



RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE et POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي



MINISTÈRE de l'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR et de la RECHERCHE SCIENTIFIQUE

جامعة بادجي مختار عنابة

UNIVERSITÉ Badji Mokhtar Annaba

Faculté des Sciences et de la Technologie

كلية العلوم والتكنولوجيا

DÉPARTEMENT HYDRAULIQUE

SPÉCIALITE : HYDRAULIQUE URBAINE

# MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

En vue de l'obtention du diplôme de Master en hydraulique urbaine

## THÈME

**Analyse des anomalies et redimensionnement de la STEP  
de la Wilaya de SKIKDA**

Présenté par : - Labbaci Haytem

- Boumenkar Tarek

Devant le jury :

Ouerdachi Lahbassi	Professeur	Université Badji Mokhtar - Annaba	Président
Meksoauine Mohamed	Professeur	Université Badji Mokhtar - Annaba	Encadrant
Moussaoui Moufida	Maître de conférences B	Université Badji Mokhtar - Annaba	Examineur

Année universitaire 2018/2019

# Remerciement

*Je remercie messieurs Mostapha Adjaj, chef de station de la Wilaya de Skikda de m'avoir accompagné durant tous la réalisation de mon mémoire, aussi son staff.*

*Je remercie, également, mon encadrant M. Meksaouine Mohamed, directeur de laboratoires sols et hydraulique, et tous les enseignants du département d'hydraulique pour leurs conseils avisés*

*Je remercie aussi toute m'a famille y compris mon père Labbaci Mansour et ma mère Labbaci Souad pour m'avoir attribué une atmosphère de travail prospère et propice à mes études.*

**Merci**

## ملخص

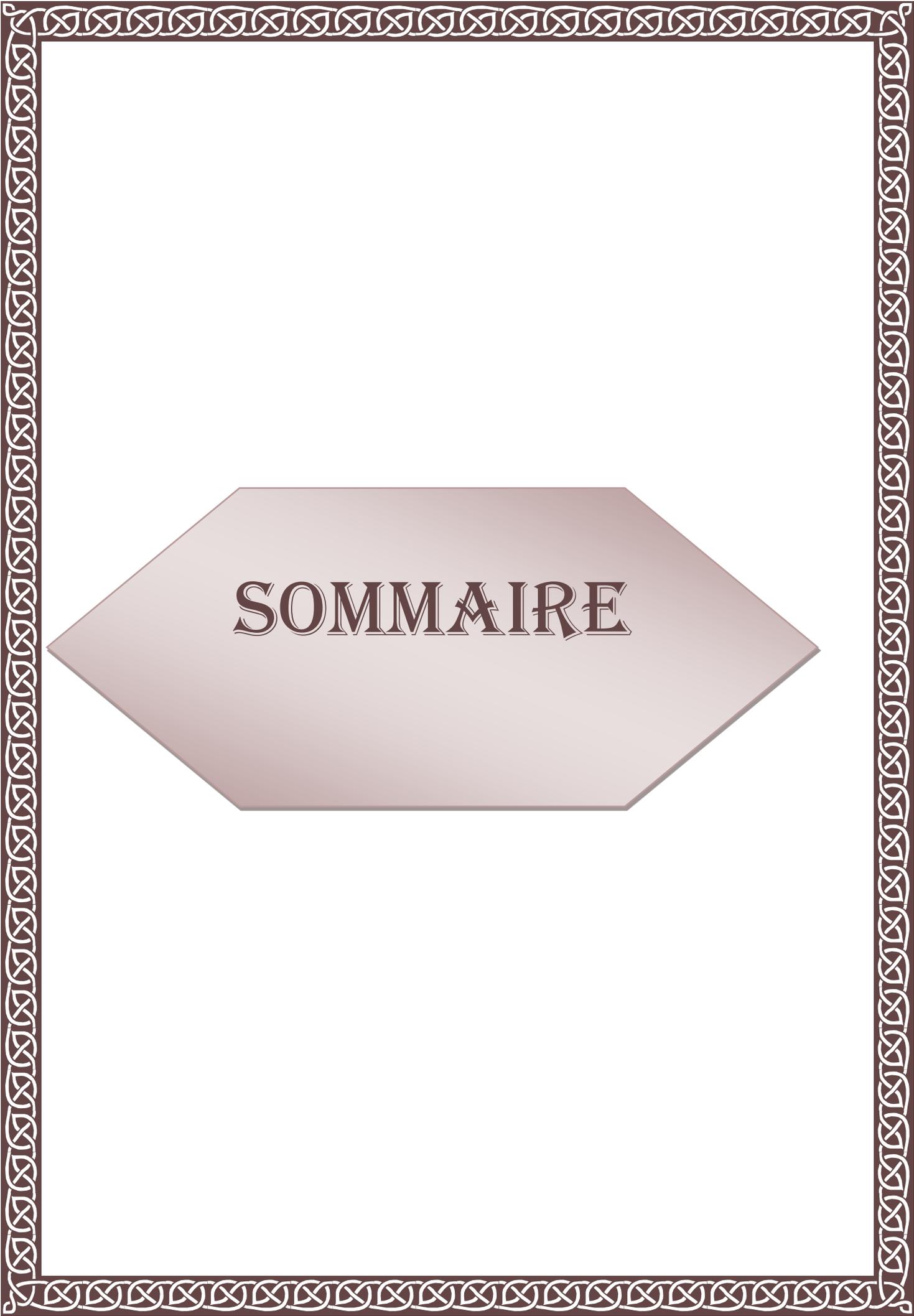
كجزء من مشروع تغيير حجم محطة معالجة مياه الصرف الصحي في سكيكدة وتطوير قنوات الاستفادفة من حمأة مياه الصرف الصحي ، سوف ندرس قطاع معالجة المياه في المحطة لزيادة قدرتها. العلاج وأداء تنقية لها. تغيير حجم المحطة ضروري لتلبية هذه الاحتياجات ، وكذلك العمل المتوقع.

## *Résumé*

Dans le cadre du projet de groupe de redimensionnement de la STEP de SKIKDA et de développement de filières de valorisation des boues d'épuration, On se chargera de l'étude de la filière de traitement de l'eau de la station dans l'objectif d'augmenter ses capacités de traitement et ses performances épuratoires. Le redimensionnement de la station est nécessaire pour assouvir ces besoins, ainsi que des travaux sont à prévoir.

## *Abstract*

As part of the project to resize SKIKDA's WWTP and develop sewage sludge beneficiation streams, we will study the station's water treatment sector in order to increase its processing capacities and its purification performances. The resizing of the station is necessary to satisfy these needs, as well as work is to be expected



# SOMMAIRE

## **CHAPITRE I**

I-1 / Introduction	2
I-2 / Les sources des eaux usées	2
I-2-1 / La pollution domestique :	2
I-2-2 / La pollution industrielle :	2
I-2-3 / La pollution agricole :	2
I-2-4 / La pollution des eaux pluviales :	2
I-3 / Composition et caractéristiques des eaux usées	3
/ Composition des eaux usées :	3
/ Caractéristiques des eaux usées :	3
I-3-2-1 / Caractéristiques physiques :	4
I-3-2-2 / Caractéristiques chimiques :	5
f / Phénols, pesticides et produits chimiques agricoles : les	6
j / Demande biologique en oxygène : La demande biologique en	7
I-3-2-3 / Caractéristiques biologiques :	8
I-4 / Les filières de traitement des eaux usées	9
I-5/ Les principaux procédés de traitement biologiques	10
I-5-1 / Les Bio filtres :	10
I-5-2 / Les Lits bactériens :	11
I-5-3 / Les Disques biologiques :	11
I-5-4 / Les Boues activées :	11
I-5-5 / Le lagunage naturel :	11
I-6/ Choix de la filière d'épuration biologique	12
I-7/ Conclusion	13

## **CHAPITRE II**

1	Introduction	14
2	Inclus dans l'eau usée	14
3	Système de traitement des eaux usées	15
3.1	Composants éliminés	15
3.1.1	Demande biochimique d'oxygène	15
3.1.2	Nitrates et phosphates	15
3.1.3	Agents pathogènes	15
3.1.4	Métaux	15

3.1.5	Solides en suspension	16
3.1.6	Solides dissous	16
3.1.7	Produits chimiques synthétiques	16
4	L'arrivée des eaux usées dans les ouvrages de traitement	16
4.1	Le traitement primaire	18
4.2	Le traitement secondaire	18
4.2.1	Le traitement biologique	18
4.2.2	Les traitements physico-chimiques	19
4.3	Le traitement tertiaire	19
4.4	Le traitement des boues	20
4.4.1	L'Epaississement	20
4.4.3	Le séchage	21
4.5	Destinations des boues	23
5	Le contrôle de l'exploitation	25
6	La réutilisation des eaux usées	26

### **CHAPITRE III**

1	INTRODUCTION	27
2	Présentation de la station d'épuration de SKIKDA :	27
2.1	Population	28
3	Objectif de traitement /objectif de la SETP de Skikda :	30
4	Estimation du débit des eaux à épurer	31
5	-Les différentes étapes d'épuration des eaux usées (Station de Skikda) :	31
6	Principe de traitement de la STEP :	33
6.1	Principe du traitement adopté :	33
6.2	Description sommaire de la station	33
6.2.1	Bassin de réception	33
6.2.2	Prétraitement et traitement primaire	33
6.2.3	Traitement biologique	33
6.2.4	Désinfection des eaux épurées	33
6.2.5	Traitement des boues	33
6.2.6	Les by-pass	34
7	Filière de traitement	34
7.1	Traitement des eaux	34

7.2	Traitement des boues	35
8	Filière d'eaux :	37
8.1	Prétraitement :	37
8.1.1	Dégrillage grossier :	37
8.1.2	Dégrillage fin	38
7-1-3		39
8.1.3	Traitement des sous –produits	40
8.1.3.1	- Traitement des refus de dégrillage	40
8.1.3.2	Traitement des graisses	40
8.1.3.3	Traitement des sables	41
8.2	Décantation primaire	41
8.3	Traitement Biologique :	42
8.3.1	Bassin d'aération	43
8.4	Dégazage :	44
8.5	Clarification	45
8.6	Postes de recirculation et d'extraction	46
8.7	Désinfection :	47
8.8	By-pass	49
9	Filière boues	49
9.1	Stabilisations aérobies	49
9.2	Epaississement statique	50
9.3	Déshydratation par lits de séchage	51
10	Les sous-produits issus de l'épuration :	52

## **CHAPITRE IV**

1	INTRODUCTION	53
2	DEFINITION DES BOUES	53
3	VALORISATION DES BOUES	54
3.1	En agriculture	54
3.2	En incinération	55
4	Traitement des boues	57
4.1	La concentration	57
	Épaississeur	57
	Flottateur	57

Grille d'égouttage	57
Tambour d'égouttage	58
4.2 La stabilisation	58
4.3 Le conditionnement	59
4.4 La déshydratation	59
4.5 Le séchage	61

## **CHAPITRE V**

1 Introduction	62
2 Anomalies	62
3 Résultats d'analyse	63
4 Les rejets non intercepter	65
5 Problème rencontré	66
5.1 Dégrillage	66
5.2 Dessableur déshuileur	66
5.3 Décanteur primaire	66
5.4 Bassin biologie	66
5.5 Dégazeur	66
5.6 Clarificateur	66
5.7 Pompe d'extraction et recirculation des boues	67
6 Boue activé faible	67
6.1 Bassin de contact	67
6.2 Bassin de stabilisation	67
6.3 Epaisseur et lit de séchage des boues	67

## **CHAPITRE VI**

1 Résumé	69
2 Solution : By-Pass le décanteur primaire	69
3 Calcul des débits et des charges polluantes	71
3.1 Calcul des débits	71
3.2 Calcul des charges polluantes :	73
3.3 Calcul des quantités de matières éliminées par le dessableur :	74
3.4 Dimensionnement du bassin d'aération à l'horizon 2035 :	75

3.5	Dimensions de bassin :	76
3.6	Besoins en oxygène :	78
3.7	Besoin réel en pointe en oxygène	80
3.8	Calcul des caractéristiques de l'aérateur	81
3.8.1	Calcul de la puissance de l'aération nécessaire ( $E_n$ ).	81
3.8.2	Calcul du nombre d'aérateur :	82
4	Bilan des boues :	82
4.1	Calcul de la quantité des boues en excès :	82
4.1.1	Concentration de boues en excès :	83
4.1.2	Le débit de boues en excès :	83
4.1.3	Le débit spécifique par $m^3$ de bassin :	83
4.2	Le débit des boues recyclées :	84
4.3	Le débit des boues recyclées :	84
4.4	Age des boues :	85
5	Calcul du clarificateur	86
6	Analyse et comparaison	87
7	CONCLUSION	88

Conclusion générale



LISTE DES  
FIGURES

Tableau	Titre	Page
	Principales chaînes de traitement des eaux usées	10
1	System épuration boue activé	17
2	Lits de séchage	22
3	Épandage agricole	24
4	Destination eau usée, irrigation	26
5	Carte géographique de la wilaya de Skikda	27
6	Schéma de Fonctionnement de la station D'épuration des eaux usées	32
7	Schéma de la filière de traitement des eaux	35
8	Schéma de la filière de traitement des boues	36
9	Prétraitement	37
10	Dégrillage fin	38
11	Dessablage –Désuilage	39
12	Classificateur à sable	10
13	Bassin d'aération avec les turbines en marche	41
14	Bassin d'aération avec les turbines en arrêt	44
15	Dégazeur de la STEP	45
16	Un clarificateur de la STEP	46
17	Recirculation et extraction des boues	47
18	Bassin de Désinfection de la STEP	48
19	Rejet vers Oued Safsaf	48
20	: Schéma présentant les différents by-pass de la STEP	49
21	Epaississeur de la STEP	51
22	Les bennes à ordure	53
23	Incinérateur à four rotatif	55
24	Flotteurs avec racleur en surface	57
25	Grille d'égouttage des boues	58
26	Boue en sortie de centrifugeuse	59

27	Filtre a bande	60
28	Bride dessableur déshuileur	69



LISTE DES  
TABLEAUX

## LISTE DES TABLEAUX

	Titres du tableau	Page
1	Composition typique d'eau usée domestique	3
2	Caractéristiques et sources des eaux usées	8
3	: Les avantages et les inconvénients de différentes filières de traitement biologique des eaux usées	12
4	: Le principal paramètre est celui des matières organiques	27
5	Population aux différents horizons	33
6	Les charges théoriques de dimensionnement de la STEP de Skikda	34
7	: La concertation maximale à atteindre en sortie de la STEP	35
8	Estimation des débits des eaux à épurer	36
9	: potentiel hydraulique	
10	: conductivité	
11	Oxygène dissous	
12	Température	
13	Matières en suspensions	
14	Demande biochimique en oxygène DBO5	
15	Rejets non raccordés et leurs débits estimés	
16	Charges polluante	
17	Débits et charges polluantes	
18	Dimensionnement Bassin d'aération	
20	Décanteur secondaire	



## **LISTE DES ABREVIATION**

STEP : Station d'Épuration des eaux usées.

ONA : Office National de l'Assainissement.

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

FAO : Les normes de l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture.

EB : Entrée brute.

EE : Eau Epurée.

Ph : potentiel Hydrogène.

MES : Matière en suspension.

DBO : Demande Biologique en Oxygène.

DCO : Demande Chimique en Oxygène.

COT : Carbone Organique Totale.

NTK : Azote totale.

T°C : Température.

PT : Phosphate Totale.

PO<sub>4</sub>-3: Ortho-Phosphate.

NO<sub>2</sub>-: Nitrite.

NO<sub>3</sub>-: Nitrate.

NH<sub>4</sub><sup>+</sup>: Ammonium.

O<sub>2</sub>: Oxygen.

CE : conductivité électrique

## INTRODUCTION GENERALE

La protection de l'environnement comprend toutes les mesures propres à sauvegarder la santé des hommes, des animaux et des plantes, en prévenant toute pollution ou altération de l'air, du sol, des eaux superficielles et souterraines et en évitant l'enlaidissement du paysage.

Dans un monde où la demande en eau douce augmente sans cesse, et où les ressources en eau limitées subissent de plus en plus des contraintes du fait de la surexploitation, de la pollution et des changements climatiques, il est tout simplement impensable de négliger les opportunités qu'offre l'amélioration de la gestion des eaux usées. Telle est la conclusion du Rapport mondial sur la mise en valeur des ressources en eau 2017, qui souligne l'importance capitale de l'amélioration de la gestion des eaux usées pour notre futur commun.

Conserver nos habitudes actuelles revient à favoriser l'aggravation des négligences qui sont déjà considérables. D'après les estimations, bien plus de 80 % des eaux usées à travers le monde (plus de 95 % dans certains pays en développement) sont rejetées dans l'environnement sans traitement. Les conséquences sont alarmantes. La pollution de l'eau s'aggrave dans la plupart des fleuves d'Afrique, d'Asie et d'Amérique Latine. En 2012, plus de 800 000 décès à travers le monde étaient causés par une eau potable contaminée, des installations de lavage de mains inadéquates et des services d'assainissement inappropriés. Dans les mers et les océans, les zones mortes désoxygénées causées par la décharge des eaux usées non traitées augmentent à un rythme soutenu, affectant environ 245 000 km<sup>2</sup> d'écosystèmes marins, ce qui a un impact sur la pêche, les moyens de subsistance et les chaînes alimentaires.

Le Rapport mondial des Nations Unies sur la mise en valeur des ressources en eau 2017 montre que la gestion améliorée des eaux usées implique aussi bien la réduction de la pollution à la source que l'élimination de contaminants des flux d'eaux usées, la réutilisation des eaux récupérées et la récupération de sous-produits utiles. Ensemble, ces quatre actions entraînent des avantages sociaux, environnementaux et économiques pour la société dans son intégralité, et contribuent au bien-être général et à la santé, ainsi qu'au développement durable.

C'est pour cela que l'ONA assure pour le compte de l'Etat, la maîtrise d'ouvrage et d'œuvre déléguée concernant les projets d'études, de réalisation, de réhabilitation, de diagnostics de stations d'épuration, de réseaux d'assainissement et de collecte d'eau pluviale ainsi que des stations de relevage qui assurent une protection de l'environnement et de la santé publique parallèle au développement urbain rural et à la croissance démographique

En fait, la mission de cet organisme, créé en 2001 et opérationnel depuis 2003, consiste en la protection de l'environnement hydrique et ce, par l'exploitation des stations d'épuration (L'Algérie profonde / Actualités).



---

*CHAPITRE I*

*LES EAUX USEES*

---

### ***I-1 / Introduction***

Les eaux usées sont une mixture diluée provenant de différents rejets à savoir : résidences, commerces, industries et autres places publiques.

Avant le choix d'une filière de traitement, il est essentiel de connaître sa composition, qualité et caractéristiques de ces eaux usées.

A travers ce chapitre, nous essayerons d'offrir un aperçu général sur la provenance, les caractéristiquement ainsi que le traitement des eaux usées.

### ***I-2 / Les sources des eaux usées***

Nous distinguons quatre grandes catégories d'eaux usées :

- Les eaux domestiques ;
- Les eaux industrielles ;
- Les eaux agricoles ; - Les eaux pluviales.

#### ***I-2-1 / La pollution domestique :***

Les eaux usées domestiques se composent :

- Des eaux vannes d'évacuation des toilettes ;
- Des eaux ménagères d'évacuation des cuisines, des salles de bain,

Les polluants présents dans ces eaux sont constitués par des matières organiques dégradables, des matières minérales, et des germes pathogènes.

#### ***I-2-2 / La pollution industrielle :***

Les caractéristiques de ces eaux sont directement liées au type d'industrie concernée.

Une épuration commune des eaux usées industrielles avec les eaux domestiques peut s'envisager à condition que la nature des pollutions soit identique et exempte de substances toxiques.

#### ***I-2-3 / La pollution agricole :***

En milieu rural, les pluies provoquent le lessivage des terres agricoles, entraînant engrais et pesticides vers les cours d'eau ou les nappes. Elles ont un caractère fertilisant très important.

#### ***I-2-4 / La pollution des eaux pluviales :***

Ces eaux peuvent être fortement polluées, en particulier en début de pluie, du fait :

- a) De la dissolution des fumées dans l'atmosphère ;
- b) Du lavage des chaussées grasses et des toitures chargées de poussière ;
- c) Du lessivage des zones agricoles.

Les polluants présents dans ces eaux peuvent être des matières organiques biodégradables ou non, des matières minérales dissoutes ou en suspension, ou des éléments toxiques.

### *I-3 / Composition et caractéristiques des eaux usées*

#### */ Composition des eaux usées :*

La composition ou la constituant des eaux d'égout dépend en grande partie de la source de laquelle proviennent ces eaux. Elle peut être classifié comme forte, moyenne et faible, suivant la concentration de ses constituants (tableau I-1)

**TAB I-1 :** Composition typique d'eau usée domestique

Constituants	Concentration		
	Forte	Moyenne	Faible
1. Solides : Total (mg/l)	1200	720	350
Dissous, total (mg/l)	850	500	250
Fixe (mg/l)	525	300	145
Volatil (mg/l)	325	200	105
Suspendu, total (mg/l)	350	220	100
Fixe (mg/l)	75	55	20
Volatil (mg/l)	275	165	80
2. Solides capables de stabilisation (mg/l)	20	10	5
3. Demande biochimique en oxygène (DB0 <sub>5</sub> , 20°C) (mg/l)	400	250	110
4. Carbone organique total (COT) (mg/l)	290	160	80
5. Demande chimique en oxygène (DCO) (mg/l)	1000	500	250
6. Azotes : Total Organique (mg/l)	85	40	20
Ammoniaque libre (mg/l)	35	15	8
Nitrites (mg/l)	50	25	12
Nitrates (mg/l)	0	0	0
(mg/l)	0	0	0
7. Phosphore : Total (mg/l)	15	8	4
Organique (mg/l)	5	3	1
Minéral (mg/l)	10	5	3
8. Chlorures (mg/l)	100	50	30
9. Alcalinité (CaCO <sub>3</sub> ) (mg/l)	200	100	50
10. Graisse (mg/l)	150	100	50

#### */ Caractéristiques des eaux usées :*

Les caractéristiques ou les propriétés des eaux usées peuvent être classifiés suivant :

**I-3-2-1 / Caractéristiques physiques :**

**a / Couleur :** Les eaux d'égout domestiques fraîches sont *grises*,

Ressemblant en quelque sorte à une solution faible de savon. Au fil du temps, pendant que la putréfaction commence, elles commencent à devenir noires. La couleur des eaux d'égout septiques est plus ou moins noire ou foncée.

