéger la nappe phréatique.
- ✓ Eviter la prolifération des maladies à transmission hydrique.
- ✓ Eviter les désagréments pouvant altérer le milieu récepteur (sol, plantations, population,).
- ✓ Se conformer à la législation et réglementation en matière de protection de l'environnement.

IV.2. Provenance des eaux huileuses :

Les eaux de rejets industriels de toutes les unités de production de gaz et d'huile, des modules de traitement de gaz MPP (Module Processing Plant) et des centres de traitement d'huile CTH sont collectées à partir de bassins d'évaporation pour être acheminées vers les unités de traitements.

Nous avons suivi le procédé de traitement de la Zone centre, et d'après notre enquête cette dernière reçoit les eaux de rejets des centres de traitement d'huile CTH1 et CTH3, des trois modules de traitement de gaz MPP0, MPP1 et MPP4 et du centre de stockage et de transfert des fluides CSTF.

Les eaux huileuses à traiter proviennent donc de : Module 0, Module 1, Module 4, CSTF CTH1, et CTH3 [44].

IV.3. Les étapes de traitements des eaux huileuses :

Le déshuilage est une opération de séparation liquide- liquide On peut le considérer comme étant l'extraction de toutes matières flottantes d'une densité inférieure à celle de l'eau (élimination des huiles ou hydrocarbures) [45].

IV.3.1. Première étape : Traitement physique :

On distingue en premier lieu le traitement physique (décantation) par le bac tampon ou le de pré - déshuilage S-101 qui a pour but d'homogénéiser les eaux, d'assurer la régulation du débit et la récupération préliminaire de l'huile surnageant à l'aide d'un déshuileur flottant à disque rotatifs «Écrémeur» MS-106 pour réduire le contenu d'huile à la sortie 100-200 ppm, et d'autre part de favoriser la précipitation des matières en suspension qui seront racler au fond du bac et puis envoyées vers l'épaississeur des boues S-105.



Figure IV-1: Bac tampon ou le de pré -dégrillage S-101

L'eau entrant dans la station est introduite dans le bac tampon pour y subir une séparation préliminaire. Le bassin sera réalisé en béton armé en semi-enterré de forme circulaire avec un diamètre, à la sortie, une boucle de réglage, envoie les eaux en gravitaire vers la station de traitement, Le fond du bac est en pente pour la récupération des boues. Un appareil tournant MS-101 avec pont métallique et un bras tournant est prévu pour le raclage des boues décantées au fond de la cuve. Les boues, avec résidu sec de 2%, seront envoyées vers l'épaisseur des boues S105 à travers une vanne automatique réglée pour s'ouvrir pendant huit secondes toutes les huit heures. Après décantation dans le bassin l'eau passe en gravitaire, dans le séparateur lamellaire CPI (Corrugated Plate Interceptor) S-102, qui est un bassin séparateur équipé d'un ensemble de plaques parallèles inclinées pour faciliter la décantation des particules solides non décantées dans le S-101, par un déshuileur flottant à disque rotatifs « discoil » MS-107 pour subir un traitement secondaire.



Figure IV-2: déshuileur flottant à disque rotatifs(Discoil) MS-107.

Le séparateur est formé de paquets de tôles gaufrées en matériel plastique espacées de 2 cm, capables de séparer les gouttelettes d'huile et les solides en suspension d'un diamètre égal ou supérieure à 60 μm . L'huile est récupérée par un disc oïl. A la sortie du CPI la teneur en hydrocarbures résiduels contenues dans l'eau est de 10 à 50 mg /l.

Un système de recyclage permet de récupérer les boues du fond qui seront pompées vers la cuve à boue...



Figure IV-3: Corrugated Plate Interceptor CPI « S-102 »

L'huile récupérée par les discoins MS-106 et MS-107 est récoltée dans une cuve d'huile S108 pour être transférée par la suite au CTH3. Les boues sont évacuées en gravitaire du fond de la cuve CPI vers l'épaississeur des boues S-105. Tandis que l'eau est dirigée vers la deuxième étape de traitement.