La couleur des eaux usées industrielle dépend du procédé chimique utilisé dans les industries. Les eaux résiduaires industrielles, une fois mélangées aux eaux d'égout domestiques, peuvent également altérer la couleur.

**b / Odeur :** Les eaux d'égout fraîches normales ont une odeur de moisi qui n'est normalement pas gênante, mais après un délai de 3 ou 4 heures, tout l'oxygène dissous présent dans les eaux d'égout est épuisé et il commence à se dégager une mauvaise odeur due au sulfure d'hydrogène et à d'autres composés de soufre produits par les micro-organismes anaérobies.

**c / Température :** Généralement, la température des eaux usées est plus élevée que celles des eaux potables, en raison de l'ajout d'eaux chaudes des ménages et des industries.

Le changement de température affecte l'eau usée des manières suivantes :

- a) Quand la température augmente, la viscosité augmente ce qui a pour conséquence de précipiter les matières en suspensions. Les températures extrêmement basses affectent défavorablement l'efficacité de la sédimentation.
- b) L'activité bactérienne augmente avec l'augmentation de la température, jusqu'à environ 60°C, après cette température, elle retombe. Cette caractéristique a pour effet d'affecter la conception des stations de traitements et leur efficacité.
- c) La solubilité des gaz dans les eaux usées diminue avec l'augmentation de la température. Ceci conduit au dégagement de l'oxygène dissous et d'autres gaz de ces derniers, et la réduction, de ce fait, du pouvoir d'autoépuration des rejets et l'augmentation de la croissance bactérienne.

**d / Turbidité :** La turbidité des eaux usées dépend de la quantité des matières en suspensions. L'essai de turbidité est employé pour indiquer la qualité de matière colloïdale. La turbidité dépend de la concentration des eaux d'égout ou des eaux résiduaires. Plus forte est sa concentration, plus grande est sa turbidité.

**e / Matières en suspension :** Les eaux d'égout contiennent normalement 99.9 % d'eau et 0.1 % de solides. Analytiquement, la matière en suspension (MES) d'une eau usée est définie comme toute matière qui demeure après un étuvage à 105 °C. La matière en suspension est présente sous trois formes différentes :

1. Colloïdale ;
2. En suspension ; 3. dissoutes.

Elles peuvent ainsi être classés comme :

(a) matières fixes ; (b)  
matières volatiles.

Les matières fixes sont généralement classées comme minéraux tandis que les matières volatiles représentent la matière organique.

### **I-3-2-2 / Caractéristiques chimiques :**

**A / Le potentiel hydrique (PH) :** Il exprime le degré d'acidité ou d'alcalinité des eaux usées. Ce paramètre joue un rôle primordial :

- Dans les propriétés physico-chimiques (acidité, agressivité) ;
- Dans les processus biologiques, dont certains exigent des limites de pH très étroites se situent entre 6,5 et 8,5 (unité PH).

La détermination de la valeur du pH des eaux d'égout est importante puisque certains modes de traitement sont sensibles à la valeur du pH pour leur fonctionnement.

Parfois, la chaux est ajoutée pour créer l'état alcalin.

**b / Teneur en chlorures :** Les chlorures sont des sels minéraux et, en conséquence, ne sont pas affectés par les interactions biologiques des eaux d'égout. Les eaux usées reçoivent environ 6 g de chlorures par personne par jour. Les adoucissants ajoutent également de grandes quantités de chlorures.

De grandes quantités de chlorures peuvent également provenir des industries.

**c/ Teneur en azote et en phosphore :** Les teneurs en azote et en phosphore sont également des paramètres très importants. Les rejets excessifs de phosphore et d'azote contribuent à l'eutrophisation des lacs et des cours d'eau.

Ce phénomène se caractérise par la prolifération d'algues et la diminution de l'oxygène dissous, ce qui appauvrit la faune et la flore des eaux superficielles (cours d'eau, lacs, etc.).

**d / Teneur en graisse et en huile :** Les graisses et les huiles proviennent essentiellement des cuisines ; elles peuvent avoir aussi pour origine certaines industries, garages, ateliers... etc. Les graisses et les huiles flottent au dessus de l'eau et ne se sédimentent pas, obstruent souvent les conduites en hiver et les filtres. Ils gênent ainsi le fonctionnement des installations de traitement et posent des problèmes d'entretien. Les graisses sont parmi les molécules organiques les plus stables et ne sont pas facilement décomposées par les bactéries.

C'est pour cette raison qu'il est nécessaire de détecter et retirer ces derniers de l'affluent à l'entrée des stations de traitement.

**e/ Agents tensio-actifs** : Les agents tensioactifs viennent principalement des détergents synthétiques. Ceux-ci sont déchargés des salles de bains, cuisines, machines à laver etc. Les agents tensioactifs sont de grandes molécules organiques qui causent des problèmes dans le traitement des eaux résiduaires.

L'Alkyl-benzène-sulfonate (ABS), un type d'agent tensioactif utilisé généralement dans les détergents synthétiques, est plus entravant au traitement des eaux usées puisqu'il n'est pas biodégradable. Par conséquent, quelques pays ont interdit l'utilisation des ABS dans les détergents, et les ont substitués par le linéaire-alkyl-sulfonate (LAS) qui est biodégradable.

**f/ Phénols, pesticides et produits chimiques agricoles** : les

Phénols ont la plupart du temps pour origine les eaux usées industrielles. Les phénols peuvent être biologiquement oxydés si les concentrations ne dépassent pas les 500 mg/l. Les pesticides, herbicides et d'autres produits chimiques agricoles proviennent principalement du ruissellement des eaux provenant de surfaces d'agricoles rurales, particulièrement dans un système d'égouts unitaire.

**g / Métaux lourds** : Cuivre, manganèse, argent, chrome, arsenic et bore sont des cations toxiques aux micro-organismes ayant pour résultat le disfonctionnement des installations de traitement biologiques. Elles proviennent des eaux usées industrielles.

Quelques anions toxiques, incluant les cyanures et les chromates, présent dans certaines eaux industrielles peuvent, également, altérer les centrales de traitement des eaux résiduaires. Par conséquent leur présence devrait être prise en compte dans la conception des installations de traitement biologiques.

**h / Sulfures, sulfates et gaz de  $H_2S$**  : Les sulfates et les sulfures sont dus à la décomposition de diverses substances sulfurées présentes dans les eaux usées.

Les ions de sulfate ( $SO_4$ ) se forment naturellement dans la plupart des approvisionnements en eau et par conséquent ils sont également présents dans les eaux usées.

Le soufre, exigé dans la synthèse des protéines est relâché dans leurs dégradations. Les bactéries anaérobies dégradent chimiquement les sulfates aux sulfures et puis au sulfure d'hydrogène, comme indiqué par les équations suivantes :

Composé organique + sulfates  $SO_4$  --> Composé organique + Soufre + énergie chimique

Le gaz de sulfure d'hydrogène ainsi libéré est cause de mauvaises odeurs. De plus, le gaz  $H_2S$  s'oxyde biologiquement pour donner de l'acide sulfurique ayant pour résultat la corrosion des conduits d'égout. Le procédé biologique de digestion est sévèrement gêné quand les sulfates sont réduits aux sulfures, particulièrement quand leur concentration dépasse 200 mg/l. En outre, le gaz  $H_2S$ , qui est mélangé au gaz d'eaux usées ( $CH_4 + CO_2$ ), est corrosif aux canalisations de gaz.

***i / Oxygène dissous :*** L'oxygène dissous est la quantité d'oxygène à l'état dissous dans l'eau usée. Bien que l'eau usée n'en contienne, généralement, pas, sa présence dans l'affluent non traité indique que l'eau usée est fraîche. De même, sa présence en eau usée/effluent traités indique que l'oxydation a été accomplie pendant les étapes de traitement.

Tout en rejetant l'eau usée traitée dans les milieux récepteurs, il est essentiel de s'assurer qu'au moins 4 p.p.m d' $O_2$  y est présent. Si la concentration est moindre, les animaux aquatiques comme les poissons etc. vivant à proximité du point de rejet sont susceptibles d'être atteints.

La présence d'oxygène dissous est souvent souhaitable dans les eaux usées car cela évite la formation de mauvaises odeurs.

***j / Demande biologique en oxygène :*** La demande biologique en Oxygène (DBO) est une mesure de l'oxygène exigé pour oxyder la matière organique, par l'action des micro-organismes contenus dans un échantillon d'eau usée. La (DBO) est le paramètre le plus employé pour définir la pollution organique aussi bien pour les eaux usées, que pour les eaux de surfaces.

La (DBO) peut être définie comme la quantité d'oxygène exigé par les microorganismes pour effectuer la décomposition biologique des matières solides dissoutes ou de la matière organique dans les eaux usées dans des conditions aérobies à une température standard de 20°C.

Les résultats d'essais de DBO sont utilisés pour les buts suivants :

- (a) Détermination de la quantité approximative de l'oxygène requise pour la stabilisation biologique de la matière organique actuelle dans l'eau usagée.
- (b) Détermination de la taille des équipements de traitement des eaux résiduaires.
- (c) Mesure de l'efficacité des procédés de traitement.
- (d) Détermination de la concentration des eaux d'égout.
- (e) Détermination de la quantité d'eau requise pour la dilution des eaux usées.

***k / Demande chimique en oxygène :*** L'essai de DBO prend un minimum de temps de 5 jours, et en raison de ceci, il n'est pas utile dans le contrôle de l'efficacité des procédés d'épuration. Un essai alternatif est l'essai de (DCO), qui peut être employé pour mesurer le teneur de la matière organique aussi bien dans les eaux usées, que dans les eaux normales.

La (DCO) peut être déterminée en seulement 3 heures contrairement au 5 jours d'essai de (DBO).

### **I-3-2-3 / Caractéristiques biologiques :**

Les eaux d'égout domestiques, par leurs natures, contiennent d'énormes quantités de micro-organismes. Les caractéristiques biologiques des eaux d'égout sont liées à la présence de ces micro-organismes. L'ingénierie sanitaire doit avoir une grande connaissance des :

- a) Principaux groupes de micro-organismes présents dans les eaux usées ;
- b) Organismes pathogènes ;
- c) Organismes utilisés comme indicateurs de pollution.

La matière excrémentielle contient une myriade de micro-organismes, plus de 320 milliards par habitant et par jour. La plupart d'entre eux sont non seulement inoffensive, mais sont indispensables au bon fonctionnement des procédés d'épuration biologique.

Le tableau I-2 résume les caractéristiques et les sources des eaux usées

**TAB I-2 : Caractéristiques et sources des eaux usées**

Caractéristiques		Sources
1.	<b>Caractéristiques physiques</b>	
	a. Couleur	Rejets domestiques et industriels ; décomposition naturelle des matières organiques.
	b. Odeur	Décomposition des eaux usées ; rejets industriels.
	c. Solides	Rejets domestiques et industriels, infiltration, érosion de sol.
	d. Temperature	Rejets domestiques et industriels.

2.	<p><b>Caractéristiques chimiques</b></p> <p><b>(a) Organiques</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hydrates de carbone</li> <li>2. Graisses, huiles</li> <li>3. Pesticides</li> <li>4. Phénol</li> <li>5. Protéines</li> <li>6. Agents tensioactifs</li> <li>7. Autres</li> </ol> <p><b>(b) Inorganiques</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Alcalinité</li> <li>2. Chlorures</li> <li>3. Métaux lourds</li> <li>4. Azote</li> <li>5. PH</li> <li>6. Phosphore</li> <li>7. Sulfure</li> <li>8. Composés toxiques</li> </ol> <p><b>(c) Gaz</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>9. Sulfure d'hydrogène</li> <li>10. Méthane</li> <li>11. Oxygène</li> </ol>	<p>Rejets domestiques, commerciaux et industriels.  Rejets commerciales et industrielles domestiques.  Rejets agricoles.  Rejets industriels.  Rejets domestiques et commerciaux.  Rejets domestiques et industriels.  Décomposition naturelle des matières organiques.</p> <p>Rejets domestiques, alimentation en eau potable, infiltration d'eaux souterraines.  Alimentation en eau potable, rejets domestiques, infiltration d'eaux souterraines, adoucissants.  Rejets industriels.  Rejets domestiques et agricoles.  Rejets industriels.  Rejets domestiques et industriels.  Alimentation en eau potable, rejets domestiques et industriels.  Rejets industriels.</p> <p>Décomposition des rejets domestiques.  Décomposition des rejets domestiques.  Alimentation en eaux potables, infiltration d'eau de surface.</p>
3.	<p><b>Caractéristiques biologiques</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Animaux</li> <li>b. Plantes</li> <li>c. Parasites</li> <li>d. Virus</li> </ol>	<p>Tronçons à ciel ouvert et les installations de traitement.  Tronçons à ciel ouvert et les installations de traitement.  Rejets domestiques ; installations de traitement.  Rejets domestiques.</p>

#### ***I-4 / Les filières de traitement des eaux usées***

L'épuration des eaux usées urbaines s'inscrit dans une démarche de protection de notre environnement et de préservation de nos ressources en eau.

Le choix du procédé de traitement dépend de la nature ainsi que la quantité des eaux à épurer. La figure I-1 représente les principales chaînes de traitement.

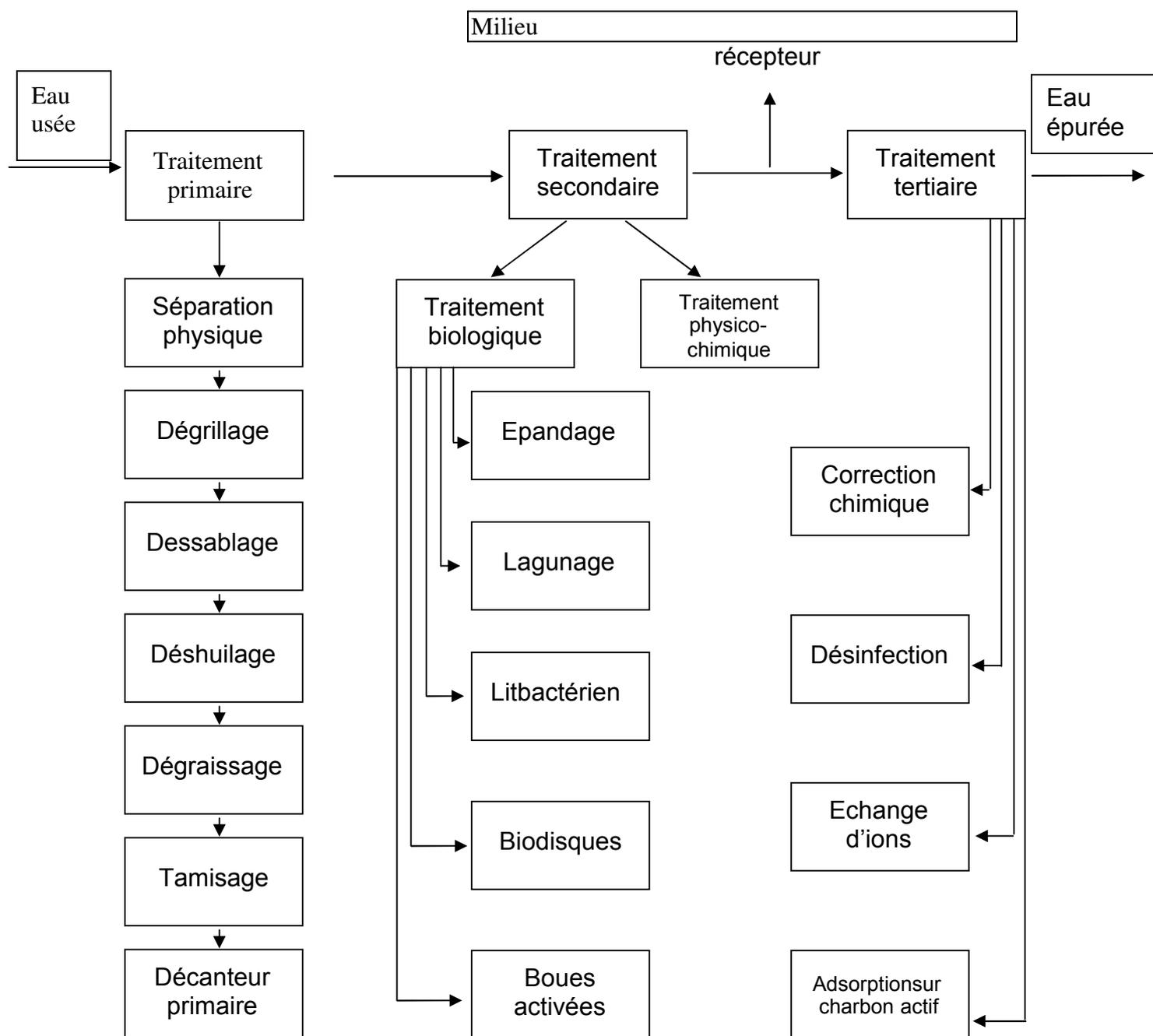


FIG I-1 : Principales chaînes de traitement des eaux usées

**I-5/ Les principaux procédés de traitement biologiques**

Les principaux procédés de traitement biologique des eaux usées sont définis comme suit :

**I-5-1 / Les Bio filtres :**

Les eaux usées sont traitées sur un étage de bio filtre. Ce traitement consiste à faire transiter les eaux usées dans une cuve contenant un matériau filtrant immergé, support du développement d'un film biologique. Le film biologique permet donc l'assimilation de la pollution et la filtration de la boue produite d'où le terme bio filtre.

Les besoins en oxygène sont assurés par insufflation d'air (air procédé). Plusieurs fois par jour, un lavage à l'eau traitée (eau de lavage) et à l'air (air de lavage) sont nécessaires. Les eaux sales retournent en tête de traitement afin que les boues biologiques soient piégées dans le décanteur primaire (ou bien un traitement primaire physico-chimique).

#### **I-5-2 / Les Lits bactériens :**

Ce procédé consiste à alimenter en eau, préalablement décantée, un ouvrage contenant une masse de matériaux (pouzzolane ou plastique) servant de support aux micro-organismes épurateurs qui y forment un film biologique responsable de l'assimilation de la pollution. L'aération naturelle se fait grâce à des ouïes d'aération. Le film biologique se décroche au fur et à mesure que l'eau percole.

En sortie du lit bactérien se trouve un mélange d'eau traitée et de biofilm. Ce dernier sera piégé dans le décanteur sous forme de boues et l'eau traitée rejoint le milieu naturel. La recirculation des boues vers le décanteur digesteur est essentielle.

#### **I-5-3 / Les Disques biologiques :**

L'eau usée, préalablement décantée, alimente un ouvrage dans lequel des disques fixés sur un axe sont mis en rotation à vitesse lente. Sur ces disques biologiques en plastique se développe alors un film bactérien. Lors de leur émergence, ces bactéries prélèvent l'oxygène nécessaire à leur respiration et lors de l'immersion, elles absorbent la pollution dissoute dont elles se nourrissent.

Dès que le film biologique dépasse une épaisseur de quelques millimètres, il se détache et est entraîné vers le décanteur final où il est séparé de l'eau épurée. Les boues ainsi piégées sont renvoyées par pompage périodique vers l'ouvrage de tête pour y être stockées et digérées.

#### **I-5-4 / Les Boues activées :**

Après prétraitements, les eaux usées sont dirigées vers un bassin d'aération où elles sont mises en contact avec une biomasse responsable de l'épuration. Dans ce réacteur, la pollution dissoute est transformée en flocon de boues par assimilation bactérienne. Les flocons peuvent alors être séparés de l'eau traitée par décantation.

La boue décantée est recirculée afin de permettre le réensemencement du bassin d'aération. Périodiquement, les boues en excès sont extraites pour rejoindre le traitement des boues.

#### **I-5-5 / Le lagunage naturel :**

Phénomène naturel, l'épuration par lagunage est réalisée grâce à un équilibre biologique, auquel participent des bactéries, du zooplancton, des algues et éventuellement des roseaux.

Les matières en suspension de l'eau brute décantent dans le bassin de tête. Les bactéries assimilent la pollution dissoute, et l'oxygène nécessaire à cette dépollution est fourni par les algues (photosynthèse). Le zooplancton consomme les algues.

Eventuellement, les roseaux peuvent filtrer l'eau en sortie avant rejet. L'ensemble de ces phénomènes apparaît dans deux ou trois bassins en série, ce qui autorise l'étagement des phénomènes épuratoires.

### ***I-6/ Choix de la filière d'épuration biologique***

L'épuration biologique fait appel à plusieurs procédés (lagunage, épandage, lits bactériens, boues activées, disques biologiques).

Le choix d'une méthode par rapport à une autre repose sur :

- a) L'importance de la charge polluante à traiter ;
- b) La qualité de l'effluent requise ;
- c) La disponibilité du terrain ;
- d) La nature du sol ;
- e) Le climat ;
- f) Le contrôle et l'entretien ;
- g) Le facteur économique.

Le tableau I-3 récapitule les avantages et les inconvénients de chaque procédé.

**TAB I-3** : Les avantages et les inconvénients de différentes filières de traitement biologique des eaux usées

Procédé d'épuration	Avantages	inconvénients
Lagunage	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Contrôle et entretien réduit;</li> <li>-Avec une source d'énergie</li> <li>-Contrôle et exploitation difficile</li> <li>-Bonne qualité d'effluent à sortie à moindre coût;</li> <li>-L'oxygène est assuré par l'activité photosynthétique des algues;</li> <li>-Elimination de l'azote et phosphore jusqu'à 60%;</li> <li>-Les Permet une épuration charge organique très élevée-Le boue en excès;aquatique favorise</li> <li>-Absence de recyclage et décantation primaire.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Demande de terrains vastes et exige que ci soient éloignés des zones habitées; naturelle;</li> <li>du</li> <li>laprocessus de fermentation;</li> <li>L'imperméabilité des bassins est essentiellementnécessaire;</li> <li>séjour est élevé;</li> <li>Sensibilité aux variations de la dutempérature;</li> <li>lagunes anaérobies et facultatives - d'unedégagent de mauvaises odeurs;</li> <li>développement rapide de la flore de la population des demouches et moustiques.</li> </ul>
Epandage	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Utilisé pour la réévaluation des sols et pour la recharge des nappes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Utilisation de grandes surfaces de terrains;</li> <li>-Dispersion des germes pathogènes; -De mauvaises odeurs généralement;</li> <li>-Procédé non utilisé en période pluvieuse;</li> <li>-Risque de colmatage du sol;</li> <li>-Intoxication et contamination de la chaîne alimentaire;</li> <li>-Risque de contamination des nappes aquifères.</li> </ul>

Lits bactériens	-Faible entretien et contrôle; -Exploitation facile; -Sensibilité relativement faible aux fluctuations de charge;	-Colmatage rapide; -Décanteur primaire obligatoire; -Sensible au froid; -Cher à l'investissement surtout pou le garnissage plastique; -Développement d'odeurs et de mouches.
Disques biologiques	-L'exploitation de ce procédé-relativement simple ne-nécessitant pas de -Aération naturelle;-Ce procédé -Faible demande exige un -Peu	Sensibilité aux huiles et graisses; est Sensibilité au gel et à l'apport brutal de recyclage;toxiques; pose des problèmes dans la énergétique;construction et l'entretien et d'entretien.personnel qualifié.
Boues activées	-Forte concentration en biomasse; -Oxydation poussée des matières organiques; -Réglage de la concentration en biomasse par recyclage; -Très grande résistance aux variations de température; -Bon rendement d'épuration (>95%); -S'applique aussi bien pour les eaux résiduaires urbaines qu'industrielles; -Possible avec ou sans décanteur primaire.	-Coût de construction élevé; -Coût d'exploitation élevé dû à une consommation d'énergie très importante; - Déshydratation difficile des boues; -Forte production des boues activées; -Efficacité réduite en présenced'ions toxiques; -Nécessité d'une aération et d'un brassage forcé; -Nécessité de la recirculation.

**I-7/ Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons abordé plusieurs points concernant les eaux usées à savoir :

- Leur origine et leurs sources.
- Leurs caractéristiques physiques, chimiques et biologiques. □ □ Leurs modes de traitements.

Le lagunage naturel paraît être un moyen de traitement biologique relativement efficace, d'un coût faible et pouvant s'intégrer facilement dans la nature. Il fera l'objet du second chapitre qui suit.

---

## *CHAPITRE II*

### *Systèmes d'épurations*

---

## ***1 Introduction***

Autrefois, l'habitat était plus dispersé, et les activités humaines moins polluantes. Les microorganismes présents dans l'environnement étaient alors capables d'éliminer les pollutions domestiques

Dans une station d'épuration, on reproduit, en plus intense, le fonctionnement des micro-organismes de la nature. Ceux-ci se nourrissent des matières biodégradables contenues dans les eaux usées et les transforment en sels minéraux. Les résidus de l'épuration constituent ce qu'on appelle les boues d'épuration.

Cette épuration ne transformera jamais une eau polluée en une eau potable. Elle va plutôt en réduire la pollution de manière à ce que l'eau rejetée ne représente pas une menace pour l'environnement. En plus d'épurer, il est donc important de moins polluer.

L'épuration est une bonne chose, mais elle n'élimine pas complètement la pollution de l'eau et produit des boues qu'il faudra recycler si c'est possible ou éliminer. Après dégradation, certains composés restent toxiques pour l'environnement et notre santé. Ils peuvent même se retrouver dans la chaîne alimentaire, par exemple dans le poisson.

## ***2 Inclus dans l'eau usée***

La pollution de l'eau dépend de l'usage qui en a été fait :

- Les eaux de cuisine contiennent essentiellement des restes d'aliments, des graisses et des détergents.
- Les eaux de lavage sont souillées par les saletés, des savons et des détergents.
- Les eaux provenant des WC contiennent beaucoup de matières organiques. On y trouve l'azote qui va se transformer en nitrate ainsi que des germes parfois dangereux.

A ces polluants "classiques", il faut ajouter peintures, solvants, médicaments, déchets de cuisine, tampons hygiéniques et autres produits qui n'ont rien à faire dans nos eaux usées, mais qui y sont parfois rejetés !

120 litres : c'est la quantité d'eau que nous utilisons chaque jour.

Après usage, cette eau contient différents polluants qui sont rejetés dans le milieu naturel : nous détériorons ainsi les eaux de surface (lacs, étangs, marais, rivières) et les eaux souterraines. Ce sont les eaux de surface qui sont les plus sensibles aux rejets d'eaux usées.

### 3 *Système de traitement des eaux usées*

Un système de traitement des eaux usées est un système constitué de plusieurs technologies individuelles qui répondent à vos besoins spécifiques en matière de traitement des eaux usées.

Le traitement des eaux usées est rarement un processus statique, et un système de traitement des eaux usées conçu pour faire face aux fluctuations des besoins en matière de traitement permettra d'éviter les remplacements / mises à niveau coûteux en aval.

Un système de traitement des eaux usées efficace et bien conçu doit pouvoir prendre en charge :

- Variations de procédé en termes de contamination et de débit
- Variations des besoins en chimie de l'eau et ajustements requis des volumes de produits chimiques
- Changements possibles des besoins en effluents d'eau

#### 3.1 *Composants éliminés*

Un système de traitement des eaux usées peut être constitué des technologies nécessaires pour éliminer un certain nombre des éléments suivants :

##### 3.1.1 *Demande biochimique d'oxygène*

La demande biochimique en oxygène, ou DBO, désigne la quantité d'oxygène dissous nécessaire aux organismes biologiques aérobies pour décomposer la matière organique en molécules plus petites. Des niveaux élevés de DBO indiquent une concentration élevée de matières biodégradables présentes dans les eaux usées et peuvent être causés par l'introduction de polluants tels que les déchets fécaux, le nettoyage et le lessivage provenant du traitement des aliments ou du ruissellement d'engrais.

##### 3.1.2 *Nitrates et phosphates*

Si de grandes quantités de nitrates et / ou de phosphates ne sont pas retirées des eaux usées et que ces nutriments sont rejetés dans les environnements locaux, ils peuvent entraîner une augmentation de la DBO et une croissance extensive des mauvaises herbes, des algues et du phytoplancton. Cela peut en outre conduire à une eutrophisation, ou à une désoxygénation dans un plan d'eau, tuant les organismes et conduisant potentiellement à une hypoxie ou à des zones mortes environnementales.

##### 3.1.3 *Agents pathogènes*

Les agents pathogènes sont des bactéries, des virus, des champignons ou tout autre micro-organisme pouvant être présents dans les eaux usées et pouvant entraîner toutes sortes de problèmes de santé, y compris une maladie grave, des problèmes digestifs graves ou la mort. Lorsque les eaux usées domestiques ou industrielles contiennent ces agents pathogènes nocifs et ne sont pas traitées, elles peuvent propager des maladies telles que le choléra, la dysenterie, la salmonellose, l'hépatite A, le botulisme et la giardiase, pour n'en nommer que quelques-unes.

##### 3.1.4 *Métaux*

Principalement présents dans les eaux usées à la suite de diverses industries, de procédés de fabrication, les métaux, lorsqu'ils sont laissés dans des eaux usées à des concentrations élevées, peuvent causer des dommages considérables à l'environnement et à la santé humaine. Ils sont

particulièrement dommageables car ils ne se décomposent pas et ont tendance à s'accumuler, causant des environnements toxiques.

### **3.1.5 Solides en suspension**

Les matières solides en suspension totales (TSS) dans les eaux usées, les matières solides organiques et inorganiques en suspension dans l'eau, peuvent, comme beaucoup d'autres contaminants énumérés, nuire à la vie aquatique. Ils peuvent également être problématiques si les eaux usées sont réutilisées pour un processus. Par conséquent, selon que vous deviez ou non rejeter vos eaux usées dans une station d'épuration publique ou dans un environnement, ou réutiliser les eaux usées pour le processus, déterminera le danger le TSS sera. Les TSS peuvent réduire les niveaux d'oxygène dans les environnements aquatiques et tuer les insectes. Ils peuvent également mettre à l'échelle et encrasser les tuyauteries et les machines.

### **3.1.6 Solides dissous**

Les matières dissoutes totales (SDT) sont des anions, des cations, des métaux, des minéraux ou des sels trouvés dans les eaux usées. Ils peuvent causer des problèmes avec la vie aquatique, l'irrigation et les cultures, et ils peuvent également s'infiltrer dans les eaux souterraines. Les TDS peuvent être générés dans les eaux usées de presque toutes les industries.

### **3.1.7 Produits chimiques synthétiques**

Lorsque des pesticides et autres produits chimiques sont utilisés / fabriqués dans le processus de fabrication, ils peuvent être transmis à l'homme et à l'environnement par les eaux usées, causant des dommages à l'environnement et à la santé humaine. Le diéthylstilbestrol, la dioxine, les PCB, le DDT et d'autres pesticides font partie des produits chimiques courants présents dans les eaux usées. Ces « perturbateurs endocriniens » peuvent bloquer les hormones dans le corps et affecter les fonctions que ces hormones contrôlent.

## **4 L'arrivée des eaux usées dans les ouvrages de traitement**

Une station d'épuration ne peut correctement fonctionner que si un réseau d'assainissement performant a été installé. Communément appelé « réseau d'égout », ce réseau de canalisation collecte les eaux usées à la sortie des habitations et les achemine vers la station d'épuration. Ces eaux usées circulent dans ce réseau gravitairement. Il y a parfois besoin de remonter de plusieurs mètres les eaux usées pour permettre cet écoulement gravitaire d'un bout à l'autre du réseau. On met alors en place un système de relevage opéré par une pompe ou une vis d'Archimède.

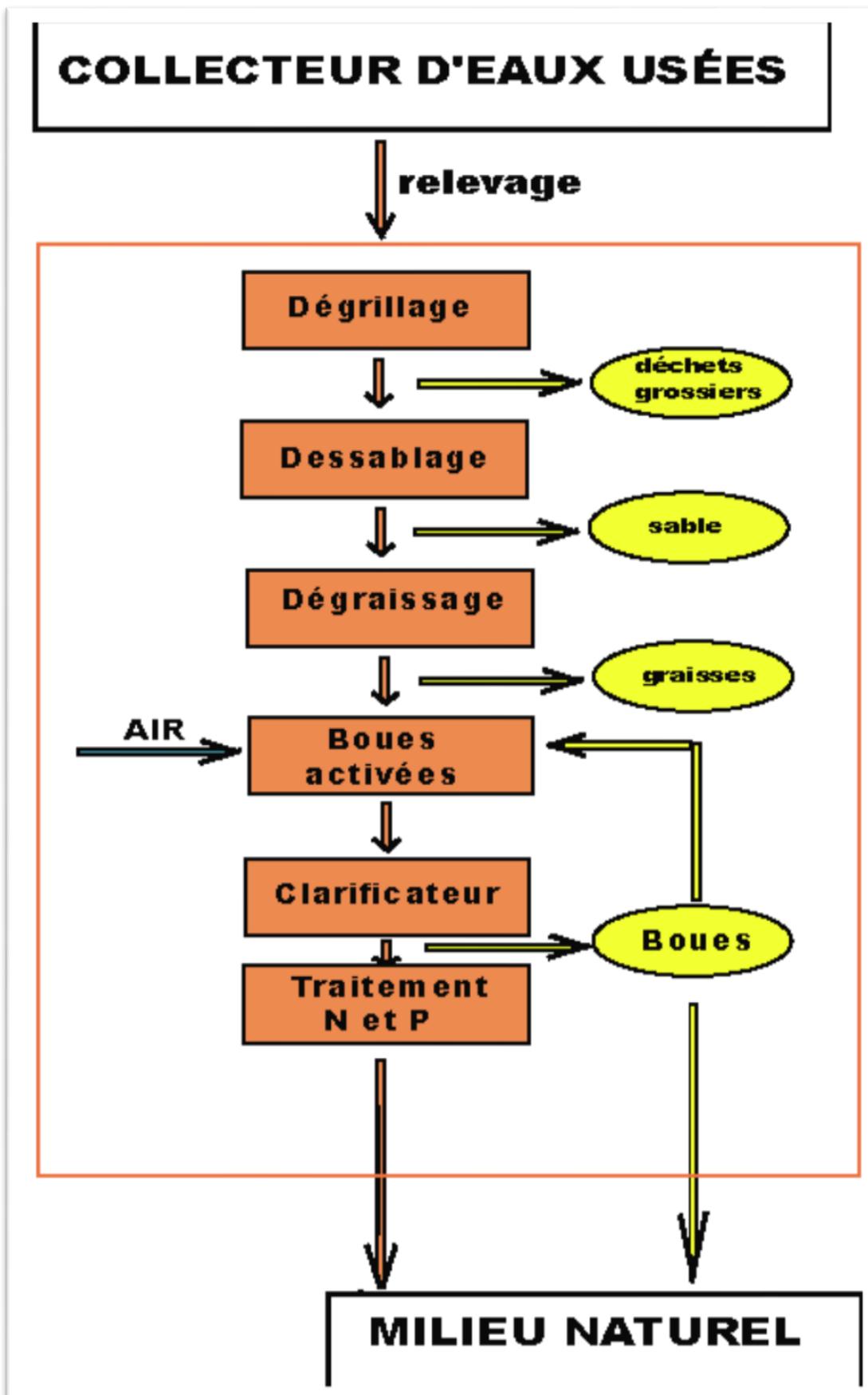


Figure 1 : system épuraton boue activé

### **4.1 Le traitement primaire**

Il permet d'éliminer de l'eau les matières en suspension (déchets grossiers, sables...) et les huiles. Ce traitement comprend plusieurs opérations :

- Le dégrillage retient, par des grilles les déchets de bois, papiers, plastiques...
- Le dessablage retient la terre et le sable susceptibles d'endommager les pompes ou de créer des dépôts dans les bassins.
- Le déshuilage favorise, par injection de fines bulles d'air ou statiquement, la flottation des huiles et des graisses qui sont séparées par raclage en surface.
- La décantation primaire permet aux matières en suspension de se déposer par simple gravité sous forme de boues, recueillies ensuite par pompage de fond

### **4.2 Le traitement secondaire**

Le traitement secondaire élimine les matières en solution dans l'eau (matières organiques, substances minérales...).

Deux types de traitements sont utilisés :

Les traitements biologiques sont appliqués aux matières organiques (biodégradables) ; les traitements physico-chimiques aux matières non organiques (non biodégradables).

#### **4.2.1 Le traitement biologique**

Les eaux arrivent dans un bassin où sont développées des cultures de micro-organismes.

Les impuretés sont alors digérées par ces êtres vivants microscopiques et transformées en boues. On reproduit ici l'auto-épuration naturelle que l'on peut observer dans les rivières : sous l'action d'un brassage mécanique ou d'un apport d'air, les micro-organismes se reproduisent très rapidement ; ils se nourrissent de la pollution organique et du dioxygène de l'air pour produire du gaz carbonique et de l'eau.

À la suite de ce traitement la décantation secondaire permet de recueillir, sous forme de boues, les matières polluantes agglomérées par les micro-organismes.

Le traitement biologique est le procédé le plus utilisé pour restaurer la qualité de l'eau en la débarrassant de ses principales impuretés. Il est indispensable, mais insuffisant : en dessous de 5 °C, l'activité bactérienne est stoppée. Les bactéries éliminent difficilement les phosphates, les éléments toxiques et les polluants non biodégradables.

### 4.2.2 Les traitements physico-chimiques

Ils consistent à transformer chimiquement, à l'aide de réactifs, les éléments polluants non biodégradables.

Ces traitements sont mis en œuvre pour répondre à des enjeux particuliers (recherche de performances très élevées), ou lorsque le traitement biologique n'est pas possible (contraintes de place ou de température, variations subites de charge polluante).

Les procédés qui s'appliquent aux matières en suspension (MES) :

**a / La floculation**, c'est-à-dire la précipitation de ces matières sous l'effet de réactifs chimiques, permet d'accélérer et de compléter leur décantation.

**b / La centrifugation** est employée pour les rejets fortement chargés en MES et ayant une faible vitesse de décantation.

**c / La filtration** s'applique à des MES peu nombreuses et de petite taille.

Les principaux procédés de traitement des matières en solution :

**d / L'oxydation et la réduction chimique** transforment certains polluants en substances non toxiques, au moyen d'oxydants et de réducteurs chimiques.

**e / L'osmose inverse** consiste en une filtration moléculaire qui élimine les matières polluantes. À ce stade, l'eau, débarrassée des éléments qui la polluaient, et qui forment les « boues », est épurée à 90 %. Elle peut alors être rejetée à la rivière qui achève de résorber la pollution grâce au processus de l'épuration naturelle (auto-épuration).

### 4.3 Le traitement tertiaire

Les eaux épurées sont souvent rejetées dans le milieu naturel à la fin du traitement secondaire.

Toutefois, elles peuvent quelquefois faire l'objet d'un traitement complémentaire ou « affinage » dans le but, soit d'une réutilisation à des fins industrielles ou agricoles, soit de la protection du milieu récepteur pour des usages spécifiques.

*La désinfection* est appliquée dans le cas d'un milieu récepteur sensible (zone de baignade ou de conchyliculture...) car une épuration classique n'élimine pas la pollution bactériologique. On ajoute le plus souvent du chlore en sortie de station d'épuration dans un bassin de « contact » ou on traite aux ultraviolets.

Les traitements destinés à éliminer l'azote et le phosphore sont des traitements complémentaires. Ils concernent maintenant la majorité des stations d'épuration.

#### **4.4 Le traitement des boues**

En fonction de leur destination, elles font l'objet d'un traitement ayant pour objectif de réduire leur volume.

##### **4.4.1 L'Épaississement**

Il s'agit de la première étape de traitement des boues, qui s'opère en général avant le mélange des boues issues des différentes étapes d'épuration des eaux usées (boues primaires, secondaires, et éventuellement tertiaires). Cette étape peut être précédée de l'ajout de flocculants organiques de synthèse (polyélectrolytes) ou minéraux (chaux, sels de fer ou d'aluminium), afin de faciliter la séparation des phases solide et liquide des boues.

L'épaississement consiste à laisser s'écouler les boues par gravitation à travers un silo placé au-dessus d'une table d'égouttage ou d'une toile semi-perméable. Autre technique de concentration : la flottation, basée sur l'injection de gaz dans les boues, ce qui sépare les phases liquides et solides par différence de densité. En sortie, les boues sont encore liquides avec une siccité de 4 à 6 %.

##### **4.4.2 La déshydratation**

La déshydratation permet de diminuer la teneur en eau des boues, et d'atteindre en sortie une siccité allant de 15 à 40%, variable selon la filière de traitement des eaux, la nature des boues et la technique de déshydratation utilisée. Elle s'opère sur un mélange de boues primaire, secondaire voire tertiaire.

##### **a / La déshydratation mécanique**

Elle s'opère par centrifugation ou par filtration.

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.

La filtration par filtres à bandes consiste en une compression et un cisaillement des boues entre deux toiles. Les premiers modèles (à basse et moyenne pression) ne permettaient d'atteindre que 15 à 17% de siccité. Les modèles plus récents (à haute pression) permettent d'atteindre jusqu'à 18 à 20%. En sortie, les boues se présentent sous forme de petites plaques.

La filtration par filtres-presses à plateaux (appelés couramment filtres-presses) consiste en une compression des boues entre deux plateaux équipés de toiles filtrantes. En sortie, les boues se présentent sous forme de « gâteaux » solides avec une siccité de l'ordre de 30 à 35 %.

Si la centrifugation permet une déshydratation continue en circuit fermé (automatisé), avec les filtres-presses elle est discontinue. Avec les filtres à bande, elle se déroule en circuits ouverts (avec

Production d'aérosols, composés d'air et d'eau), ce qui oblige souvent à capoter les équipements pour éviter la dispersion de mauvaises odeurs.

La déshydratation mécanique concerne surtout les grosses stations (plusieurs dizaines ou centaines de milliers d'EH). Depuis récemment, elle se développe dans les moyennes installations (de 3.000 à 10.000 EH). Dans les très grosses, il s'agit le plus souvent de filtre-presse (car plus coûteux en investissement et en exploitation), et dans les petites (1000 à 2000 EH) de filtres à bandes. Les filtres à bandes seraient encore les matériels les plus utilisés pour la déshydratation, les centrifugeuses les plus vendues sur le marché actuel.