IV.3.1. Deuxième étape : Traitement chimique :

La deuxième étape est appelée le traitement chimique. Il consiste en l'élimination des particules fines qui se comportent comme une suspension colloïdale, par l'addition d'un coagulant et d'un flocculant.

IV.3.1.1. Cuve de floculation :

La cuve de floculation S-103 reçoit l'effluent du CPI S-102. Ces cuves sont en bétons armés réalisés en semi-enterré et équipées d'agitateurs pour assurer le mélange des additifs avec l'eau.



Figure (8) : Cuve floculation « S-103 »

Dans celle-ci des flocculant organiques de type polyamine sont ajoutés, c'est de la silice activée et un poly électrolyte, à des doses de 5 à 2 mg/l afin de précipiter les boues et d'augmenter le pouvoir de traitement du flotteur S-104, le premier additif est ajouté à la sortie du CPI et le deuxième à la sortie du flocculateur. Ces deux agents chimiques en présence d'une agitation turbulente vont neutraliser la suspension colloïdale pour provoquer l'agglomération des particules fines. La cuve est dimensionnée pour un temps de rétention de 18 min.

IV.3.1.2. Cuve de flottation :

L'eau arrive par gravité vers la cuve de flottation S-104 ou elle se mélange avec l'eau saturée en air qui arrive des pompes de saturation P-102 et du saturateur.

Cette cuve est en béton armé à plan circulaire ayant un fond conique et doté de deux bras de raclage pour les sédiments de fond et de deux bras de raclage de mousse pour la surface, dimensionnée pour un temps de séjour de 30min pour assurer un contenu résiduel inférieur à 10mg/l. Les boues sont également raclées du fond et pompées vers la cuve à boues.



Figure IV-4: la cuve de flottation « S-104 »

Un racleur en surface balaie les parties flottantes vers une goulotte d'évacuation qui déverse dans la cuve S-105. Les sédiments lourds tombent et s'accumulent dans le fond de l'appareil d'où ils sont extraits périodiquement par ouverture d'une vanne de purge automatique, en partie basse de la virole, l'eau épurée est récupérée par collecteur annulaire.

IV.3.1.3. Cuve d'eau traitée :

Cette cuve reçoit l'eau traitée du flottateur. Elle se compose de deux compartiments, chaque compartiment est muni de deux pompes. Les pompes P-101A/B refoulent l'eau traitée vers l'extérieur. Le débit est partagé par deux boucles de réglage : une partie vers le bac tampon pour le recyclage et la deuxième vers l'unité de filtration. Les pompes P-102A/B recyclent une partie de l'eau traitée vers le ballon de saturation à air R-103, pour être mélangée au fluide sortant de la cuve de floculation S-103. Ceci favorise la montée en surface des flocons et des colloïdes.

IV.3.2. Troisième étape : Filtration et ultrafiltration :

Pour assurer une granulométrie des matériaux en suspension inférieure ou égale à 5 µm il est prévu un deuxième étage de traitement : filtration et ultrafiltration.



Figure IV-5 : les filtres à cartouche.



Figure IV-6 : les filtres à sable.

La filtration de l'eau déshuilée est effectuée en utilisant des filtres à double couches filtrantes en sable de quartz et hydro anthracite. L'ultrafiltration est prévue par deux filtres à cartouches pour l'élimination des particules plus petites et des traces d'hydrocarbures.

L'eau qui arrive des pompes P-101 est envoyée dans la partie supérieure du filtre et à travers le lit filtrant, de haut vers le bas, l'eau perdra les substances en suspension retenues par le quartzite. Les substances se déposeront principalement sur la couche supérieure du lit filtrant et on arrivera donc au colmatage de la masse filtrante.

A ce moment-là, sera fait le contre lavage, dans le but de chasser et de libérer tous les espaces pour le passage de l'eau. Une telle opération se fait en contre-courant.

C'est à dire, qu'au lieu d'entrer par le coté supérieur, on entrera par le coté inférieur à travers les buses et on sortira par le coté supérieur.

Le lavage est programmé en automatique à temps, même les deux filtres à cartouches doivent fonctionner en parallèle et ils sont nettoyés l'un depuis l'autre.