#### **b / La déshydratation par géomembranes**

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

#### **4.4.3 Le séchage**

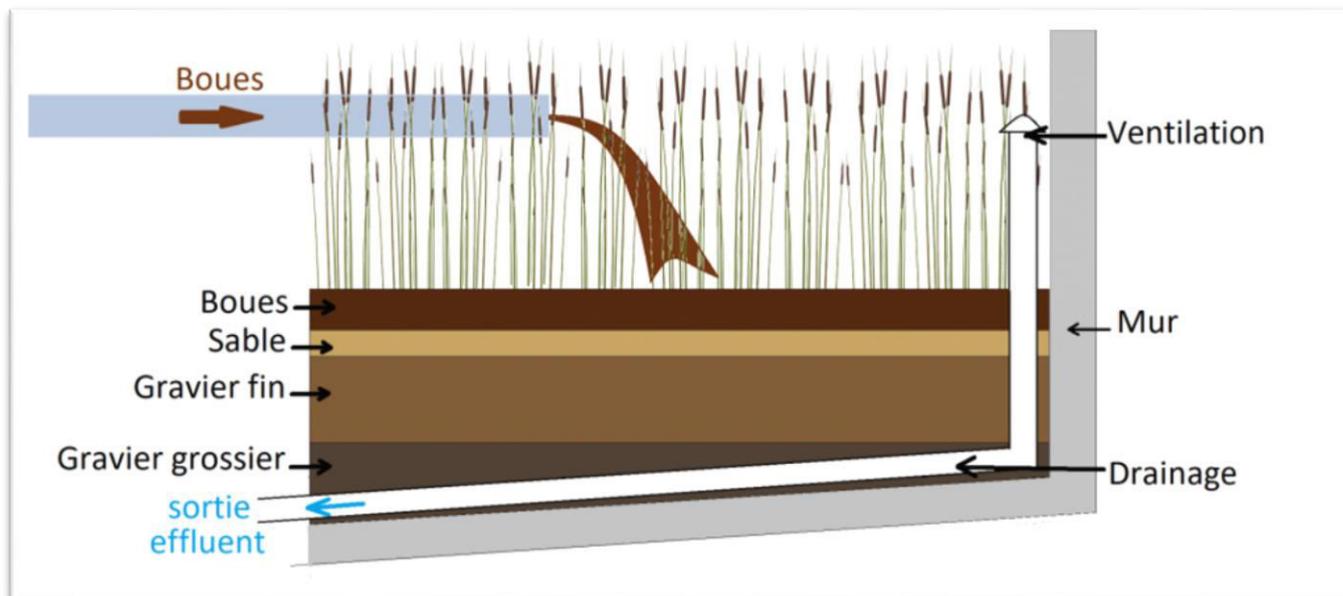
Le séchage des boues est une déshydratation quasi-totale des boues par évaporation de l'eau qu'elles contiennent ; la réduction de volume qui en résulte est conséquente.

##### **a / Le séchage thermique**

Il repose sur deux méthodes : directe et indirecte. Le séchage direct consiste en une évaporation des boues par convection, via un fluide caloporteur. 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.

##### **b / Les lits de séchage**

Ce procédé consiste à répartir les boues à déshydrater sur une surface drainante (composée de plusieurs couches de gravier et de sable de granulométries variables), à travers laquelle s'écoule l'eau interstitielle. Ces lits de séchages sont mis sous serre pour non seulement tirer parti du phénomène d'évaporation naturelle, mais l'accélérer par les rayons du soleil. On parle alors de séchage solaire. Une autre variante de ce procédé consiste à mettre les lits de séchage sous couvert végétal (roseaux), ce qui permet de s'affranchir des conditions climatiques. Ce procédé est appelé lits à macrophytes. En sortie des lits de séchage, les boues sont solides, d'une siccité d'environ 35 à 40 %. Ce procédé de séchage présente l'intérêt d'être en plus une solution de stockage des boues. Il est particulièrement bien adapté aux stations d'épuration des collectivités de moins de 5.000 EH.



**Figure 2 : lits de séchage**

#### ***I-4-4-4 / Stabilisation de la matière organique***

Cela consiste à diminuer le caractère fermentescible des boues et ainsi, notamment, de supprimer les mauvaises odeurs. Les traitements de stabilisation des boues s'appliquent aux boues mixtes fraîches ou uniquement aux boues de traitement secondaire des eaux usées. Ils sont de nature biologique, chimique ou thermique.

##### ***a / La stabilisation biologique***

Elle s'opère selon deux voies biologiques possibles : aérobie (en présence d'oxygène) et anaérobie (en l'absence d'oxygène).

***b / La stabilisation aérobie*** consiste à mettre les boues dans des bassins d'aération dits aussi bassins de stabilisation aérobie. En sortie, les boues sont dites « aérobies » ou « stabilisées aérobies ». Le compostage est un mode de stabilisation aérobie des boues, le plus souvent après déshydratation. Il s'agit souvent d'un traitement de stabilisation biologique complémentaire, destiné à la fabrication d'un produit : le compost. Cependant, il constitue le seul mode de stabilisation des boues primaires et secondaires issues d'un traitement physico-chimique des eaux usées.

***c / La stabilisation anaérobie*** concerne surtout les installations de plus de 100.000 EH. Elle consiste à mettre dans des digesteurs les boues directement issues de la décantation primaire de la filière de traitement des eaux usées, et à les porter à haute température (de 50 à plus de 100°C) afin d'en éliminer bactéries et virus. Stabilisées avec 30 à 60 % de quantités de matière organique en moins, en

sortie les boues sont dites « anaérobies », « stabilisées anaérobies » ou « digérées ». Elles présentent une siccité pouvant aller au-delà de 20 à 30 %. Ces procédés de digestion anaérobie, appelés aussi méthanisation, s'accompagnent de la production de biogaz riche en méthane (65%) et en dioxyde de carbone (35%), avec des concentrations faibles d'hydrogène sulfuré saturé en eau. La récupération et la valorisation de ce biogaz (sous forme de chaleur, d'électricité, de combustible ou de carburant) représente un des postes permettant de réduire l'empreinte environnementale de la filière boue.

#### d / La stabilisation chimique

La stabilisation chimique consiste à bloquer l'activité biologique des boues en y mélangeant de la chaux vive, CaO, ou de la chaux éteinte, Ca(OH<sub>2</sub>). Les doses de chaux sont calculées en fonction des siccités initiale et finale des boues, dans une proportion de 10 à 50 % de la MS des boues, ce qui en élève le pH au-delà de 12. En général, cette stabilisation s'opère après déshydratation des boues. En sortie, les boues sont dites hygiénisées. 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.

### 4.5 Destinations des boues

- l'épandage agricole qui représente une valorisation de ce sous-produit fertilisant (amendement organique contenant de l'azote, du phosphore et de la matière organique).
- l'élaboration de compost par incorporation de paille ou de sciure ou de déchets verts. Le compost peut ensuite être utilisé pour l'épandage agricole.
- l'incinération pour quelques grosses unités ou lorsqu'une installation locale existe déjà pour les ordures ménagères.



**Figure 3 : épandage agricole**

## 5 Le contrôle de l'exploitation

Le suivi du bon fonctionnement de la station d'épuration est fait d'abord par l'exploitant lui-même (autocontrôle) qui porte sur le fonctionnement des différentes unités et leurs dysfonctionnements éventuels, la mesure du rejet de pollution en sortie et le calcul du rendement de dépollution. L'exploitant peut bénéficier de l'aide et des conseils d'un organisme publique (ONA).

Des contrôles sont faits régulièrement par un organisme indépendant qui vérifie le respect des normes de rejet.

- **Rendement.**

C'est le pourcentage d'abattement des différents paramètres de pollution. La réglementation européenne fixe des seuils minima de rendement mais ces seuils peuvent évidemment être dépassés.

**Tableau 1 : composant épurée**

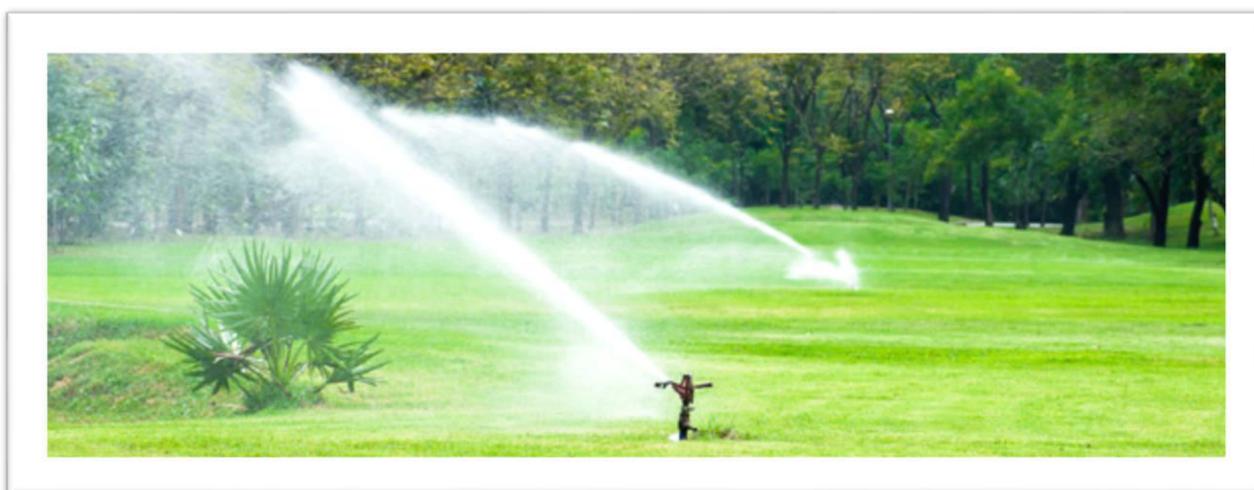
matière organique		97%
matière en sussion		84%
azote		45%
phosphore		45%

Le principal paramètre est celui des **matières organiques**.

## 6 La réutilisation des eaux usées

Réutiliser les eaux usées d'une collectivité consiste à récupérer les eaux d'égout, les traiter dans une station d'épuration, les stocker et, enfin, les utiliser pour des usages variés : en milieu urbain (arrosage des parcs publics, espaces verts, terrains de sport, alimentation des pièces d'eau et fontaines, arrosage des jardins privés, chasses des toilettes, lavage des véhicules, lavage des rues, circuit incendie, ...), industriel (eau de refroidissement, eau de procédé ...), agricole (irrigation de cultures diverses, maraîchages, arbres fruitiers, céréales, fourrages, pâturages, cultures industrielles, forêts) et souterrain (recharge de nappe souterraine). Ces usages n'exigent pas de l'eau potable. Cependant la recharge de nappe souterraine revient, le plus souvent, à réutiliser indirectement des eaux usées pour produire de l'eau potable. On connaît un unique exemple de production directe d'eau potable à partir d'eaux usées ; il s'agit de Windhoek, capitale de la Namibie.

La réutilisation des eaux usées (REU) est une pratique très répandue dans les régions du monde affectées par des pénuries de ressources en eau. Elle est, par exemple, très développée aux Etats-Unis, mais aussi en Asie et dans les pays du Golfe Persique. Le bassin méditerranéen est l'une des régions du Monde où la réutilisation agricole des eaux usées urbaines est la plus pratiquée. Elle est largement systématisée en Israël. La Tunisie et Chypre ont également une politique nationale de réutilisation. Il en est de même à L'Espagne et l'Italie sont les deux pays européens dans lesquels la réutilisation se développe le plus rapidement, soit sous la forme de réalisations nouvelles soit par la mise en conformité de pratiques anciennes fort répandues qui consistaient tout simplement à irriguer avec des eaux usées non traitées.



**Figure 4 :** destination eau usée, irrigation

---

*CHAPITRE III*

*STEP SKIKDA*

---

## 1 INTRODUCTION

La wilaya de Skikda appartient au territoire tellien et littoral, et s'étend sur 413 768 km<sup>2</sup> et 130 km de côte. La position centrale de la wilaya de Skikda sur le littoral de l'Est algérien, sa fonction portuaire et son rôle économique (zone industrielle, l'une des plus importantes du Nord-est de l'Algérie) lui confère une place privilégiée dans l'armature urbaine. Elle comprend plus de 800 000 habitants.



Figure 5 : Carte géographique de la wilaya de Skikda

## 2 Présentation de la station d'épuration de SKIKDA :

La station d'épuration de SKIKDA fait partie des installations de protection de la wilaya.

La phase des travaux a été réceptionnée le 11 décembre 2011, et l'exploitation a débuté le même jour pour une durée de 2 ans.

Cette station construite sur 11 hectares, traite les eaux usées issues de la ville de Skikda, Hamadi Krouma, Ramdane Djamel, Béni Béchir qui sont principalement acheminées par un collecteur DN 1000 alimenté par les stations de relevages gérée par l'Office National de l'Assainissement (l'ONA).

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftart: (Standard) + Textkörper (Times New Roman), Nicht Fett, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftart: (Standard) + Textkörper (Times New Roman), Nicht Fett, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftartfarbe: Text 1

## 2.1 Population

Pour la détermination de la capacité de la station, nous avons adopté les données de la DHW de Skikda dont le taux d'accroissement moyen considéré aux différents Horizons, est de

2.31 %. En appliquant la formule d'accroissement

exponentiel :  $P = p_0 (1 + T)^m$   $p_0$  : population actuelle

**T** : Taux d'accroissement

annuel **m** : Nombre d'années

**Tableau V** : Population aux différents horizons

ANNEES	POPULATION-Habitants
2002	194 090
2004	203 160
2006	212 655
2008	222 593
2013	249 518
2015	261 177
2018	279 700
2019	286161
2020	292 771
2023	313 533
2025	328 183

**Formatiert:** Block, Einzug: Erste Zeile: 0 cm

**Tableau VI:** Les charges théoriques de dimensionnement de la STEP de Skikda

Paramètres	Symbole	Unité	Quantité
Charge nominale		E.H.	286161
Débit moyen journalier	$Q$	m <sup>3</sup> /j	46000
Débit moyen horaire	$Q$	m <sup>3</sup> /h	1916,7
Débit maximum horaire	$Q$	m <sup>3</sup> /h	3066,72
<b>Charges polluante</b>		<b>Unité</b>	<b>Valeurs Théoriques</b>
Demande biochimique en oxygène	DBO <sub>5</sub>	kg/j	14948,7
Demande biochimique en oxygène	DBO <sub>5</sub>	Mg/l	325
Matières en suspension totales	MES	kg/j	17248,4
Matières en suspension totales	MES	Mg/l	375
Azote Global	N-NGL	kg/j	2 492

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftart: (Standard) + Textkörper (Times New Roman), Nicht Fett, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftart: (Standard) + Textkörper (Times New Roman), Nicht Fett, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftartfarbe: Text 1

Le procédé d'épuration par boues activées à moyenne charge a été retenu. Il comprend 2 filières, l'une pour les eaux et l'autre pour les boues dont le procès est le suivant :

- Mise en contact de l'eau brute avec une masse bactérienne en présence d'oxygène (aération), suivie par une phase de séparation et décantation des floccs bactériens (clarification)
- Désinfection des eaux épurées au contact de la chloration avant rejet.
- Stabilisation et épaissement des boues biologiques et primaires.
- Déshydratation naturelle des boues (lits de séchage).

Le tableau (III-2) résume les concentrations maximales à atteindre en sortie de la station.

**Tableau VII : La concertation maximale à atteindre en sortie de la STEP**

Paramètres	Unité	Concentrations effluentes maximales	
		sur 24 heures	sur 2 heures
DCO (demande chimique en oxygène)	mg/l	120	90
DBO <sub>5</sub> (demande biochimique en oxygène pendant 5 jours)	mg/l	30	40
Teneur en MES (matière en suspension)	mg/l	30	-
Azote total Kjeldahl	mg/l	40	50

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftart: (Standard) +Textkörper (Times New Roman), Nicht Fett, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftart: (Standard) +Textkörper (Times New Roman), Nicht Fett, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftartfarbe: Text 1

### 3 Objectif de traitement /objectif de la SETP de Skikda :

Le rôle principal de la station de traitement des eaux usées est de réduire la pollution « en nettoyant » les eaux usées domestiques et industrielles de façon à rejeter à la rivière « Oued Safsaf ~~des~~ » les eaux traitées compatibles avec la qualité souhaitée et dans les normes idéales.

La station d'épuration permet ainsi de respecter l'environnement et de produire des boues utilisées comme amendement organique et substance fertilisantes utilisés éventuellement en agriculture).

Les eaux usées de la ville de Skikda sont épurées dans une station d'épuration basée sur un process d'épuration « boue active à faible charge » et comprend une filière de traitement de l'eau (prétraitement, décantation primaire, traitement biologique, clarification) et une filière de traitement des boues (Épaississement, digestion anaérobie, déshydratation mécanique, stockage) permet d'éliminer la pollution des eaux.

#### 4 Estimation du débit des eaux à épurer

Les différents débits des eaux usées présentent dans le tableau suivant :

**Tableau VIII : Estimation des débits des eaux à épurer**

Débit	Horizon 2015	Horizon 2025
Débit moyen journalier Q (m <sup>3</sup> /j)	<b>45995.7</b>	<b>57629.4</b>
Débit moyen horaire Q (m <sup>3</sup> /h)	<b>1916.5</b>	<b>2401.2</b>
Débit max. horaire Q (m <sup>3</sup> /h)	<b>3066.4</b>	<b>3842.0</b>

A la base de ces résultats, la capacité de la STEP de Skikda est de 45995.7 m<sup>3</sup>/j en première phase (2015), et de 57629.4 m<sup>3</sup>/j pour répondre aux besoins de l'an 2025

Le rejet des eaux à la sortie de la STEP doit se conformer aux normes ci-après :

\*DBO (demande biologique en oxygène) : inférieure à 30 mg/l par jour.

\*MES (matières en suspension) : inférieure à 30 mg/l sur 24 heures.

\*DCO (demande chimique en oxygène) : inférieure à 90 mg/l sur 24h.

Ceci conduit aux rendements d'élimination moyens suivants :

\*DBO: 91,12%

\*MES: 93,15%

\*DCO: 82,00%

#### 5 -Les différentes étapes d'épuration des eaux usées (Station de Skikda) :

A la Step de Skikda l'effluent passe par plusieurs étapes,

tout d'abord il passe au prétraitement ou il y'a le dégrillage et le dessablage /désuilage , ensuite il est envoyé vers le décanteur primaire , puis viens le traitement secondaire (biologique) par boue activée ,et après l'eau est dirigé vers la décantation secondaire (clarification) pour finalement être envoyé vers le bassin de contact avant d'être rejeté à l'oued Saf Saf. Les boues extraites du décanteur primaire et secondaire sont extraites puis envoyé vers le bassin de stabilisation et ensuite vers l'épaississeur et enfin vers les lits de séchage.

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftart: (Standard) +Textkörper (Times New Roman), Nicht Fett, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftart: (Standard) +Textkörper (Times New Roman), Nicht Fett, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftart: (Standard) + Textkörper (Times New Roman), Nicht Fett, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftart: (Standard) + Textkörper (Times New Roman), Nicht Fett, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftartfarbe: Text 1

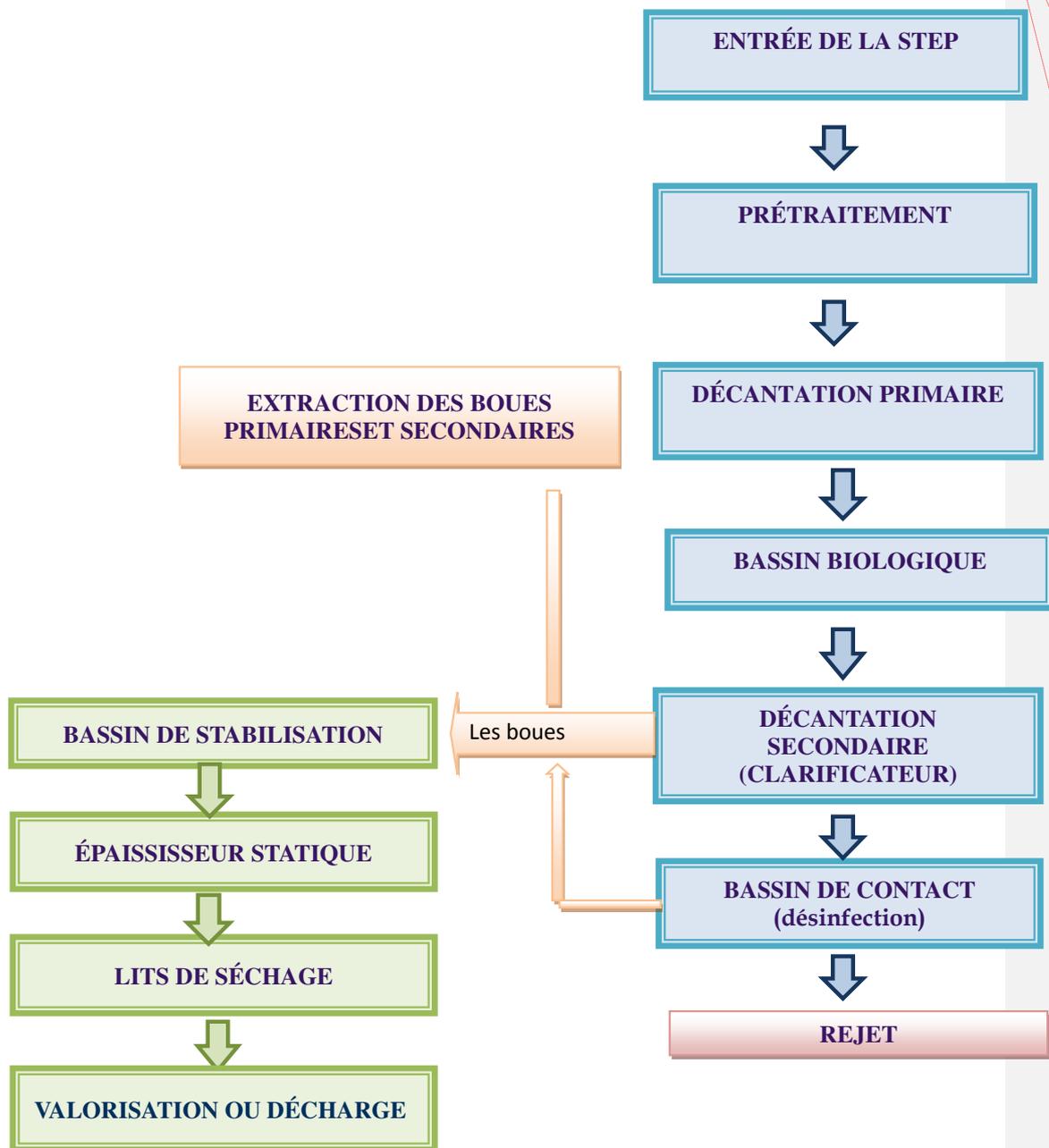


Figure 6 : Schéma de Fonctionnement de la station D'épuration des eaux usées

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftart: (Standard) +Textkörper (Times New Roman), Nicht Fett, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftart: (Standard) +Textkörper (Times New Roman), Nicht Fett, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftartfarbe: Text 1

## **6 Principe de traitement de la STEP :**

### **6.1 Principe du traitement adopté :**

Le principe du traitement adopté est celui d'une épuration biologique par boues activées à moyenne charge compte tenu d'un rejet de 30 mg/l en DBO5, le rendement d'épuration serait de 91 %.