L'injection de Silice activé prévue à l'aspiration des pompes P-101 est utilisée pour améliorer le rendement de la couche filtrante. L'eau de lavage est envoyée vers les lits

S112A/B, après décantation sur gravier, l'eau s'écoule dans la cuve S-109 pour être recyclée vers le bac tampon [46].

IV.4. Analyse des eaux huileuses :

Différentes Analyses sont effectuées pour contrôler le fonctionnement de la station et la qualité de l'eau, les résultats de ces analyses permettent de :

- ✓ Vérifier et optimiser la performance de l'installation.
- ✓ Garantir la conformité de produits aux spécifications commerciales et d'environnement.
- ✓ Améliorer les conditions paramétriques du procès afin d'éviter la détérioration des équipements par, entre autres, la corrosion.

Les analyses que nécessite la station sont :

- La détermination du pH et de la température,
- La mesures de la turbidité sur plusieurs échantillons d'eau, (à l'entrée du CPI, à la sortie des filtres à cartouche),
- L'analyse d'huile « Oil in water » : permet de mesurer le taux des hydrocarbures dans l'échantillon à analyser [47]. Actuellement, le suivi des performances de la station n'est pas assuré actuellement dû au manque d'un laboratoire pour le contrôle de l'efficacité de traitement [43].

IV.5. Matériels et méthodes :

IV.5.1. Matériels :

JAR-TEST : C'est une rangée de bécjers alignée sous un appareillage permettant de les agiter tous à la même vitesse.

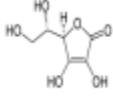
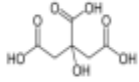
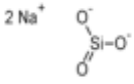


Figure IV-7 : Les échantillonnees sous l'appareille JAR-TEST

Spectrophotomètre : C'est un appareil qui mesure la qualité de l'eau (ex : turbidité, MES, NO₂⁻, et NO₃⁻, ...).

L'agitateur : C'est appareil qui homogène bien comme il faut le mélange des solutions à prépare.

IV.5.2. Produits utilisés :

produit	Formule	Propriétés physique-chimique
acide ascorbique	Formule brute : C ₆ H ₈ O ₆ 	M : 176.1g/mol.PKa : 4.1 Solubilité : 333g/l. T°:190 à 192°C
Acide citrique	Formule brute : C ₆ H ₈ O ₇ 	M : 192,1235 ± 0,0075 g/mol PKa : 3,3 /4,6 / 6,40 T° _f : (153 °C) T° _e : Soluble dans l'eau 592 g·l-1 à 20 °C). ρ : 1,665 g·cm ⁻³ (20 °C)
Silicate de sodium	Formule brute Na ₂ SiO ₃ 	D : 122,0632 ± 0,0012 g/mol T° _f : 1 089 °C,ρ : 2,6 g/cm ³

IV.5.3. Préparation des solutions :

Préparation d'Acide citrique

- Détermination de masse Acide citrique (5 % *100) /99 = 5.05 mg

Masse réelle = masse d'acide /pureté

- Détermination du volume de l'Acide citrique

$$\% \text{acide} = \frac{\text{masse d'acide}}{\text{volume eau}} \times 100 \rightarrow \text{masse d'acide} = \% \text{acide} \times \text{volume eau} / 100$$

$$\text{Volume acide} = \frac{\text{masse réelle}}{\rho} \quad \text{avec } \rho = 1,67\text{g/ml}$$

Préparation d'Acide ascorbique

- Détermination la masse Acide ascorbique (5 % *100) /99,7= 5.01 mg

Volume eau = 44ml

- Détermination du volume de l'Acide ascorbique

$$\% \text{acide} = \frac{\text{masse d'acide}}{\text{volume eau}} \times 100 \rightarrow \text{masse d'acide} = \% \text{acide} \times \text{volume eau} / 100$$

$$\text{Volume acide} = \frac{\text{masse réelle}}{\rho} \quad \text{avec } \rho = 1,69\text{g/ml}$$

Préparation des solutions de silice activée

Volume eau = 110ml

- Détermination de volume de silicate de sodium

Masse volumique = 1.37g/ml

Pureté = 37%

Volume eau = 110 ml

Silicate de sodium = 4 %, 5%

Les pourcentages de silice activée

4 % de silicate avec : 1,8%-2% acide citrique.