### **6.2 Description sommaire de la station**

Le traitement par boues activées à moyenne charge est mis en œuvre dans une installation comprenant les ouvrages suivants :

#### **6.2.1 Bassin de réception**

La station est alimentée en eaux brutes par des postes de relevage situés sur le réseau. Les eaux brutes de la station sont collectées dans une bache d'arrivée. Le niveau liquide dans la bache d'arrivée des eaux brutes est de 11 m.

#### **6.2.2 Prétraitement et traitement primaire**

Les eaux brutes sont ensuite dirigées vers les prétraitements. Elles sont alors envoyées sur un étage de dégrillage fin automatique puis passent dans les ouvrages de dessablage-déshuilage.

Les eaux prétraitées sont ensuite envoyées vers les décanteurs primaires pour subir une décantation.

#### **6.2.3 Traitement biologique**

Les eaux décantées sont acheminées vers les bassins d'aération où elles subissent une épuration biologique suivant le procédé des boues activées à moyenne charge. Les bassins d'aération sont équipés d'aérateurs de surface à axe vertical. Après aération, le mélange eaux – boues activées également appelé liqueur mixte est envoyé dans les bassins de décantation secondaire où s'effectuent l'élimination des boues et récupération des eaux épurées.

#### **6.2.4 Désinfection des eaux épurées**

Les eaux décantées s'écoulent gravitairement dans un bassin de contact où s'effectue la stérilisation au Chlore avant d'être rejetées dans l'Oued (affluent de l'oued Safsaf).

#### **6.2.5 Traitement des boues**

Les boues issues de l'épuration biologique sont dirigées vers les ouvrages de traitement des boues qui sont :

- Bassin de stabilisation
- L'épaississeur
- Les lits de séchage

### 6.2.6 Les by-pass

Afin de faciliter l'exploitation et les travaux d'entretien, les by-passes suivants sont prévu :

- By-pass du dégrillage mécanique fin
- By-pass permettant de court circuiter le traitement biologique
- By-pass de la décantation secondaire
- By-pass général

## 7 Filière de traitement

### 7.1 Traitement des eaux

Les effluents sont transférés jusqu'à la station d'épuration par des postes de relèvement. (Figure III.4).

Les eaux sont dirigées vers les ouvrages de prétraitements :

A l'aval des prétraitements, un ouvrage permet de répartir le débit entre les deux décanteurs primaires.

En sortie du bassin de décantation, les eaux décantées sont mélangées avec les boues de recirculation avant admission dans le traitement biologique. Ce dernier est constitué de :

- De zones aérées rectangulaire d'un volume total de 9000 m<sup>3</sup>
- Un ouvrage de dégazage et de répartition / commun.
- Deux files de clarification dont chacune comprend :
  - un clarificateur.
  - un ouvrage de recirculation /extraction des boues.
- Une bache de désinfection.
- Un canal de comptage

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftart: (Standard) +Textkörper (Times New Roman), Nicht Fett, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftart: (Standard) +Textkörper (Times New Roman), Nicht Fett, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftart: (Standard) + Textkörper (Times New Roman), Nicht Fett, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftart: (Standard) + Textkörper (Times New Roman), Nicht Fett, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftartfarbe: Text 1

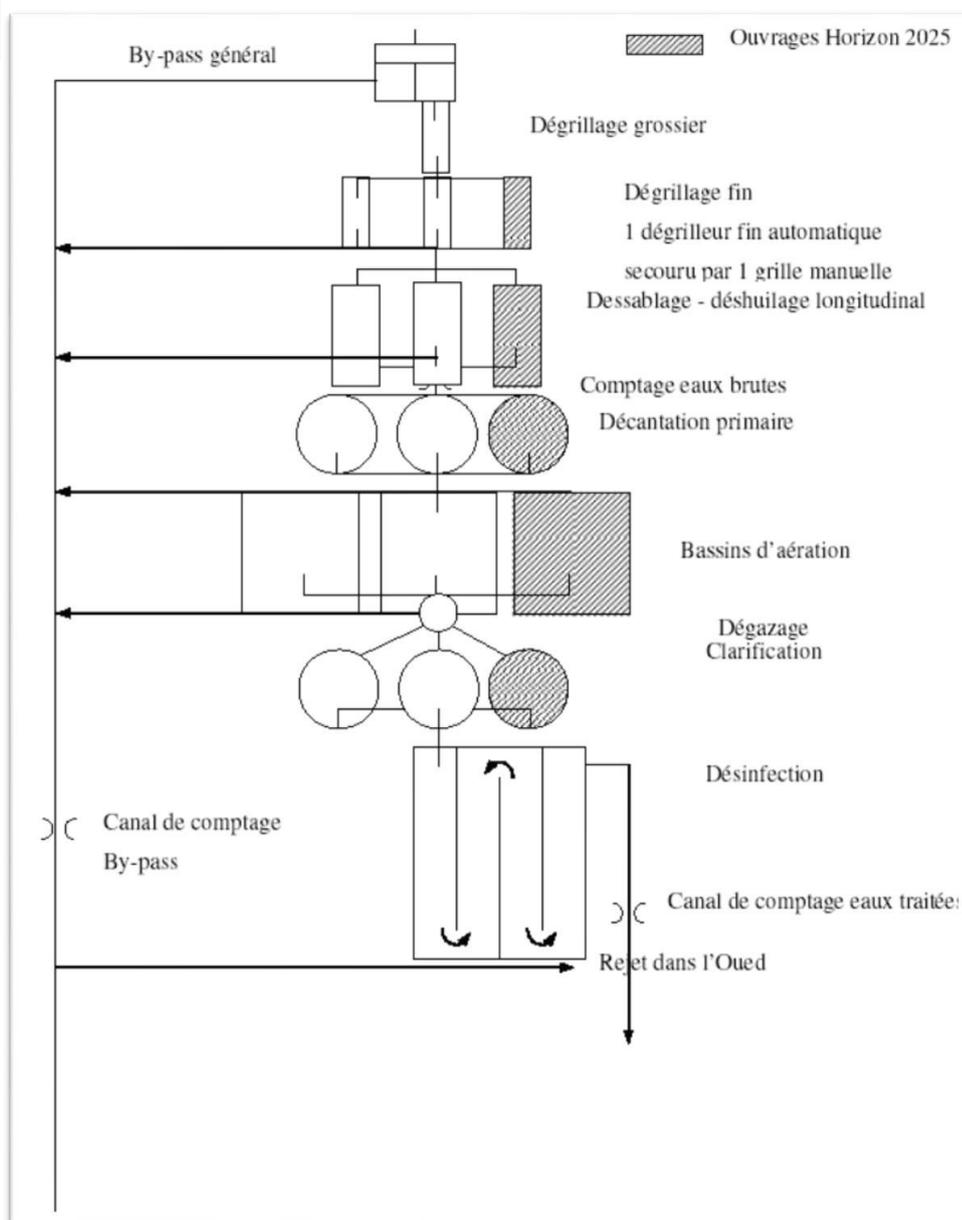


Figure 7 : Schéma de la filière de traitement des eaux

## 7.2 Traitement des boues

La filière de traitement retenue (Figure III.5) est la suivante :

- Stabilisation aérobie sur deux bassins d'un volume total de 9000m<sup>3</sup>

- Epaissement statique sur une épaisseur hersée.
- Déshydratation sur lit de séchage.

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftart: (Standard) + Textkörper (Times New Roman), Nicht Fett, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftart: (Standard) + Textkörper (Times New Roman), Nicht Fett, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftartfarbe: Text 1

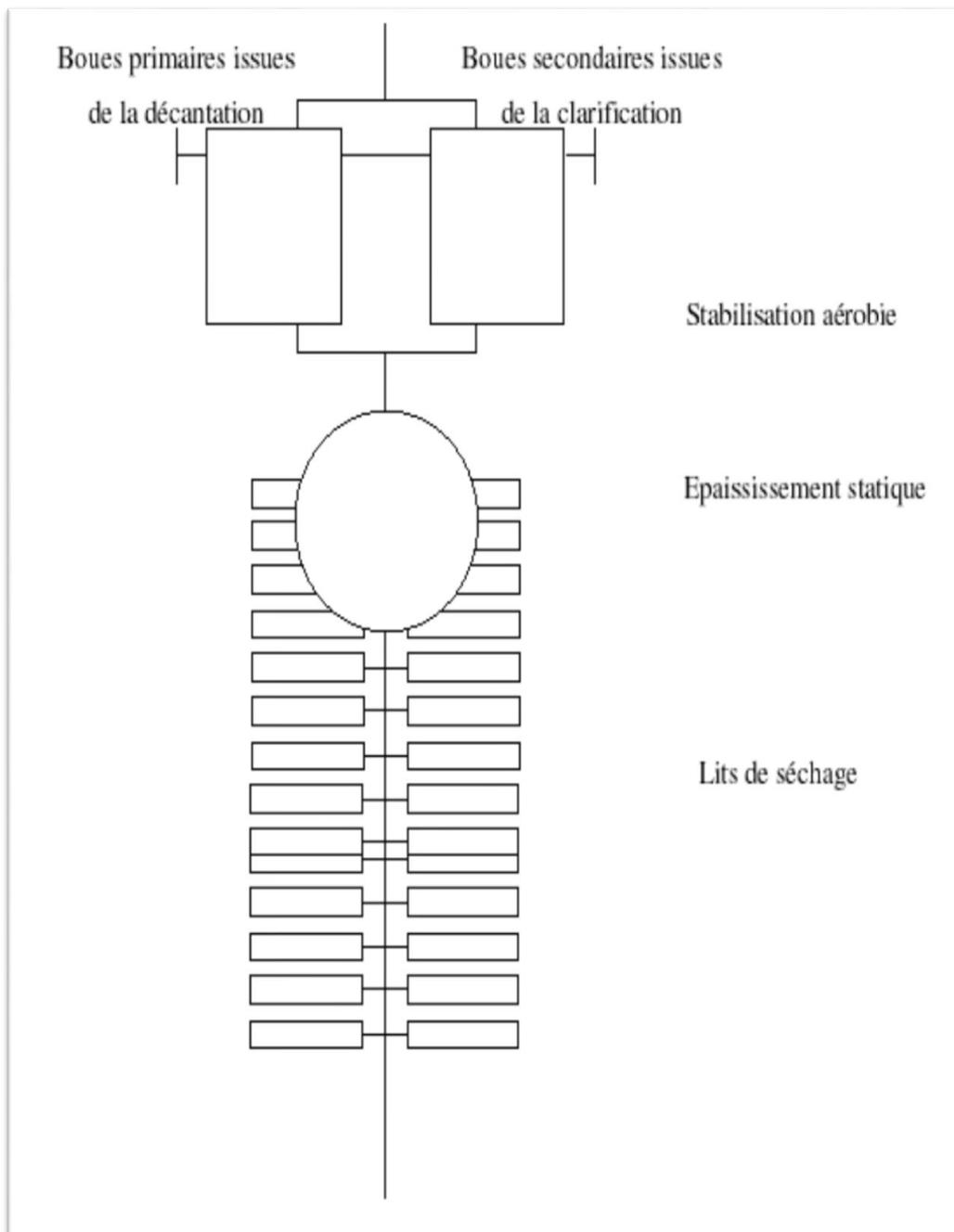


Figure 8 : Schéma de la filière de traitement des boues

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftart: (Standard) + Textkörper (Times New Roman), Nicht Fett, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftart: (Standard) + Textkörper (Times New Roman), Nicht Fett, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftartfarbe: Text 1

## 8 Filière d'eaux :

### 8.1 Prétraitement :

Les dispositifs de prétraitement sont présents dans toutes les stations d'épuration, quels que soient les procédés mis en œuvre à l'aval.

Ils ont pour but d'éliminer les éléments solides ou particuliers les plus grossiers, susceptibles de gêner les traitements ultérieurs ou d'endommager les équipements : volumineux (dégrillage), sables (dessablage) et corps gras (dégraissage –déchet- déshuilage).



Figure 9 : Prétraitement

#### 8.1.1 Dégrillage grossier :

Les effluents sont transférés jusqu'à la station d'épuration par des postes de relèvement. Les canalisations qui amènent l'effluent débouchent dans un ouvrage unique équipé d'un dégrillage grossier. Les déchets sont repris manuellement à l'aide d'un râteau. L'espace entre les barreaux est de 50 mm.

Le haut de la grille est courbé et débouche dans un panier de collecte des refus avant un stockage en benne avec les refus de dégrillage fin.

Une détection de niveau permet d'indiquer à l'exploitant un éventuel colmatage trop important.

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftart: (Standard) +Textkörper (Times New Roman), Nicht Fett, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftart: (Standard) +Textkörper (Times New Roman), Nicht Fett, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftartfarbe: Text 1

### 8.1.2 Dégrillage fin

Après le dégrillage grossier. On a prévu cet équipement avec un espacement de 25mm entre les barreaux qui présente les avantages suivant :

- Elimination efficace de la plupart des matières solides.
- Protection des équipements électromécaniques situés en aval.

Le principe de fonctionnement d'un dégrilleur automatique : il fait appel aux lois physiques liées à la gravité.

Ils se composent d'une partie fixe : la grille, et d'une partie mobile : le râteau, permettant de remonter les matières jusqu'au point de décharge situé en partie supérieure du dégrilleur.

Le dispositif de nettoyage de la grille fonction sur un système d'horloge. Le nettoyage est effectué à intervalle de temps fixe

Une grille de réserve est installée dans le canal de by-pass à nettoyage manuel en acier galvanisé.

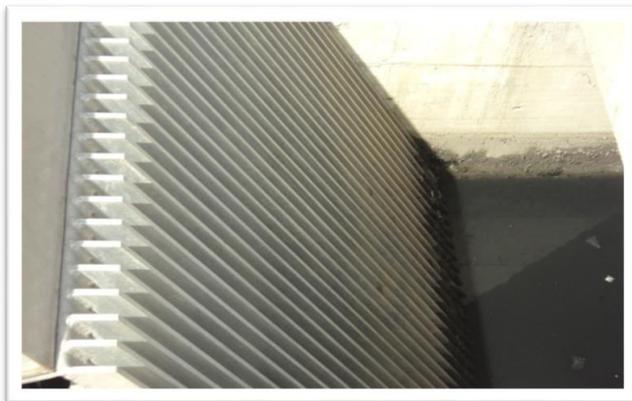


Figure 10 : Dégrillage fin

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftart: (Standard) + Textkörper (Times New Roman), Nicht Fett, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftart: (Standard) + Textkörper (Times New Roman), Nicht Fett, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftartfarbe: Text 1

### 7-1-3- Dessablage –Déshuilage

Le réseau étant théoriquement du type séparatif, il est toujours à craindre une Présence importante de sable, de matières minérales en suspension et d'huiles.

Cette phase de prétraitement est réalisée sur deux dessableurs –déshuileurs de type longitudinal aérés équipés de racleurs de fond pour la collecte des sables et de surface pour la collecte des graisses.

La vitesse d'écoulement à travers le dessableur doit permettre l'élimination totale du sable granulométrie de 0,20 mm.

L'eau est aérée par insufflation permettant d'une part la bonne séparation de sable d'eau usée et d'autre part favorisant la remontée (flottation) des gouttelettes d'huiles et des graisses en surface.

Le sable sédimenté est collecté au moyen d'un racleur de fond qui pousse les sable décantés jusqu'aux trémies de stockage de sable, chaque dessableur est équipé de 2 trémies.

Les sables stockés sont repris par des pompes centrifuges à sec et égouttés sur un classificateur à sable. Les sables égouttés sont stockés dans 2 bennes Ampliroll de 10 m<sup>3</sup> chacune.

Les huiles sont récupérées en surface par un racleur qui pousse les graisses dans une trémie de collecte. Les graisses extraites sont stockées dans un puisard à graisse et évacuée par camion hydrocureur pour un éventuel recyclage ou traitement.



Figure 11 Dessablage –Déshuilage

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftart: (Standard) + Textkörper (Times New Roman), Nicht Fett, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftart: (Standard) + Textkörper (Times New Roman), Nicht Fett, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftartfarbe: Text 1



Figure 12 Classificateur à sable

### 8.1.3 *Traitement des sous –produits*

#### 8.1.3.1 - Traitement des refus de dégrillage

Le dégrillage automatique est nettoyé par l'amont. Les déchets ainsi relevés sont repris par une bande transporteuse. La mise en route de la bande est asservie au fonctionnement du dégrilleur.

La bande de convoyage dirige les déchets jusqu'à une benne de 10m<sup>3</sup>. Permet un stockage avant l'évacuation des déchets vers la filière d'élimination des ordures ménagères et assure une autonomie de stockage d'environ 1 jour. une porte en façade du bâtiment permet de le sortir aisément lors des opérations d'évacuation.

#### 8.1.3.2 **Traitement des graisses**

Les graisses et les matières légères en flottation sont poussées par un bras racleur de surface qui recueille les graisses et les achemine dans une fosse située à l'extrémité des ouvrages.

Au toit de cette fosse, une pompe installée en fosse sèche permet de reprendre les graisses stockées dans la fosse et d'alimenter le camion-citerne d'évacuation.

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftart: (Standard) +Textkörper (Times New Roman), Nicht Fett, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftart: (Standard) +Textkörper (Times New Roman), Nicht Fett, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftartfarbe: Text 1

### 8.1.3.3 Traitement des sables

Les sables décantent dans les ouvrages, les sables raclés en fond d'ouvrages, viennent s'accumuler dans les trémies situées à l'extrémité de chaque dessableur. Chaque trémie est équipée d'une pompe qui refoule les sables vers un hydrocyclone via un collecteur à sable commun aux 4 pompes.

Les eaux issues de l'hydrocyclone sont envoyées vers un classificateur à sable avant stockage en benne. Le classificateur permet d'obtenir une siccité des sables de l'ordre de 35%.

## 8.2 Décantation primaire

A la sortie des ouvrages de dessablage déshuilage, la répartition des effluents prétraités sur les 2 décanteurs primaires est assurée par la mise en place de déversoirs. Cet ouvrage de répartition comprend également un by-pass isolé par batardeau qui permet de by-passer la station après prétraitement sur chaque canalisation d'alimentation des décanteurs. Nous avons disposé un débitmètre électromagnétique afin de comptabiliser les effluents arrivant sur la station.

En sortie de chacun des décanteurs, goulottes périphériques à déversoirs crantés permettent une collecte homogène de l'eau décantée sur une grande surface et préviennent ainsi des parcours préférentiels des eaux décantées.



Figure 13 : Décanteur primaire de la STEP

Les boues primaires des décanteurs primaires sont extraites par des pompes à centrifuge en cale sèche (un par décanteur et un secours commun en caisse) et envoyées vers

une bache d'homogénéisation installée en amont des deux bassins de stabilisation aérobie des boues. Cette bache assure également la répartition du flux vers chaque bassin.

### 8.3 *Traitement Biologique :*

A la sortie de la décantation primaire, les effluents décantés alimentent un ouvrage de répartition situé en tête des bassins biologiques, cet ouvrage reçoit également les boues recalculées depuis les clarificateurs, la répartition entre les deux bassins d'aération s'effectue par déversoir.

Il est possible d'isoler un bassin d'aération par la mise en place d'un batardeau au niveau de son déversoir d'alimentation.

Par ailleurs, un by-pass commandé par la manœuvre d'une vanne murale est également prévu au niveau de cet ouvrage de répartition.

Le traitement biologique consiste à éliminer les impuretés organiques par l'action d'une biomasse épuratrice

Cette biomasse peut être, soit libre, soit fixée et est constituée de microorganismes divers : bactéries, levures, protozoaires, métazoaires...

De façon très schématique, ce sont les bactéries qui dégradent le substrat, les espèces plus évoluées se nourrissant de bactéries ou d'autres espèces de la micro-faune.