4 % de silicate avec : 1,8%-2% acide ascorbique.

5 % de silicate avec : 1,8%-2% acide citrique.

5 % de silicate avec : 1,8%-2% acide ascorbique.

Calcul des mesures

- Pour 4 % silicate + 1,8 % acide citrique : $(1,8 \% * 43) / 100 = 0,77/1,67 = 0,46$ ml.
- Pour 4 % silicate + 2 % acide citrique : $(2 \% * 43) / 100 = 0,86/1,67 = 0,51$ ml.
- Pour 4 % silicate + 1,8 % acide ascorbique : $(1,8 \% * 43) / 100 = 0,77/1,69 = 0,45$ ml.
- Pour 4 % silicate + 2 % acide ascorbique : $(2 * 43) / 100 = 0,86/1,69 = 0,50$ ml.
- Pour 5 % silicate + 1,8 % acide citrique : $(1,8 * 43) / 100 = 0,77/1,67 = 0,46$ ml.
- Pour 5 % silicate + 2 % acide citrique : $(2 \% * 43) / 100 = 0,86/1,67 = 0,51$ ml.
- Pour 5 % silicate + 1,8 % acide ascorbique : $(2 \% * 43) / 100 = 0,77/1,69 = 0,45$ ml.
- Pour 5 % silicate + 2 % acide ascorbique : $(2 \% * 43) / 100 = 0,86/1,69 = 0,50$ ml.

Remarque : Nous avons utilisé ces valeurs pour le volume de 350 ml

IV.6. Caractérisation des eaux usée :

Les caractérisations d'un échantillon d'eau usée prélevée à la sortie du bac tampon sont regroupées dans le tableau suivant :

Tableau IV-1 : les caractéristiques d'un échantillon d'eau usée

pH	6,26
T (°C)	32.9
DCO (mg/l)	430
DBO5 (mg/l)	180
MES (mg/l)	329
NO₂ (mg/l)	0,129
NO₃ (mg/l)	0
Turbidité (ntu)	271
Les hydrocarbures HC (ppm)	112

Références Bibliographiques

Chapitre V. Références bibliographiques

- [1] B.Aoun-Sebaiti,A.Hani,L.Djabri,H.Chaffai, I.Aichouri,N.Boughrira,J.Desalination and Water Treatment, 52 : 10-12 (2014) 2114-2119.
- [2] A.Hannachi,R.Gharzouli,Y.Djellouli Tabet,A.Daoud. J.Fundamental and Applied Sciences, 8: 3 (2016) 919-944.
- [3] A. Hamlat,M. Errih,A. Guidoum,J. Arabian Journal of Geosciences,6(2013)2225– 2236.
- [4] M.Irandoust,A.S.Tabriz,K.S.Tabriz,M.R.Forghani,J.Fundamental and Applied Sciences, 8: 2S (2016) 337-358.
- [5] R.Harder,G.M.Peters,S.Molander,N.J.Ashbolt,M.Svanstrom,J.Journal of lifecycle assessment, 21: 1 (2016) 60-69.
- [6] Bouchaala.L,Charchar.N,Gherib.A.E,Algerian journal of arid environment,7:1(2017) 84-95.
- [7] Zhentong Wang,Zhiqiang Gong,Zhenbo Wang,Peiwen Fang,Dong Han, Thermochimica Acta, 663 (2018), 137-144.
- [8] Szymon Sobek,Sebastian Werle,Renewable Energy,153(2020)962-974.
- [9] K.Bibby,J.Peccia,J.Environmental science & technology,47:4(2013) 45-51.
- [10] S. Lahsaini, M. Chatoui, A. Aguelmous, L. El Fels, L. Idrissi, S. Souabi, M. Zamama, M. Hafidi,,J.Scientific Study & Research Chemistry & Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry, 17 : 2 (2016) 139 – 149.
- [11] M.A. AbdEl-Mongy, M.S. Shukor, S. Hussein, A.P.K. Ling, N.A. Shamaan, M.Y. Shukor, J. Scientific Study & Research Chemistry & Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry, 16: 4 (2015) 353 – 369.
- [12] S.Lahsaini,L. Idrissi,S.Souabi,L.ElFels,A.Aguelmous,J.Scientific Study & Research Chemistry & Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry,17:1 (2016) 001– 011.
- [13] P.S.Hooda,D.McNulty,B.J.Alloway, M.Aitken,J.Sci.Food Agric,73(1997)446– 454.Nedjimi,M.Toumi,J.Roum.Chim.61(2016)11-12.
- [14] H.Sahraoui,R.Attia,H.Hamrouni,M.Hachicha,J.Journal of Fundamental and Applied Sciences, 8: 1 (2016) 101-114. O.Mokhtari,B.
- [15]E.Paul,P.Camacho,M.Sperandio,P.Ginestet,J.Process Safety and Environmental Protection, B4 (2006) 247-252

- [16] Gaid A, (1984), «Épuration biologique des eaux usées urbaines et omel», édition OPU, Alger.
- [17] N. Benkhoubi, S. Saber, A. Lebkiri, E. Irifi, E. Fahime, J. Journal of Fundamental and Applied Sciences, 8: 2 (2016) 438-451.
- [18] Richarde C, (1996), *les eaux les bactéries; les hommes et les animaux*; Edition Elsevier ; Paris, P138.
- [19] Regsek F, (2002), *analyse des eaux, aspects réglementaire et techniques*, Editions créer C RDP A quitaine. Bordeaux.
- [20] Gérard Calvat « les réseaux et l'assainissement »
- [21] Guide Technique de l'assainissement 2ème édition.
- [22] D. Afir , « application et dimensionnement d'un procédé de Coagulation floculation pour le traitement des eaux résiduaires de la papeterie de Baba Ali », Mémoire d'ingénieur, école nationale de polytechnique ,1984.
- [23] F. Galaf, S. Ghanna, « Contribution à l'élaboration d'un manuel et d'un site web sur la pollution du milieu marin », Mémoire d'ingénieur d'état ,2003.
- [24] I. Chabni, « Etude de la propagation des polluants dans les eaux souterraines », Thèse de doctorat, Ecole nationale supérieure de l'hydraulique Blida, 2005.
- [25] B. Abdallah, « Contribution à l'étude de la qualité d'oued el hammam wilaya de Guelma » ,2016.
- [26] H. Hezzat, « Etude critique des différents moyens de dépollution et de prévention contre la pollution des eaux et des sols », Thèse de doctorat.
- [27] C. Bliefert, R. Perraud, « Chimie de l'environnement: air, eau, sols, déchets », De Boeck supérieur ,2007.
- [28] *Traité de l'environnement, Technique de l'ingénieur, Volume G1210.*
- [29] G. Abdelkader 1984 Tom 1 « épuration biologique des eaux usées »
Les matières en suspension MES
- [30] Pollution due aux hydrocarbures : « informations peu fiables » sur l'ampleur des déversements de Shell et Eni au Nigéria
- [31] https://www.encyclopedie-environnement.org/app/uploads/2017/08/Phosphore-eutrophisation_couverture.jpg
- [32] ME. Sahnoun, « Epuration des eaux usées du centre culturel islamique sidi Okba par un filtre de

macrophyte», Mémoire de master en hydraulique, Option hydraulique urbaine, Université Mohamed Khider Biskra, 2015.

[33] Mizi A, (2006),

Traitement des eaux de rejets d'une raffinerie de corps gras région de BEJAIA et valorisation des déchets oléicoles. Thèse de doctorat. Université de Badji Mokhtar. ANNABA.

[34]

Alain Botta, Laurence Bellon, (2001) Pollution de l'eau et santé humaine. Laboratoire de biogénotoxicologie et mutagenèse environnementale. Université Euro Méditerranée TEHYS

[35] Duguet J-P ; Bernazeau F ; Cleret D ; Gaid A ; Laplanche A ; Moles J, Monteil A ; Riou G ; Simon P, (2006), Réglementation et traitement des eaux destinées à la consommation humaine, 1^{ère} édition.