Dans les bassins, une aération efficace est nécessaire à la bonne dégradation de la pollution et à une parfaite maîtrise des coûts de fonctionnement. aussi, l'aération est réalisée par des turbines aératrices de surface.

Ces équipements assurent le transfert de l'oxygène des atmosphères vers l'effluent et la biomasse tout en maintenant un mélange homogène dans le bassin

La partie aératrice d'une turbine a roue à aubes qui se compose d'un cône peu profond inversé sur lequel sont fixées des lames verticales. Lorsque l'aérateur tourne, l'air est mis en contact avec l'effluent sur la face arrière des lames et se mélange à l'effluent dans la région de la plus grande turbulence. L'avant des lames dispersent l'effluent oxygéné radialement sur une grande surface ce qui augmente l'oxygénation. la rotation de la roue à aubes crée un mouvement ascendant de l'effluent dans le réservoir, ce qui concourt aux fonctions d'aération, de mélange et circulation dans le bassin.

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftart: (Standard) +Textkörper (Times New Roman), Nicht Fett, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftart: (Standard) +Textkörper (Times New Roman), Nicht Fett, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftartfarbe: Text 1

Avec un effluent aéré, les bactéries trouvent des conditions favorables pour leur développement. Elles disposent d'oxygènes et d'un substrat carboné. Dans les bassins se déroule les réactions biologiques suivant :

- **Dégradation du substrat organique**

Les bactéries utilisent les matières organiques disponibles comme substrat. Sous l'action d'enzymes en présence d'oxygène, la réaction fournit de l'énergie et des sous-produit sous forme de gaz carbonique, d'eau et d'ammoniac.

- **Synthèse cellulaire**

L'énergie produite par la dégradation du substrat permet aux bactéries de se multiplier, c'est ce qu'on appelle la synthèse cellulaire. Il convient cependant de réguler la quantité de bactéries présentes dans les bassins. Aussi l'extraction des boues permet de maintenir une biomasse constante.

### 8.3.1 Bassin d'aération

Les deux bassins d'aération de forme rectangulaire sont alimentés en eau usée prétraitée qui subira un brassage par le biais des aérateurs de surface.

Chaque bassin est équipé de quatre aérateurs de surface à axe vertical reposant sur une passerelle en béton armé (ou sur une passerelle flottante à confirmer avec le traiteur d'eau) L'aérateur de surface a pour rôle :

- D'apporter l'oxygène nécessaire aux micro-organismes épurateurs
- De provoquer une intense turbulence qui permet le maintien en suspension des boues activées.



Figure 13 : Bassin d'aération avec les turbines en marche

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftart: (Standard) + Textkörper (Times New Roman), Nicht Fett, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftart: (Standard) + Textkörper (Times New Roman), Nicht Fett, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftart: (Standard) + Textkörper (Times New Roman), Nicht Fett, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftart: (Standard) + Textkörper (Times New Roman), Nicht Fett, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftartfarbe: Text 1



Figure 14 Bassin d'aération avec les turbines en arrêt

Chaque bassin est équipé d'une sonde de mesure d'oxygène dissous permettant de contrôler en continu la teneur en oxygène de la biomasse. Après un temps de séjour des eaux usées dans le bassin d'aération, le mélange eaux boues activées est évacué par l'intermédiaire d'un déversoir vers un ouvrage de dégazage.

L'ouvrage de dégazage est équipé d'un dispositif de récupération des flottants. Les eaux dégazées sont ensuite réparties par des déversoirs sur les deux files de décantation secondaire.

#### 8.4 Dégazage :

En sortie des bassins d'aération nous avons prévu un ouvrage de dégazage de l'effluent pour éviter les départs de MES dans les eaux traitées au niveau des clarificateurs.

Cet ouvrage est circulaire, il est équipé d'un bras racleur de surface qui permet de récupérer les mousses et les flottants. ces dernier sont repris par une trémie située au périphérie de l'ouvrage puis évacués gravitairement vers une fosse à flottant. Ils sont ensuite envoyés par pompage vers la bêche à graisses situé au niveau des prétraitements.

L'ouvrage de dégazage assure également la répartition de la liqueur mixte entre les 2 clarificateurs par déversoir. Dans cet ouvrage, un by-pass de la clarification est également prévu.



Figure 15 : Dégazeur de la STEP

### 8.5 Clarification

Cette dernière étape de traitement est primordiale pour garantir une qualité de rejet, elle assure la séparation entre les boues et l'eau traitée.

L'efficacité de la séparation eau/boues dépend de la décantabilité des boues (liée à la nature de l'effluent) et de la capacité de l'ouvrage à atténuer de forte variation de charge hydrauliques.

Dans un premier temps, le dimensionnement d'un clarificateur est basé sur une vitesse ascensionnelle qui doit être inférieure à la vitesse de décantation des boues, soit dans notre cas 1,6m/h.

Dans un second temps, il est nécessaire de prévoir une hauteur droite d'eau en périphérie des ouvrages suffisante afin de favoriser le tassement du voile de boues.

Après répartition au niveau du dégazage, la liqueur mixte alimente gravitairement les clarificateurs.

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftart: (Standard) + Textkörper (Times New Roman), Nicht Fett, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftart: (Standard) + Textkörper (Times New Roman), Nicht Fett, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftartfarbe: Text 1

L'alimentation dans le puits centrale de chaque clarificateur s'effectue à partir des cheminées de départ du dégazage par l'intermédiaire d'une canalisation.

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftart: (Standard) + Textkörper (Times New Roman), Nicht Fett, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftart: (Standard) + Textkörper (Times New Roman), Nicht Fett, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftartfarbe: Text 1



Figure 16 : Un clarificateur de la STEP

### 8.6 Postes de recirculation et d'extraction

La recirculation des boues recueillies dans les clarificateurs a pour objectif de maintenir la concentration en biomasse épuratrice dans les bassins d'aération et de maintenir dans les clarificateurs un voile de boues suffisant pour avoir une concentration des boues avant recirculation.

Compte tenu des concentrations dans les bassins et des concentrations atteintes à la sortie des clarificateurs. Le taux de recirculation pourra atteindre 100 % du débit horaire de pointe.

Ce taux appliqué au débit de pointe conduit à un débit de recirculation maximale de 1535m<sup>3</sup>/h par file, pour lequel les réseaux hydrauliques ont été dimensionnés.

Sur chaque puits à boues associé à un clarificateur la recirculation est assurée par deux pompes immergées (dont 1 en secours installée) de débit unitaire 1535 m<sup>3</sup>/h.

Ces pompes peuvent être extraites par une trappe, avec une potence mobile .elles sont montées sur barre de guidage. La dalle de couverture des puits à boues est accessible à crinoline.

Les deux canalisations de recirculation alimentent l'ouvrage de répartition situé en tête des bassins d'aérations.

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftart: (Standard) + Textkörper (Times New Roman), Nicht Fett, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftart: (Standard) + Textkörper (Times New Roman), Nicht Fett, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftartfarbe: Text 1

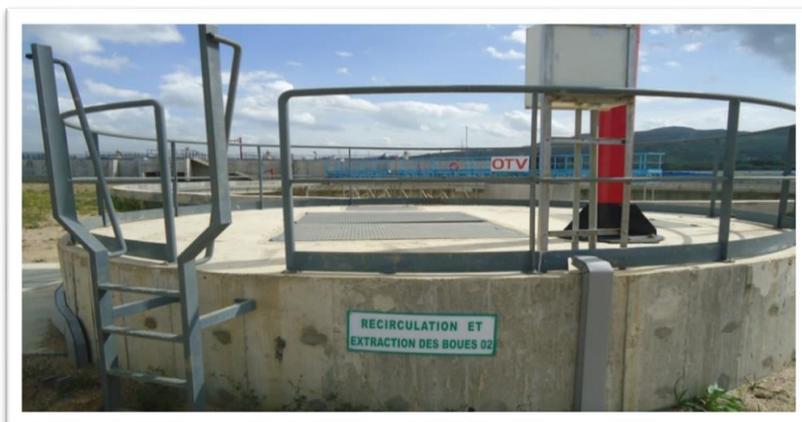


Figure 17 Recirculation et extraction des boues

### 8.7 Désinfection :

En sortie du clarificateur, l'effluent traité est envoyé dans un bassin de désinfection de 1900m<sup>3</sup>.

Afin de réaliser la désinfection, une injection d'hypochlorite de sodium est réalisée en entrée du bassin au toit de l'arrivée de la canalisation afin d'homogénéiser le mélange eau/chlore.

Le pouvoir germicide d'un agent désinfectant est essentiellement basé sur des mécanismes chimiques d'oxydoréduction.

Ainsi les modes d'action d'un agent désinfectant dépendent du pouvoir oxydant du désinfectant et de la nature du microorganisme ciblé.

Dans le cas des virus, l'oxydant altère les macromolécules complexes des acides nucléiques, empêchant ainsi le micro-organisme de se reproduire, et réduisant son pouvoir infectant. Chez la bactérie, l'oxydant pénètre la membrane cytoplasmique et oxyde les liaisons soufrées des enzymes, les altérant de manière irréversible, ce qui entraîne la mort du microorganisme. Des plus fortes doses d'oxydant conduisent également à la dégradation des acides nucléiques de la bactérie.

Les virus étant naturellement plus résistants que les bactéries, les conditions de traitement virulicides devancé, quel que soit l'agent désinfectant utilisé, il peut être plus sévères que les précédents Afin d'obtenir une désinfection optimale. Ce qui permet de garantir un volume fixe dans le bassin et donc un temps de contact constant de 30 min.

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftart: (Standard) + Textkörper (Times New Roman), Nicht Fett, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftart: (Standard) + Textkörper (Times New Roman), Nicht Fett, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftartfarbe: Text 1



Figure 18 : Bassin de Désinfection de la STEP

A la sortie de du bassin de chloration et avant rejet à oued el safsaf les eaux traitées sont comptabilisées par l'intermédiaire d'un canal venturi, un préleveur automatique permet de réaliser les prélèvements nécessaires au contrôle de la qualité des eaux à la sortie de la station



Figure 19 : Rejet vers Oued Safsaf

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftart: (Standard) + Textkörper (Times New Roman), Nicht Fett, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftart: (Standard) + Textkörper (Times New Roman), Nicht Fett, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftartfarbe: Text 1

## 8.8 By-pass

Les différents by-pass prévus sur la station sont tous dimensionnée pour l'horizon 2025 tous les effluent by-passés sont comptabilisés par l'intermédiaire d'un canal venturi, un préleveur automatique permet l'échantillonnage des volumes by-passés. Le schéma ci-dessous récapitule les différents by-pass prévus sur la station.

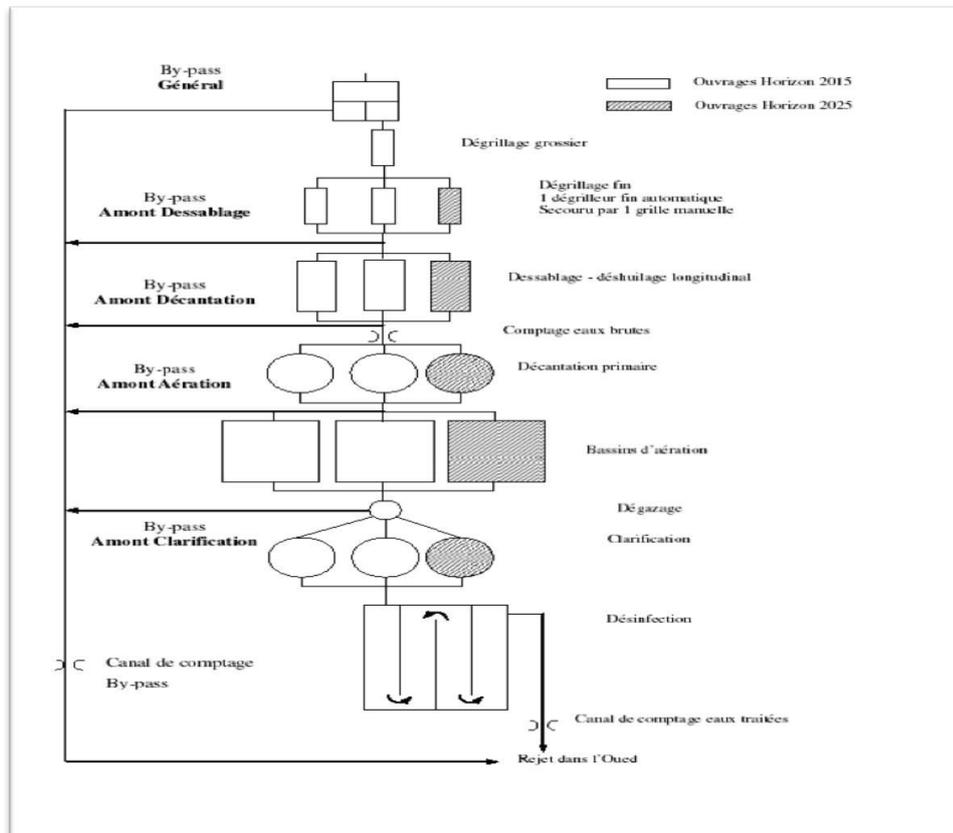


Figure 20 : Schéma présentant les différents by-pass de la STEP

## 9 Filière boues

### 9.1 Stabilisations aérobies

L'objectif de la stabilisation a transformé les boues de telle sorte qu'elles deviennent très lentement biodégradables, cette stabilisation doit se traduire concrètement par l'absence, entre autres olfactives, mais également par une destruction partielle de germes pathogènes.

Le principe de stabilisation aérobie repose sur la capacité des bactéries à utiliser la biomasse morte comme substrat énergétique. Cette réaction biologique d'auto oxydation s'appelle la respiration endogène

L'enclenchement de cette réaction d'auto oxydation repose essentiellement sur trois critères :

- le temps de séjour
- la température
- les bassins d'aération

La dégradation des matières volatiles est proportionnelle au temps de séjour dans les bassins, qui est idéalement, de l'ordre de 20 jours.

Les pompes d'extraction situées dans les postes de recirculation et d'extraction des boues alimentent un ouvrage de répartition situé en amont des deux bassins de stabilisation. Il est possible d'isoler un bassin de stabilisation par la mise en place d'un batardeau au niveau de son déversoir d'alimentation. L'apport en oxygène est réalisé par des turbines aératrices de surface. La technologie de ces équipements est identique à ceux prévus au niveau des ouvrages d'aération ils assurent le transfert de l'oxygène de l'atmosphère aux boues et maintiennent un mélange uniforme nécessaire dans les bassins.

En sortie des bassins de stabilisation, les boues se rejoignent dans une cheminée de départ pour alimenter gravitairement l'épaisseur statique.

## 9.2 *Épaississement statique*

L'épaississement gravitaire permet de concentrer, sous la seule action de la force de pesanteur, les boues extraites des clarificateurs et de les amener jusqu'à une concentration de 40 à 50g/l avant l'étape de déshydrations.

Cette technologie offre l'avantage de nécessiter une consommation électrique très basse en comparaison d'autre technologies disponibles sur le marché

En effet, le seul consommateur d'énergie de ce procédé d'épaississement est la motorisation de la herse qui par son mouvement circulaire, favorise la séparation de l'eau et de la boue contenue dans celle-ci.

Les boues alimentent l'épaisseur gravitairement depuis les bassins de stabilisation.

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftart: (Standard) +Textkörper (Times New Roman), Nicht Fett, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftart: (Standard) +Textkörper (Times New Roman), Nicht Fett, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftartfarbe: Text 1

Les boues épaissies sont soutirées en fond d'ouvrage par deux pompes à rotor excentré installé dans un local au droit de l'épaississeur. Ces pompes alimentent le réseau de distribution des boues sur les lits de séchage. Un débitmètre électromagnétique assure le comptage des boues épaissies.

Les eaux de surverse sont dirigées vers le poste toutes eaux qui est équipé de deux pompes immergées (dont 1 en secours installé) sur barre de guidage pour faciliter leur manutention.



Figure 21 : Epaississeur de la STEP

### 9.3 Déshydratation par lits de séchage

Les boues épaissies sont reprises par des pompes volumétriques pour être sur des lits de séchages.

Dans la station il Ya 38 lits de séchage de 31m x 10 m unitaire. Chaque lit de séchage est constitué :

- d'un film plastique étanche
- d'un réseau de drainage
- d'une couche de graviers
- d'une couche de sable
- d'un muret démontable en béton sur une des largeurs

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftart: (Standard) +Textkörper (Times New Roman), Nicht Fett, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftart: (Standard) +Textkörper (Times New Roman), Nicht Fett, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftartfarbe: Text 1

Un réseau de canalisation ainsi qu'un ensemble de vannes manuelles permet d'alimenter les lits depuis le local d'épaississement.

L'eau excédentaire est évacuée de 2 matières :

1. Percolation
2. Evaporation/séchage

La siccité obtenue en fin de séchage est d'environ 40%

La gestion des lits de séchage doit se succéder pour chaque lit plusieurs fois par an par les étapes suivantes :

- alimentation par pompage.
- drainage à travers le sable et par un réseau de canalisation.
- Séchage grâce en particulier au vent.
- curage de la boue séchée

Les jus de percolation sont récupérés au niveau du post toutes eaux d'où ils sont réinjectés au niveau du prétraitement. Les boues séchées sont évacuées régulièrement et mise en décharge.

L'accès aux boues séchées est facilité par le démontage du muret latéral en béton du filtre à curer.

### ***10 Les sous-produits issus de l'épuration :***

-Boues : Les boues sont épaissies puis hydratées sur lits de séchage avant leur envoi en décharge (ou autres= utilisation Agricole).

-Les produits de Dégrillage : Les refus de dégrillage sont évacués par un tapis transporteur, ou une vis de convoyage dans une benne a ordure.

Graisses et Huiles : Elles sont stockées dans une fosse a graisse avant enlèvement.-

-Sables : Ils sont extraits de l'ouvrage de prétraitement, séparés de leur eau par un classificateur, puis stockés dans une benne relevable.

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftart: (Standard) +Textkörper (Times New Roman), Nicht Fett, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftart: (Standard) +Textkörper (Times New Roman), Nicht Fett, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftart: (Standard) + Textkörper (Times New Roman), Nicht Fett, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftart: (Standard) + Textkörper (Times New Roman), Nicht Fett, Schriftartfarbe: Text 1

**Formatiert:** Schwache Hervorhebung, Schriftartfarbe: Text 1



Figure 22 : Les bennes à ordure

---

## *CHAPITRE IV*

### *Valorisation des boues*

---

## **1 INTRODUCTION**

L'assainissement des eaux usées est devenu au cours de ces dernières années un enjeu considérable pour les sociétés actuelles ; d'une part pour assurer un service de l'eau visant la collecte et l'épuration des eaux usées ainsi que l'approvisionnement en eau potable et d'autre part, pour protéger l'eau en tant que patrimoine naturel. En parallèle s'est développé un problème tout aussi important : La gestion des boues d'épuration. En effet, le traitement des eaux usées génère un sous-produit appelé « boues », issu des différentes étapes d'épuration.

Les efforts pour réduire la pollution des fleuves, des lacs et des océans par le traitement des eaux usées, produisent une quantité croissante de boues résiduaires ; matières solides, qui sont enlevées de l'eau usée pour produire une eau usée épurée.

Les boues sont des matières solides (ayant souvent une teneur élevée en eau) qui sont formées lorsque des eaux résiduaires sont immobiles de sorte que les solides plus denses précipitent. Les boues résiduaires représentent avant tout une matière première composée de différents éléments (Matière organique, éléments fertilisants (N et P ...), d'éléments traces métalliques, d'éléments traces organiques et d'agents pathogènes).

## **2 DEFINITION DES BOUES**

Les boues sont définies comme « un mélange d'eau et de matières solides, séparé par des procédés naturels ou artificiels des divers types d'eau qui le contiennent ».

Les boues d'épuration sont les sédiments résiduaires issus du traitement des eaux usées. Les boues d'épuration urbaines résultent du traitement des eaux usées domestiques qui proviennent de l'activité des particuliers et éventuellement des rejets industriels dans les réseaux des collectivités après avoir suivi un prétraitement obligatoire.

Les eaux usées sont collectées puis acheminées vers les stations d'épuration où elles sont traitées. En fin de traitement, à la sortie de la station, l'eau épurée est rejetée vers le milieu naturel et il reste les boues résiduaires qui sont composées d'eau et de matières sèches contenant des substances minérales et organiques.

### 3 VALORISATION DES BOUES

Une fois les boues traitées, ces dernières vont pouvoir être valorisées. Il existe différents types de valorisation : une valorisation en agriculture (pour 73% des boues avec l'épandage et l'élaboration de compost), en incinération (19 %) et en décharge (8%).

L'épandage constitue la première destination des boues à valorisation agricole. Concernant l'envoi des boues en compostage, ce choix réside principalement en un souhait de la part des collectivités locales.

L'incinération des boues est une voie employée principalement pour de forte capacité de traitement des eaux. La mise en décharge, quant à elle, est de plus en plus réduite du fait d'une élimination de cette technique. Ainsi cette dernière ne sera pas abordée ici.

En fonction de la finalité des boues, le traitement en amont sera différent.

#### 3.1 En agriculture

La valorisation agricole est réalisée sur des boues liquides ou solides de siccité de 6 à 40% de matière sèche. Cette finalité des boues possède de nombreux avantages mais doit avant tout présenter des débouchés intéressants afin de couvrir les frais de réalisation.

Comme expliqué précédemment, il existe deux voies en rapport avec l'agriculture. La première, relative à l'épandage de celle-ci, consiste donc à épandre les boues préalablement traitées sur des terres agricoles de façon à les rendre plus fertiles. En effet, les boues sont relativement riches en matière organique et minérale avec notamment du phosphore.