[36] Vaillant JR, (1974)

Perfectionnement et nouveauté pour l'épuration des eaux résiduaires : eaux usées urbaines et eaux résiduaires industrielles, Edition, Eyrolles, Paris,

[37] Benjamin Batiot, Étude et modélisation de la cinétique de décomposition thermique des matériaux solides. Application à la dégradation du bois en cas d'incendie, thèse de doctorat, 19 septembre 2014, université Poitiers, France.

[38] W. Cheurfi, H. Bougherara, B. Kebabi, J. Scientific Study & Research Chemistry & Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry, 17 (2016) 27-34.

[39] N.T. Hieu, B.K. Lee, J. Atmospheric Research, 98 (2010) 2-4.

[40] R. Fernández-Camacho, S. Rodríguez, J. De la Rosa, A.M. Sánchez de la Campa, A. Alastuey, X. Querol, Y. González-Castanedo, I. Garcia-Orellana, S. Nava, J. Atmospheric Environment, 61 (2012) 507-517.

[41] A.S. Oliveira, A. Bocio, T.M. Beltramini Trevilato, A.M. Magosso Takayanagui, J.L. Domingo, S.I. Segura-Muñoz, J. Environmental Science and Pollution Research-International, 14: 7 (2007) 1614-7499.

[42] M.E.A. Bendaha, B. Meddah, H.A. Belaoui, M. Mokhtar, A. Tirtouil, J. Journal of Fundamental and Applied Sciences, 8 (2016) 1146-1165.

[43] H.W. Mielke, J. Environmental Geochemistry and Health, 38 (2016) 987-999.

[44] Metahri

Mohammed Saïd, (2012), Élimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées par des procédés mixtes. Cas de la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzo.

[45] Yahlatene S, Tahirim El Tladj, (2011), «

Réflexions sur la caractérisation physico-chimique, des effluents liquides rejetés dans

la grande sebkha d'Oran », mémoire d'ingénieur, université des sciences et de la technologie d'Oran.

[46] study on demulsifier formulation for treating malysian crude oil emulsion, Associate professor De HANAPI Binmat., Dr ARIFFIN Samuri.

[47] BOEGLIN JC, Traitements physico-chimiques de la pollution insoluble Techniques de l'Ingénieur, traité Environnement.

Conclusion générale

Des recherches approfondies ont été menées sur les eaux usées municipales contenant des colorants pour les traiter avant de les rejeter dans le milieu naturel. Éliminer le colorant de la solution. L'adsorption de solutions aqueuses sur divers matériaux solides, charbon actif, bentonite a fait l'objet de nombreux travaux. Dans les stations d'épuration, le traitement des eaux usées municipales produit de grandes quantités de boues, qui sont ensuite éliminées dans des décharges.

Nos travaux de recherche s'appuient sur des recherches physiques et chimiques et Analyse minérale des boues résiduaires générées par les stations d'épuration ville de Sidi aissa, visant à valoriser les adsorbants dans le secteur de l'adsorption Colorants, avantages économiques du programme C'est indéniable. D'une part, la mise en décharge des résidus peut être évitée et transformée en D'autre part, des substances bénéfiques.

En premier lieu, nous avons caractérisé la boue en vue de les valoriser à l'épandage agricole. Les boues ne peuvent pas être épandus si elles contiennent des pourcentages élevés des micropolluants. Les éléments traces métalliques sont les principaux micropolluants dans la composition des boues. Les résultats d'analyses par fluorescence X ont montré que la boue contiennent des pourcentages élevés des éléments traces métalliques. La boue de la station d'El Eulma est contaminée par le chrome, le cuivre et le zinc. La diffraction des rayons X nous a permis de déterminer quelques phases cristallines présentes dans la boue. Principalement le carbonate de calcium, le dioxyde de silicium et l'oxyde d'aluminium sont présents dans la boue. Ces boues ne peuvent pas être épandus directement sur les sols.

L'ensemble des résultats obtenus peuvent être considérés comme une voie de caractérisation avant choisir le domaine adéquat pour la valorisation des boues En perspective, nous envisagerons d'étudier la possibilité de minimiser le taux des micropolluants dans les boues. Ainsi que l'extraction des composants bénéfiques à partir des boues tel que le phosphore.