Par définition, ces boues doivent être préalablement traitées de manière à "réduire leur caractère fermentescible" (selon le décret de 1997, relatif à l'épandage des boues) c'est à dire à suspendre toute réaction de transformation de la matière en méthane.

Les boues peuvent être épandues sous forme liquide, pâteuse ou solide. Dans le cas des boues liquides, ces dernières devront être au préalable épaissies. Les boues liquides sont les plus appréciées du fait de leur très bon apport de matières organiques ou encore par leur facilité d'épandage. Toutefois ces dernières nécessitent la présence de site de production proches des terrains agricoles à fertiliser. De plus, le stockage de ces boues s'avère difficile par leur haut caractère fermentescible. Ce sont les boues solides qui présentent les plus grandes facultés d'épandage et de stockage (réalisé sous forme de tas).

Cet épandage présente plusieurs règles à respecter notamment en termes de période de réalisation. Ces périodes conduisent ainsi à la nécessité d'un stockage long des boues dans des silos et donc à gérer la production des boues en fonction. De plus des teneurs en certains composés, tels que les composés métalliques, doivent être maintenues.

Dans un second temps, une valorisation par l'intermédiaire du compost peut être réalisée. Pour cela, les boues subissent deux étapes de traitement reposant sur un épaississement et une déshydratation. Puis ces boues traitées sont mélangées avec des co-produits tels que des

déchets verts. Une fois mélangé et ajusté en termes de rapport carbone/azote, une étape de transformation de la matière organique par insufflation d'air est réalisée. Puis une dernière étape de maturation est effectuée de façon à conduire, après quelque mois et suivi par un criblage, au compost désiré.

De façon à réaliser du compost, la siccité des boues considérées doit être supérieure à 15%.

Toutefois, comme dans le cas de l'épandage des boues, le compost est également soumis à une réglementation sévère.

D'autres techniques de traitement peuvent amener à des produits fertilisants. C'est le cas du séchage thermique qui donne des granulés parfaitement stabilisés. Ces granulés peuvent être employés tels quels ou alors réenrichis avec certaines substances comme du chlorure de potassium.

### 3.2 En incinération

Cette phase est à employer lorsque les autres voies ne sont pas faisables notamment dans le cas de la valorisation agricole, pour des boues qui ne répondent pas aux exigences de la norme algérienne.

L'incinération consiste, tout d'abord, à placer les boues au sein d'un système de chauffage très puissant (jusqu'à près de 1450°C). Au cours de cette étape, une oxydation de la matière combustible est notamment effectuée. Les résidus, ainsi obtenus, sont ensuite placés en centre d'enfouissement technique. Toutefois, du fait de la présence de métaux lourds dans ces résidus, des mesures de conditionnement spécifiques doivent être employées. L'incinération est une technique généralement utilisée pour de grande capacité de traitement c'est à dire pour réduire le volume nécessaire dans le cas des autres voies.

Avant cette étape d'incinération, les boues liquides doivent subir un traitement bien précis visant à réduire suffisamment leur teneur en eau. Ce dernier est alors composé des phases d'épaississement, de déshydratation voire de séchage. Les phases de conditionnement sont également appréciées en vue d'une amélioration de la phase d'incinération. Dans le cas des boues solides, les phases d'élimination d'eau ne sont pas nécessaires.

Des incinérateurs à four rotatif ou encore à bains fluidisés sont très souvent employés pour ce type de matière première.



Figure 23 : Incinérateur à four rotatif

Les incinérateurs à four rotatif sont des ouvrages très robustes, ne nécessitant aucune condition préalable d'alimentation des boues. Ces derniers consistent en l'ajout de la boue au sein d'un tambour, tambour dans lequel les boues sont brûlées de 30 à 90 minutes.

Les incinérateurs à bains fluidisés consistent à réaliser une incinération en continu des boues au sein d'un lit composé, par exemple, de sable préalablement fluidisé avec de l'air. Par ajout d'air chauffé, la combustion des boues est opérée. Pour cette technique, un broyage des particules de boue est indispensable pour l'obtention d'un diamètre de l'ordre de 50 µm.

Différentes technologies à lits fluidisés existent avec des lits stationnaires ou encore circulant.

Généralement, en vue d'une économie énergétique, la chaleur issue de l'incinérateur est réemployée pour le séchage des boues.

Les boues peuvent être également incinérées avec des déchets solides urbains. Toutefois, avec cette utilisation, des règles sont à respecter en fonction de la forme des boues entrantes. C'est ainsi que, par exemple, les boues solides doivent être insufflées à l'intérieur même du four. Par conséquent, cette technique est très coûteuse en termes d'alimentation.

## 4 Traitement des boues

Une fois l'étape de décantation réalisée, la boue extraite est envoyée en traitement; traitement qui permettra par la suite une valorisation de cette matière.

Le traitement des boues présente plusieurs étapes qui peuvent être placées différemment en fonction des propriétés des boues existantes et de la finalité visée.

Nous avons choisi de décrire chacune des étapes, dans un ordre chronologique, pouvant se produire lors du traitement des boues.

### 4.1 La concentration

Elle consiste, comme son nom l'indique, à augmenter la concentration des boues liquides de trois à dix fois selon le procédé employé. Les boues liquides deviennent donc plus épaisses et, de ce fait, les ouvrages aval de stabilisation ou encore de déshydratation vont en être réduits.

Plusieurs techniques peuvent être utilisées :

**Épaississeur** : cette étape permet d'augmenter la teneur en matière sèche des boues secondaires par décantation et par récupération du surnageant. Un ouvrage statique est le plus souvent employé pour les boues primaires, ce dispositif étant relatif à l'emploi d'une cuve cylindro-conique.

**Flottateur** : il repose sur le principe d'adsorption des boues sur de fines particules d'air. Les boues sont ensuite récupérées, en surface du système, par l'intermédiaire d'un racleur. Les fines bulles d'air proviennent d'une détente de l'eau soutirée du milieu. C'est un procédé particulièrement adapté aux boues biologiques.



Figure 24 : Flottateur avec racleur en surface

Deux autres systèmes, reposant sur un conditionnement avec des réactifs chimiques appelés poly électrolytes, peuvent être employés :

**Grille d'égouttage** : les boues, précédemment conditionnées, passent sur une grille horizontale de très faible espacement de barreau (500 $\mu$ m). Cette grille, sous forme de chaîne

sans fin, permet une évacuation des boues par adjonction d'eau de décolmatage. Elle est placée au-dessus d'un silo permettant de stocker les boues.



Figure 25 : Grille d'égouttage des boues

**Tambour d'égouttage :** les boues sont admises dans un tambour incliné vis-à-vis de l'horizontale. Ce tambour permet ainsi une évacuation des eaux par filtration et des boues par ajout d'eau de lavage.

#### 4.2 La stabilisation

Elle permet de réduire la part de matière organique au sein des boues. Cette étape permet également d'éliminer les réactions de dénitrification ou d'anaérobiose et donc de maintenir les boues en leur état. Elle peut être présente en plusieurs points du procédé global de traitement des boues c'est à dire sur des boues liquides ou devenues pâteuses.

La stabilisation n'est pas obligatoire mais permet une réduction des odeurs pouvant être générées par transformation ou encore conduit à une amélioration de la déshydratation des boues.

Il existe différents types de stabilisateur :

**Une digestion anaérobie :** reposant sur une dégradation de la matière organique par des bactéries. Lors de cette phase, une production de méthane est réalisée conduisant à une valorisation potentielle de cette ressource. Cette étape consiste à placer les boues au sein d'un digesteur chauffé et brassé. Il existe deux types de digestion : une mésophile s'opérant à 35°C puis une thermophile avec 50°C. Une diminution de près de 20 % de la matière organique peut être obtenue mais pendant une période relativement longue.

**Une stabilisation aérobie :** qui consiste également à employer des bactéries mais, cette fois-ci, en présence d'oxygène. L'aération est assurée par une insufflation d'air en fond de bassin ou brassage en surface. En fin de traitement, du dioxyde de carbone et de l'eau sont produits.

Toutefois, ces deux étapes sont très fortement influencées par la température. En effet plus la température est faible, plus le temps de séjour des boues au sein du système est grand.

Une stabilisation chimique reposant sur l'ajout de chaux. Cet ajout, sous forme de lait de chaux préalablement préparé à partir de chaux vive  $\text{CaO(s)}$ , permet de suspendre l'évolution de la boue par réaction bactérienne. Une dose de l'ordre de 200-250 g de chaux  $\text{CaO(s)}$  par kg de matière sèche, est nécessaire. La technique de mélange chaux/boue sera différente en fonction de la forme des boues finales souhaitée.

### 4.3 Le conditionnement

Cette étape facilite la réduction de l'eau interstitielle, eau résiduelle présente au sein des boues. Pour effectuer cette étape, une solution de poly électrolyte est réalisée puis ajoutée au mélange de boue. Cet ajout permet ainsi un rapprochement des particules de boue. L'ensemble est ensuite agité conduisant à une étape de déshydratation.

### 4.4 La déshydratation

Elle conduit à une réduction plus poussée de l'eau présente, constituant ainsi une seconde étape d'élimination de cette eau en plus de la phase d'épaississement. Cette étape peut se réaliser, après ajout d'un flocculant de poly électrolyte, par la présence de trois outils : une centrifugeuse, un filtre à bande ou un filtre à presse.

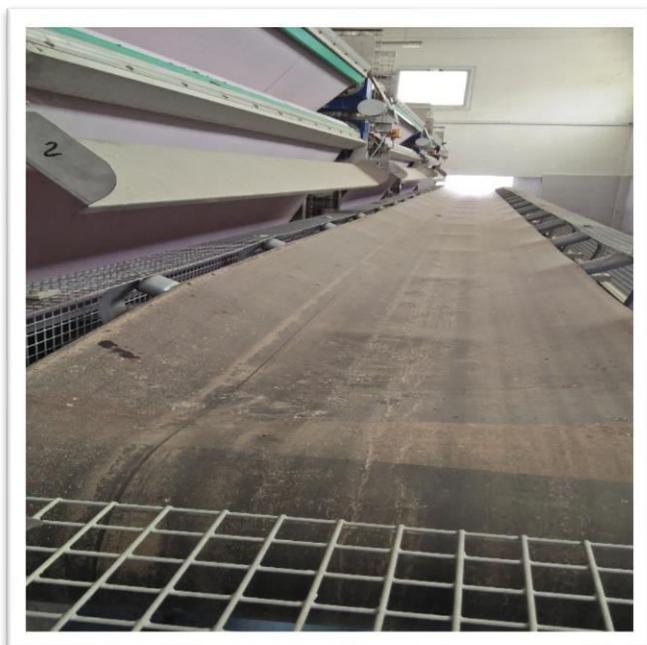
Dans le cas de la centrifugation, le mélange boue/polymère est conduit au sein de l'appareil dans laquelle une vis convoyeuse est présente. Par rotation de cette vis les boues, ainsi séparées, sont évacuées au fur et à mesure.



Figure 26 : Boue en sortie de centrifugeuse

Un filtre à bande ou à presse repose sur l'évacuation de l'eau du mélange boue/polymère par application sur une surface filtrante. Ces deux types de filtration se réalisent sous pression.

Les boues, ainsi obtenues, passent de l'état liquide à pâteux avec des siccités allant de 15 à 35 % ; la siccité représentative de la part de matière sèche : 1 % de siccité est équivalent à 10 g/L de matière sèche. La siccité obtenue est cependant plus importante dans le cas du filtre à presse. D'ailleurs cette technique convient, tout à fait, à une valorisation en incinération.



*Figure 27 Un filtre à bande*

#### **4.5 Le séchage**

Il permet une élimination de l'eau présente. Diverses techniques existent reposant sur une voie naturelle avec par exemple l'emploi de lit de séchage et donc d'énergie naturelle provenant du soleil ou encore thermique en utilisant des traitements à forte température.

Concernant les lits de séchage, il existe le cas particulier des lits dits "à plantations macrophytes". Dans ce cas, les boues sont filtrées sur un massif composé de roseaux. Dans cette technique, la réduction de l'eau des boues mais aussi leur stockage sont réalisées.

La siccité des boues, finalement obtenue, varie de 60 à 90 %.

---

*CHAPITRE V*

*ANOMALIES*

---

## ***1 Introduction***

L'objectif de ce chapitre est d'analyser, détecter, compiler les différents problèmes et anomalies que la STEP DE Skikda rencontre, ce travail combine les efforts des équipes de laboratoire et sur terrain, les chimistes sur laboratoire analyse l'effluent sur différents points de la plantation afin de suivre l'état de l'eau, le groupe d'ingénierie hydraulicien quant à lui s'occupe d'ajuster les machines et différents paramètres de la station pour sa bonne mise en marche.

Ces efforts ont fait en sorte que l'effluent sortant respecte les normes de rejet et donc a la protection de l'environnement

## ***2 Anomalies***

La station d'épuration de Skikda fait face à deux problèmes qui remettent en question l'intégralité de sa plantation en termes de construction, qui en ce moment ne tourne qu'à 20% de ces capacités.

La STEP de Skikda remplit sa mission principale qui est le respect des normes de rejet en termes de DBO DCO, mais :

- Faible débit : qui engendre une cascade de problèmes au niveau de la station entière
- Faibles charges polluantes : une valorisation de boue inexistante

### 3 Résultats d'analyse

Ces trois résultats compilent ceux des trois derniers mois et sont comme tel :

Tableau 9 : potentiel hydraulique

Potentiel hydraulique PH			
	JANVIER	FEVRIER	MARS
Eau brute	7.53	7.42	7.39
Moyenne	<b>7.44</b>		
Eau traitée	7.64	7.37	7.49
Moyenne	<b>7.5</b>		

Tableau 10 : conductivité

Conductivité			
	JANVIER	FEVRIER	MARS
Eau brute	1037	1040	1144
Moyenne	<b>1037.66</b>		
Eau traitée	1049	1082	1052
Moyenne	<b>1061</b>		

Tableau 11 : oxygène dissous

Oxygène dissous mg/l			
	JANVIER	FEVRIER	MARS
Eau brute	1.29	0.94	0.44
Moyenne	<b>0.89</b>		
Eau traitée	2.94	1.93	1.88
Moyenne	<b>2.24</b>		

Tableau 12 : Température

Température C°			
	JANVIER	FEVRIER	MARS
Eau brute	16.2	16.12	16.1
Moyenne	<b>14.14</b>		
Eau traitée	15.4	15.67	15.9
Moyenne	<b>15.65</b>		

Tableau 13 : matières en suspensions

Matières en suspension MES mg/l			
	JANVIER	FEVRIER	MARS
Eau brute	246	303	329
Moyenne	<b>293</b>		
Eau traitée	36.33	26	28
Moyenne	<b>30</b>		

Tableau 13 : DBO 5

Demande biochimique en oxygène DBO5 mg/l			
	JANVIER	FEVRIER	MARS
Eau brute	77	100	119
Moyenne	<b>99</b>		
Eau traitée	29	20	15
Moyenne	<b>21.33</b>		

#### 4 Les rejets non intercepter

Voilà un tableau qui montre les différents rejets trouvés très réclament non connecter au system de conduite, seuls 4 raccordés en font partie : Merj edib, Stora, Marinelle et El Hadaik

Rejets non raccordés et leurs débits estimés			Actions entreprise par (DREW, APC)
<b>SKIKDA</b>			
Rejet	Débit estime (m <sup>3</sup> /j)	Lieu de rejet	
Galerie Beni Malek	1700	Vers la mer	
Galerie les arccads	1500		
Canal 700 logements	400		
Canal cité Aissa Boukarma	200		
Rejet Q600 hamadi krouma	150		
Rejet commune hamrouche hamoudi	350		
Rejet de la cite ziramena	150		
<b>TOTALE</b>	<b>4450</b>		

## **5 Problème rencontré**

Au niveau

### **5.1 Dégrillage**

Au niveau des dégrillages on peut remarquer le passage de déchet volumineux à travers les grilles, ces derniers sont un réel danger pour les procédés ultérieur et pour le matériel tel que le clarificateur a sable

### **5.2 Dessableur déshuileur**

On pourra remarquer sur la surface une présence de mousse assez tenace.

Aussi, il y'a une accumulation de boue et de sable au fond de l'ouvrage qui bloque et colmate les pompes à sable, tout ceci due au temp de séjour qui est assez long

### **5.3 Décanteur primaire**

On remarquera que sur ce bassin les déchets qui sont passer à travers les grilles a l'entre de la station, aussi une décantation de boue due au temps de séjour long et pompage discontinue qui fait qu'il y'a eu stabilisation de la boue

Une présence d'algue dans les parois extérieure du bassin et constaté due à l'inefficacité de la rompe tournante nettoiyante

### **5.4 Bassin biologie**

Dans bassin, la boue activée est casi inexistante, du au faible charge de l'effluent, aussi les temps de séjour long et la discontinuité du pompage entraine la décantation de la boue qui entraine la réduction de du volume d'eau, aussi les des mauvaises odeurs sont constaté

### **5.5 Dégazeur**

La présence des de déchets volumineux de départ sont toujours présentes et qui passent même vers le clarificateur maigres la présence d'un racleur de surface mais qui est supérieur au niveau d'eau dont inefficace

### **5.6 Clarificateur**

Le temps de séjour long engendre une accumulation de boue remplie d'eau qui âpre extraction et recirculations fais que le niveau d'eau dans le clarificateur et très bas, aussi, la boue extraite est absente due à la faible charge de l'effluent qui recercle le peu de boue produite vers le bassin biologique et donc une valorisation de boue nulle

### **5.7 Pompe d'extraction et recirculation des boues**

Ces pompes-là sont pratique bouché et colmaté a cause de présence de coude anglé à 90° et de déchet volumineux causé par les dégrilleurs inefficaces

## **6 Boue activé faible**

La production de boue activé est dans la station de Skikda très faible, qui fais que les ouvrage construit pour son traitement sont inactif depuis des années, tel que le :

### **6.1 Bassin de contact**

Au bassin de contact qui est la dernière étape, de l'hypochlorite de sodium doit être injecté afin de désinfecter l'eau, mais dans le cas de la STEP de Skikda aucun produit n'a injecté vue l'efficacité des traitements précédant. Il y'a présence d'algue aussi

### **6.2 Bassin de stabilisation**

Le manque de boues décantées et stagnation de l'eau dans le bassin fais qu'il y'a qu'un seul bassin sur deux qui est remplie et la présence d'algue

### **6.3 Epaisseur et lit de séchage des boues**

Ces ouvrages-là sont vides et à l'arrêt à cause de l'absence de boues

---

*CHAPITRE VI*

*SOLUTIONS ET ANALYSES*

---

## 1 Résumé

La faible teneur en matière organique de l'effluent fait que la construction de la STEP actuelle ne travaille pas à pleine capacité (que 20%) Dans ce chapitre on va redimensionner une partie de notre station déjà existante, pour passer d'une station de moyen charge à faible charge

## 2 Solution : By-Pass le décanteur primaire

Il faut contourner (by-passer) les décanteurs primaires et donc relier directement les dessableurs déshuileurs vers les bassins biologiques par le biais d'une bride se situant dans la paroi du dessableur déshuileur comme montré ci-dessus



Figure 28 : Bride dessableur déshuileur

Cette bride une fois ouverte pourra relier grâce à une conduite adéquate, directement vers le bassin d'aération, pour diminuer les pertes de charge polluante dans le décanteur primaire et donc optimiser la production de boue.

Ce raccourcie devrait engendrer un changement considérable dans les valeurs observé des charges polluantes durant leur parcours dans les ouvrages de la STEP, ce qui doit avoir une répercussion dans les dimensionnements des ouvrages existant, et donc des aménagements d'extension devrait être entreprise.

On devra aussi comparer ces valeurs avec les valeurs déjà présente pour voir s'il faut ajouter ou réduire ou bien laissé tel qu'elle est

Le dimensionnement d'une station d'épuration dépend de la charge à l'entrée, qui est fonction du débit, et des concentrations moyennes des paramètres de pollution (DBO<sub>5</sub>, MES...)

### 3 Calcul des débits et des charges polluantes

Pour bien dimensionner la station d'épuration, il faut bien estimer les débits d'eau usée et les charges polluantes.

#### 3.1 Calcul des débits

Le volume rejeté par les habitants est estimé à 80 % de la dotation d'AEP. La direction de l'hydraulique de la wilaya de SKIKDA a adopté une dotation de 200 l/hab/j pour la ville de SKIKDA.

Il s'agit de déterminer : a-Le débit journalier : «  $Q_j$  » ( $m^3/j$ )

b-Le débit moyen horaire : «  $Q_m$  » ( $m^3/h$ )

c-Le débit de pointe : «  $Q_p$  »

d-le débit diurne «  $Q_d$  »

#### Le débit journalier :

Le débit total journalier se calcule comme suit :

$$Q_j = D \cdot N \cdot R$$

Avec :

D : dotation (l/hab/j), N : nombre d'habitant l'horizon considéré, R : coefficient de rejet  $Q_j = 286161 \cdot 200 \cdot 10^{-3} \cdot 0,8 = 45785,76 \text{ m}^3/j$ , on prend  $Q_j = 46000 \text{ m}^3/j$

$$Q_j = 46000 \text{ m}^3/j$$

#### Débit moyen horaire :

Il est donne par la relation suivante :

$$Q_m = \frac{Q_j}{24}$$

$$Q_m = \frac{46000}{24} = 1916.7 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_m = 1916.7 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_m = 531.58 \text{ l/s}$$

**Le débit de pointe en temps sec :**

On le calcule par la relation suivante,

$$Q_p = C_p \cdot Q_m$$

$$\text{Avec : } C_p = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_m}} \quad \text{si } Q_m \geq 2,8 \text{ l/s}$$

$$C_p = 3 \quad \text{si } Q_m < 2,8 \text{ l/s}$$

Dans notre cas le  $C_p = 1.6$  d'où le calcul du débit de pointe :

$$Q_p = 1.6 \cdot 531.58 = 850.528 \text{ l/s} = 3062 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_p = 3062 \text{ m}^3/\text{h}$$

**Le débit diurne :**

Le débit moyen diurne correspond à la période diurne de 16 heures consécutives au cours de laquelle la station reçoit le plus grand volume d'eau usée, soit :

$$Q_d = \frac{Q_j}{16 \text{ heures}} \quad Q_d = \frac{46000}{16} = 2875 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_d = 2875$$

**m<sup>3</sup>/h**

### 3.2 Calcul des charges polluantes :

Après prélèvements et analyses de l'eau usée, Les charges polluantes de notre eau usée sont : DBO<sub>5</sub> =90 mg/l, et une MES=293 mg/l.

A partir de ces hypothèses, les charges polluantes journalières se calculent aisément, ce que donne :

$$\text{MES} = 293 \cdot 10^{-3} \cdot 46000 = 13478 \text{ kg/j}$$

$$\text{MES} = 13478 \text{ kg/j}$$

$$\text{DBO}_5 = 99 \cdot 10^{-3} \cdot 46000 = 4554 \text{ kg/j}$$

$$\text{DBO}_5 = 4554 \text{ kg/j}$$

Charges polluantes		Unité	Valeurs réelles
Demande biochimique en oxygène	DBO <sub>5</sub>	kg/j	4554
Demande biochimique en oxygène	DBO <sub>5</sub>	Mg/l	99
Matières en suspension totales	MES	kg/j	13478
Matières en suspension totales	MES	Mg/l	293
Demande chimique en oxygène	DCO	Kg/j	11500
Demande chimique en oxygène	DCO	Mg/l	250

Le tableau V.1 qui suit résume l'estimation des débits et des charges polluantes nécessaires au dimensionnement :

**Tableau.V.1** : débits et charges polluantes

Données de base	Unité	Valeur
Population	hab	286161
Débit journalier	m <sup>3</sup> /j	46000
Débit moyen horaire	m <sup>3</sup> /h	1916.7
Débits de pointe en temps sec	m <sup>3</sup> /h	3062
Débits de pointe journalière	m <sup>3</sup> /j	73488
Débit diurne	m <sup>3</sup> /h	2875
Charge en DBO5	kg/j	4554
Charge en MES	kg/j	13478

Le dimensionnement des ouvrages de station se fait à partir du débit de pointe et des charges polluantes calculer précédemment

### ***3.3 Calcul des quantités de matières éliminées par le dessableur :***

Le dessableur élimine 80% de matière minérale présente dans les eaux usées. La matière minérale représenté 20% environ de la charge en matière en suspension (MES), les 80% restants, représentent les matières volatiles en suspension (MVS).

Partant de ces hypothèses, s'ensuit :

- Les matières minérales totales =  $0,20.13478=2695.6$  kg/j
- Les matières minérales éliminées par le dessableur= $0,80.13478=10782.4$  kg/j
- Les matières minérales restantes = $8086.4$  kg/j
- MES sortant du dessableur = $0,80.13478+8086.4=18868.8$  kg/j

### 3.4 Dimensionnement du bassin d'aération à l'horizon 2035 :

Le traitement par boues activées se sera à faible charge. Elle est caractérisée par :

-une charge massique  $0,1 \leq C_m \leq 0,2$  kg DBO<sub>5</sub>/kg MVS/j

--une charge volumique  $0,36 \leq C_v \leq 0.7$  kg DBO<sub>5</sub>/m<sup>3</sup>/j

- On adoptera :  $C_m=0,1$  kg DBO<sub>5</sub>/ kg MVS/j et  $C_v=0.36$  kg DBO<sub>5</sub>/m<sup>3</sup>/j
- Les charges polluantes en DBO<sub>5</sub> à l'entrée du bassin d'aération sera notée :

$$DBO_5=L_0=4554 \text{ kg/j}$$

- La concentration en DBO<sub>5</sub> est alors de :

$$S_0 = \frac{l_0}{Q_j} = \frac{4554}{46000} = 0,099 \text{ kg/m}^3$$

$$S_0=0,099 \text{ g/l} = 99 \text{ mg/l}$$

- Volume du bassin peut être déduit de la charge volumique  $C_v$  :

$$\text{Sachant que } C_v = \frac{\text{charge en DBO}_5 \text{ a. l'entre (kg/j)}}{\text{volume.de.bassin}}$$

$$\text{Avec : } C_v=0.36$$

$$\text{Charge en DBO}_5=4554 \text{ kg/j}$$

$$\text{D'où un volume de bassin } V=12650 \text{ m}^3$$

$$\mathbf{V=12650 \text{ m}^3}$$

La masse totale des boues dans le bassin peut être déduite de la charge massique sachant que :

$$C_m = \frac{\text{charge en DBO}_5 \text{ a. l'entre (kg/j)}}{\text{masse.. dans. le. bassin (MVS) (kg)}}$$

Avec :  $C_m=0.1$ , soit  $X_a=45540$  kg

D'où une concentration des boues dans le bassin :

$$[X_a] = \frac{X_a}{V} = \frac{45540}{12650} = 3.6 \text{ kg/m}^3$$

### 3.5 Dimensions de bassin :

Pour dimensionner le bassin d'aération nous prendrons comme base de calcul la relation suivante :  $L/l=2$ , et une hauteur du bassin d'aération est comprise entre 3 et 5m, Nous prenons :  $h=4\text{m}$

1-La surface horizontale du bassin d'aération :

$$S_h = \frac{12650}{4} = 3162.5 \text{ m}^2$$

2-la Largeur de bassin est de :  $l = \sqrt{\frac{S_h}{2}} = 39.76 \text{ m}$

3-la Longueur de bassin est de :

$$L = 2.l = 97.52 \text{ m}$$

– Selon que l'on tient compte du débit moyen ou du débit de pointe le temps de séjour est de :

A partir de débit moyen  $t_s = \frac{V}{Q_h} = 6.6h$  **Ts=6.6h**

A partir de débit de pointe par temps sec :  $t_s = \frac{V}{Q_p} = 4.13 h$

**Ts=4.13 h**

➤ *La charge polluante à la sortie du décanteur secondaire ( $S_s = 30 \text{ mg/l}$ )*

La concentration en DBO<sub>5</sub> à la sortie doit répondre aux normes de rejets établies par l'OMS 30mg /l, d'où la charge à la sortie :

$$\begin{aligned}L_s &= S_s \cdot Q_j = 30 \cdot 10^{-3} \cdot 46000 \\ &= 1380 \text{ kg DBO}_5/\text{J}\end{aligned}$$

- La charge en DBO<sub>5</sub> éliminée est alors de :

$$L_e = L_0 - L_s = 3174 \text{ kg DBO}_5/\text{j}$$

Ce qui conduit à un rendement d'élimination de

$$R = \frac{L_0 - L_s}{L_0} \cdot 100 = 69.69 \%$$

$$\mathbf{R=69.96 \%}$$

### 3.6 Besoins en oxygène :

Pour favoriser la réaction aérobie qui est plus rapide que la fermentation anaérobie, il faut que le milieu contienne une concentration suffisante en oxygène.

On admet que les micro-organismes aérobies n'utilisent pas directement l'oxygène mais il doit être dissous dans l'eau.

La quantité théorique d'oxygène est la somme de celle nécessaire à la synthèse et celle nécessaire à la respiration endogène

Elle est donnée par la relation :

$$q_{O_2} = a' s_e \cdot Q_J + b' X a \quad (\text{Kg/j}).$$

$q_{O_2}$  : Besoin en oxygène (Kg/j).

Les paramètres  $a'$  et  $b'$  sont des coefficients déterminés expérimentalement sous une température de 20°C. Ils représentent :

$a'$  : la fraction de pollution transformée en énergie de synthèse au cours de l'épuration.

$b'$  : la fraction d'oxygène correspondante à la quantité de matière détruite par endogène pour fournir l'énergie d'entretien.

$a'$  et  $b'$  sont calculés à partir des formules empiriques suivantes :

$$a' = 0,5 C m^{-0,12} = 0,66$$

$$b' = 0,13 C m^{-0,16} = 0,19$$

$$q_{O_2} = 0,66(4554) + 0,19 \cdot (45540) = 11658,24 \text{ kg } O_2/J$$

D'où

– La quantité horaire d'oxygène nécessaire :

$$q_h = \frac{q_{O_2}}{24} = 485,76 \text{ kg/m}^3/h$$

$$\mathbf{q_h=485.76 \text{ kg/m}^3/\mathbf{h}}$$

- La quantité d'oxygène nécessaire pour  $1\text{m}^3$  de bassin :

$$q_b = \frac{q_{o_2}}{V} = 0.92 \text{ kgO}_2/\text{m}^3/\text{j}$$

$$\mathbf{q_b=0.92 \text{ kgO}_2/\text{m}^3/\mathbf{j}}$$

- Quantité d'oxygène nécessaire en cas de pointe :

Ce cas arrive pendant la période diurne (16heures)

$$q_{o_2((pointe))} = \frac{a' \cdot S_e \cdot Q_J}{16} + \frac{b' X_a}{24} = 548.38 \text{ kg/h}$$

$$\mathbf{q_{O_2(pointe)}=458.3775 \text{ kg/h}}$$

### 3.7 *Besoin réel en pointe en oxygène*

En réalité, le transfert d'air atmosphérique vers l'eau épurée se trouve gênée par la présence dans les eaux usées des matières en suspension (MES) et d'agent tensio-actif.

Le passage des conditions théoriques aux conditions réelles s'effectue à l'aide des coefficients Correcteurs.

Quantité O<sub>2</sub> réel = (quantité O<sub>2</sub>/  $\alpha$  \*  $\beta$ )

On prend  $\alpha = 0.95$

On prend  $\beta = 0.97$

Application numérique

$$q_{O_2(reel)} = \frac{458.3775}{160.95 * 0.97} = 497.43 \text{ kgO}_2/h$$

**$q(O_2) \text{ réel} = 497.43 \text{ kgO}_2/h$**

En moyenne :

$$q_{O_2 \text{ jour}} = \frac{11658.24}{0.95 * 0.97} = 12651.4 \text{ kgO}_2/h$$

**$q(O_2) \text{ jour} = 12652.4 \text{ KgO}_2/h$**

### 3.8 Calcul des caractéristiques de l'aérateur

#### 3.8.1 Calcul de la puissance de l'aération nécessaire ( $E_n$ ).

- Calcul de la puissance requise pour le brassage :

La puissance nécessaire pour le brassage et au maintien des solides en suspension est donnée par  $E_b = Sh \cdot P_a$

$Sh$  : surface horizontale du bassin  $m^2$ . = 3162.5  $m^2$

$P_a$  : puissance par  $m^2$  du bassin

$$P_a = (70 \div 80) \text{ w/m}^2 \text{ On prend } P_a = 75 \text{ w/m}^2$$

D'où :  $E_b = 2371.9 \text{ kw}$

$$\mathbf{E_b = 2371.9 \text{ kw}}$$

- Calcul de puissance d'aération nécessaire :

Les apports spécifiques des aérateurs de surface ont souvent été compris entre 1 à 2  $\text{kg O}_2/\text{KWh}$ .

$$E_n = \frac{q(o_2)_{reel}}{E_a}$$

$E_a$  = quantité de  $O_2$  par unité de puissance, on prend  $E_a = 1.5 \text{ KgO}_2/\text{Kwh}$

$q(o_2)$  : besoin en oxygène .

D'où

$$E_n = \frac{497.43}{1.5} = 331.62 \text{ Kw}$$

$$\mathbf{E_n = 331.62 \text{ kw}}$$

### 3.8.2 Calcul du nombre d'aérateur :

$$n = \frac{E_n}{E_b} = 0.19$$

On prend 1 AERATEUR

## 4 Bilan des boues :

### 4.1 Calcul de la quantité des boues en excès :

Les boues en excès sont proportionnelles à la quantité de la DBO5 éliminée et dépendant de la charge massique dans le bassin d'aération.

La quantité de boues en excès est déterminée par la relation suivante:

$$\Delta B = B_{\min} + B_{dur} + a_m L_e - b X_a - B_{eff}$$

Avec :

$$B_{\min} : \text{Boues minérales} = 5660.64 \text{ kg/j}$$

$B_{dur}$  : Boues difficilement biodégradables (appelées matières dures), dans notre cas égale **3962.448**

$a_m$  : Rendement cellulaire. Il est compris entre 0,53 à 0,56.

Dans notre cas on prend **0.56**

$L_e$  : Quantité de  $DBO_5$  éliminer (Kg/j) = 3174 **kg/j**

$b$  : Fraction de la masse cellulaire éliminée par jour en respiration endogène

$$b = 0.05$$

$X_a$  : Masse totale de MVS dans le bassin (Kg) = **45540 kg**

$B_{eff}$  : Fuite des MES avec l'effluent (dépend des normes de rejet, nous avons déjà adopté 30mg/l).

D'où :

$$\Delta B = 9623.088 \text{ kg/j}$$

#### 4.1.1 Concentration de boues en excès :

$$X_m = \frac{1200}{I_m}$$

Avec :  $X_m$  : Concentration de boues en excès

$I_m$  : L'indice de Mohlman

Si on suppose que les boues décantent bien, l'indice de Mohlman se situe alors entre 100 et 150. Cet indice représente le volume occupé par un gramme de poids sec de boues après décantation d'une demi heure dans une éprouvette de 1 litre. Si on prend  $I_m = 125$

$$\text{D'où : } X_m = \frac{1200}{125}$$

$$X_m = 9,6 \text{ Kg/m}^3$$

#### 4.1.2 Le débit de boues en excès :

Ce débit est donné par :

$$Q_{\text{excés}} = \frac{\Delta B}{X_m} = 1002.405 \text{ m}^3/\text{j}$$

#### 4.1.3 Le débit spécifique par $\text{m}^3$ de bassin :

$$q_{sp} = \frac{\Delta B}{V} \quad , \quad \text{Avec } V : \text{volume de bassin}$$

Donc :  $q_{sp} = 0,077 \text{ kg/m}^3/\text{j}$

**4.2 Le débit des boues recyclées :**

Dans le but de maintenir une concentration moyenne constante de boues dans le bassin, le recyclage est effectué à partir du clarificateur ou décanteur secondaire, un recyclage.

Le taux de recyclage peut varier de 15 à 100% de débit de l'effluent produit. Il est donné par l'expression suivante:

$$R = \frac{100[X_a]}{\frac{1200}{I_m} - [X_a]}$$

R : taux de recyclage (%)

[X<sub>a</sub>] : concentration des boues dans le bassin.

Donc :  $R = 60 \%$

**R=60%**

**4.3 Le débit des boues recyclées :**

$$Q_r = R.Q_j \quad \text{Donc : } Q_r = 2760 \text{ m}^3/j$$

#### **4.4 Age des boues :**

L'Age des boues est défini comme étant le rapport entre la quantité de boues présentes dans le bassin d'aération et la quantité de boues retirées quotidiennement

$$\text{Donc : } A_b = \frac{X_a}{\Delta B} = 4.73 \text{ jours.}$$

$$A_b = \mathbf{4.73} \text{ jours}$$

## 5 Calcul du clarificateur

Donne de base :

- Le temps de séjour  $T_s$  : 6h
- Le débit de pointe en temps sec (de la station) : 3062 m<sup>3</sup>/h
- Le volume du clarificateur :

$$V = Q \text{ pts. } T_s = 3062 * 6h = \mathbf{18372 \text{ m}^3/h}$$

- Hauteur du clarificateur

$$H = (3 \text{ jusqu'à } 5) \text{ m, on prend } \mathbf{H = 3 \text{ m}}$$

- La surface horizontale du décanteur

$$S_h = V/H = \mathbf{6124 \text{ m}^2}$$

- Le diamètre du décanteur

$$D = \sqrt{\frac{4 \times V}{\pi \times H}} = \mathbf{88.3 \text{ m}}$$

- Le temps de séjour

$$T_s = V / Q \text{ pts}$$

Pour un débit horaire

$$T_s = V / Q \text{ moy.h} = \mathbf{9.6 \text{ h}}$$

Pour un débit de pointe par temps sec

$$T_s = V / Q \text{ pts} = \mathbf{6h}$$

## 6 Analyse et comparaison

On va comparer les dimensionnements trouver avec ceux existants :

### Bassin d'aération

Caractéristiques	Valeur
Nombre des bassins	Nb = 2
Volume unitaire	V = 4500 m <sup>3</sup>
Volume total des bassins	V = 9020 m <sup>3</sup>
Largeur	L = 30 m
Longueur	L = 30 m
Hauteur	H = 5 m
Surface horizontale d'un bassin	S = 900 m <sup>2</sup>
Nouveau bassin calculé	
Volume totale	12500 m <sup>3</sup>



Figure 28 : STEP Skikda . google earth

**Décanteur secondaire :**

<b>Caractéristique</b>	<b>Valeur</b>
Nombre de clarificateurs	Nb = 2
Diamètre	D= 36,4 m
Débit des eaux traitées évacuées par surverse	q=3070 m <sup>3</sup> /h
Diamètre de la jupe de répartition	d = 5,5m
Largeur des goulottes des eaux décantées	L=0.5 m
Surface totale	S = 1918 m <sup>2</sup>
Hauteur cylindrique d'eau	H =3,5 m
Volume utile de l'ouvrage	V = 4300 m <sup>3</sup>
Vitesse ascensionnelle au débit moyen	1,0 m <sup>3</sup> / m <sup>2</sup> .h.
Vitesse ascensionnelle au débit de pointe	u <sub>0</sub> = 1,6 m/h
Temps de séjour au débit moyen	T <sub>s</sub> =4,5 heures
Temps de séjour au débit de pointe	T <sub>s</sub> = 2,8 heures
<b>Nouveau ouvrage calculé</b>	
Volume	18372 m <sup>3</sup>
Diamètre	88.3 m
Temps de séjour au débit moyen	9.5 h
Temps de séjour au débit de point	6 h

**7 CONCLUSION**

D'après nos calculs, un nouveau bassin d'une capacité de 3500 m<sup>3</sup> doit être construit. Le plan de la station prévoir déjà une extension pour les différents ouvrages

Il faut ici aussi ajouter une extension d'une capacité de 9000 m<sup>3</sup> et d'un diamètre de 40 m au niveau des clarificateur. Un temps de séjour plus important est aussi nécessaire.

## ***Conclusion générale***

En résumé, le traitement des eaux usées est l'un des plus importants processus de protection de l'environnement à encourager au niveau mondial. La plupart des usines de traitement des eaux usées traitent les eaux usées des maisons et des lieux d'affaires. Installations industrielles, raffineries et usines de fabrication Les eaux usées sont généralement traitées dans les installations sur site. Ces installations sont conçues pour garantir que les eaux usées sont traitées avant de pouvoir être rejetées dans l'environnement local. Une partie de l'eau est utilisée pour refroidir les machines dans les usines et être traitée à nouveau. Ils essaient de s'assurer que rien n'est perdu. Il est illégal de rejeter des eaux usées non traitées dans des rivières, des lacs, des océans ou dans l'environnement et, si elles sont jugées coupables, elles peuvent faire l'objet de poursuites.

La station d'épuration de la wilaya de Skikda fait partie de ces atouts majeur dans la protection de l'environnement, et remplies sont travail à merveille, mais de part du fait de son dysfonctionnement au niveau amont qui ne procure pas les caractéristiques promises elle ne fonctionne qu'à un pourcentage faible de sa capacité totale initiale théorique et de fait cette retrouve handicapée.

Les solutions suggérées précédemment dans ce mémoire peuvent être résumé come ce dessous :

- Interception des rejets non connecté au system d'assainissement
- Aération prolongée : temps de séjour plus important
- By-Pass des décanteurs primaires directement vers le bassin biologique
- Redimensionnement du bassin d'aération et des besoins en oxygène

Ces solutions feront en sortie que la Station fonctionnera à pleine puissance et pourra remplir ces objectifs principaux qui sont l'épuration et la production de boue pour la protection de l'environnement et la valorisation de ces dernières pour un but environnemental, économique et social

Cygler C. (2008) - Traitement des eaux usées. Prêts pour le recyclage ? Hydroplus, 184, p. 36-42

FEDDANE ZOHRA, HALIMI KHEIRA. 2014.Éléments de contexte et réglementation française

Relatifs à La valorisation des boues issues du traitement des eaux usées.

p :102.Mémoire de Master. Faculté des sciences - département de chimie organique industrielle. Constantine. [p60-p63]

Source : Guide technique de l'assainissement - quatrième édition - R.Bourrier [p64-p68]

Source <https://www.ecoconso.be/fr/Pourquoi-epurer-les-eaux-usees> [p16]

ONEMA, LES AGENCES DE L'EAU [p20-p25]

Les eaux usées utilisées en agriculture [archive], [surirstea.fr](http://surirstea.fr) [p17]

[https://environnement.public.lu/fr/waasser/eaux-usees pluviales/ traitement/ traitement\\_des\\_eaux\\_usees.html](https://environnement.public.lu/fr/waasser/eaux-usees_pluviales_traitement_traitement_des_eaux_usees.html) [p13-p14]

Evaluation de la gestion des déchets liquides hospitaliers. Cas des eaux usées du centre hospitalier universitaire (CHU) de Yaoundé par Séverin MBOG MBOG [p13]

Détermination de la pollution résiduelle d'une station d'épuration par lagunage naturel "cas de la lagune de béni-messous"

Par Fateh TARMOUL